ISSN 2782-4985

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет фундаментального образования

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XX международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 25-26 апреля 2025 года

Электронное научное издание

Йошкар-Ола
2025

УДК 378.147.88
ББК 74.58
Н 34

Редакционная коллегия
В.А. Иванов, д-р физ.-мат. наук; профессор;
С.Г. Кудрявцев, канд. техн. наук, доцент;
О.П. Буйских, специалист по учебно-методической работе ФФО

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы
Н 34 XX международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 25-26 апреля 2025 г.) / редкол.: В.А. Иванов и др.: Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2025. 1320 с. URL: https://www.volgatech.net/upload/documents/sbornic20.pdf

В сборник включены материалы научных исследований участников XX Международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Авторы статей – молодые исследователи – представили свои достижения в научной, исследовательской и проектной деятельности, а также результаты по их практической реализации. Большой блок публикаций связан с опытом внедрения информационных технологий, искусственного интеллекта в разные отрасли экономики.

Издание будет интересно научным работникам, преподавателям, аспирантам и всем, кто интересуется проблемами фундаментальных и технических дисциплин.

Представленные в сборнике материалы опубликованы в авторской редакции.

УДК 378.147.88
ББК 74.58

ISSN 2782-4985

© Поволжский государственный технологический университет, 2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для широкого и быстрого внедрения результатов научных исследований в хозяйственную деятельность требуется подготовка в системе образования специалистов, способных воспринимать и аккумулировать новые идеи, искать и создавать новейшие технологии, эффективно их реализовать в промышленное производство. Поэтому при организации учебного процесса для формирования у обучающихся нестандартного мышления и инновационной культуры необходимо переносить акцент на самостоятельную творческую работу. Разумное сочетание между учебной и самостоятельной работой позволит сформировать определенный набор профессиональных компетенций для дальнейшей практической деятельности. Эффективной формой самостоятельной работы, которая требует повседневного напряженного труда, мобилизации интеллектуальных и нравственных сил, является организация научно-исследовательской работы студентов. Совместная работа преподавателя и студента, направленная на решение конкретной научной задачи или доведение до практического применения научных или технологических достижений, является основой успешной подготовки специалистов.

XX Международная молодежная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам, которая прошла 25-26 апреля 2025 года на базе факультета фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета, и была направлена на привлечение молодежи к научным исследованиям, формированию у нее инновационной культуры, творческих компетенций, использованию их интеллектуального потенциала для решения актуальных проблем современной науки и практики. Представители молодого поколения из вузов, научно-исследовательских институтов Российской Федерации, зарубежных стран приняли участие в работе конференции, которая была организована в 24 секциях. Названия секций соответствовали приоритетным направлениям деятельности научных школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые ПГТУ и других вузов России. Работа конференции позволила:

– оценить уровень подготовки молодых исследователей с позиций их общего образовательного уровня, технической грамотности, инженерного мышления;

– провести независимую, объективную экспертизу работ, выполненных представителями разных научных школ;

– выявить и отметить талантливых ребят с целью их мотивации и стимулирования для дальнейшего творческого роста;

– привлечь внимание представителей промышленности и бизнеса к научно-техническим разработкам молодежи.

При подведении итогов работы конференции было отмечено благоприятное отношение молодежи к научно-техническому творчеству, ее огромный интеллектуальный потенциал, который в дальнейшем целесообразно направить на решение новых научных и прикладных задач. По представлению руководителей секций лучшие доклады отмечены дипломами соответствующей степени.

Оргкомитет выражает искреннюю признательность участникам конференции, их научным руководителям за высокий уровень представленных докладов. Особая признательность руководителям секций за процедуру отбора и квалифицированную, доброжелательную оценку полученных материалов.

Редакционная коллегия сборника благодарит всех, кто предоставил статьи и кто помогал готовить их к публикации. Желаем всем творческих успехов и удачи в достижении поставленных перед собой целей. Проведение XXI конференции по традиционной тематике планируется аналогично на апрель 2026 года.

До новых встреч!

Декан факультета
фундаментального образования ПГТУ
С.Г. Кудрявцев

Секция «МАТЕМАТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»

УДК 510.67

Батрутдинов И.Д.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БЕССМЕРТИЯ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ РЕПЛИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ

Аннотация. *Затронуты вопросы возможности создания цифрового бессмертия. Под цифровым бессмертием понимается концепция создания технологии, позволяющей компьютеру сохранить голос, образ, а главное — сознание человека в электронном виде.*

Ключевые слова: *цифровое бессмертие, математическая модель, сознание человека.*

Люди издревле искали секрет вечного существования, вечной жизни. Но лишь сейчас, в эпоху развития науки в области цифровизации и искусственного интеллекта, они близки к нему как никогда раньше. Этот самый секрет — цифровое бессмертие.

В работе рассмотрена возможность создания цифрового бессмертия, под которым будем понимать сканирование мозга человека и перенос его сознания в компьютер.

Если брать только технические причины, не затрагивая этические, в создании цифрового бессмертия есть три ключевые проблемы:

Первая – это структура человеческого мозга, который представляет собой крайне сложную систему. Мозг живого человека трудно изучить потому, что это очень чувствительная к воздействиям система. А мозг умершего человека дает достаточно мало информации о его работе в живом состоянии.

Второй проблемой является несовершенность технологий. На данный момент, есть технологии позволяющие сканировать человеческий мозг, но этот процесс занимает крайне много времени и остаётся открытым вопрос: успеет ли мозг отсканироваться полностью за время жизни человек. Эту проблему мог бы решить так называемый квантовый компьютер, но она является далеко не единственной технической проблемой.

Третья проблема – социально-экономический вопрос. На данный момент люди не готовы к появлению бессмертия. По мнению экспертов это вызовет всемирный кризис, как политический, так и экономический.

В связи с вышеперечисленными проблемами разработка математической модели для цифровой репликации личности и достижения «бессмертия» — задача крайне сложная.

Однако возможно создать концептуальную модель, которая послужит отправной точкой. Введен ряд допущений:

- сознание может быть представлено как информация, то есть, как набор данных.
- предполагается, что существует возможность переноса информации о личности человека (знания, навыки, воспоминания, черты характера) в цифровой формат.
- предполагается, что цифровая реплика личности сможет выполнять функции, аналогичные функциям исходной личности (мышление, принятие решений, общение).
- не учитываются текущие технологические ограничения, рассматриваются потенциальные возможности в будущем.

Таким образом, получена математическая модель:

Личность (*P*) определяется, как многомерная матрица, включая в неё информацию о различных аспектах личности:

$$P = [M, K, E, B, S],$$

где *M* – модель памяти (воспоминания, знания), *K* – модель знаний и навыков (компетенций, навыки), *E* – модель эмоционального состояния (эмоции, “человечность”), *B* – модель поведения (паттерны, привычки), *S* – модель самосознания (представление о себе, личностные ценности).

Каждый из этих компонентов также может быть представлен в виде математических объектов (векторов, матриц, графиков, функций). Например: $M = \{m_i\}$ – набор воспоминаний, $K = \{k_{ij}\}$ – матрица знаний и навыков (где k_{ij} – уровень владения навыками *j* в области знаний *i*). $E = f(x)$ – возникновение эмоционального состояния, обусловленное внешними факторами *x*.

Процесс репликации (*R*) определён как функция, преобразующая биологическую личность в цифровую реплику:

$$R(P_{bio}) = P_{dig},$$

где P_{bio} – биологическая личность, P_{dig} – цифровая реплика личности.

Данный процесс включает в себя несколько этапов:

$$R = R_{scan} \cdot R_{convert} \cdot R_{store},$$

где R_{scan} – сканирование мозга и получение данных о личности, $R_{convert}$ – преобразование биологических данных в цифровой формат, R_{store} – хранение цифровых реплик в надежном хранилище.

Каждый из этих этапов также может быть представлен в виде математической функции или алгоритма. Функционирование цифровых реплик (F) рассмотрено как процесс обработки информации и взаимодействия с внешним миром:

$$F\left(P_{dig}, I\right) = O,$$

где P_{dig} – цифровая реплика личности, I – входные данные (сенсорная информация, запрос, задача), O – выходные данные (реакции, ответы, решения).

Процесс обучения представляет собой сложный алгоритм, моделирующий работу нейронной сети или другой системы искусственного интеллекта.

Критерии «бессмертия» (L) рассмотрен как набор показателей, характеризующих успешность репликации и качество цифровой личности:

$$L = \left[C, S, E, A\right],$$

где C – соответствие цифровой реплики оригиналу (точность записи личности), S – сохранение идентичности (неизменность ключевых черт личности), E – эффективность применения (способность решать задачи, адаптироваться к изменениям), A – автономность (способность к самообучению и развитию).

Все эти показатели могут быть выражены в числовом виде и использованы для оценки качества цифровых реплик.

Данная модель является в некоторой степени упрощенной и абстрактной. Она не учитывает многие факторы, которые могут стать существенными для достижения целей бессмертия.

Тем не менее, эта модель может служить инструментом для систематизации знаний, формулирования гипотез и проведения исследований в области цифровой репликации личности. Она перевела философские вопросы в математическую плоскость и использовала математические методы для анализа и решения проблем.

Список источников

1. Цифровое бессмертие — Википедия
2. Бодрийяр Ж. Символический обмен и смерть. – М.: Добросвет, 2000. –389 с.

УДК 514.132.01

Белоусов А.А.
Научный руководитель: Салихова Л.М., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ГЕОМЕТРИЯ ЛОБАЧЕВСКОГО

Аннотация. *Рассмотрены основные постулаты геометрии Лобачевского и сферы ее применения.*

Ключевые слова: *Геометрия Лобачевского, неевклидова геометрия.*

Геометрия Лобачевского — это прорыв в математике, который расширил представления о пространстве и стал основой для современной физики, включая теорию относительности. Она помогает понять устройство Вселенной и применяется в науке и технологиях.

Основные принципы геометрии Лобачевского:

1) В геометрии Лобачевского через точку можно провести бесконечно много прямых, которые не пересекают данную прямую.

2) Параллельные прямые в геометрии Лобачевского асимптотически сближаются в одном направлении, но никогда не пересекаются.

3) Геометрия Лобачевского описывает пространство с отрицательной кривизной, подобно поверхности седла или гиперболоида.

4) В геометрии Лобачевского сумма углов треугольника всегда меньше 180°. Чем больше площадь треугольника, тем меньше сумма его углов.

5) В геометрии Лобачевского длина окружности растет быстрее, чем в евклидовой геометрии.

Геометрия Лобачевского не является "доказываемой" в привычном смысле, поскольку это аксиоматическая система, которая строится на основе своих собственных постулатов и правил.

Один из способов показать, что геометрия Лобачевского логически корректна, — это создание моделей, которые реализуют её аксиомы внутри евклидовой геометрии. Эти модели демонстрируют, что если евклидова геометрия непротиворечива, то и геометрия Лобачевского также будет непротиворечивой.

В 1871 году Клейн предложил первую полноценную модель плоскости Лобачевского. Плоскостью служит внутренность круга, прямой - хорда круга без концов, а точкой - точка внутри круга. «Движением» назовём любое преобразование круга в самого себя, которое переводит хорды в хорды соответственно, равными называются фигуры внутри

круга, переводящиеся одна в другую такими преобразованиями, тогда оказывается, что любой геометрический факт, описанный на таком языке, представляет теорему или аксиому геометрии Лобачевского

Другую модель геометрии Лобачевского построил в1882г. французский математик Анри Пуанкаре (1854-1912), применивший ее к решению некоторых важных задач теории функций комплексного переменного. За плоскость Лобачевского принимается внутренность круга, прямыми считаются дуги окружностей, перпендикулярных окружности данного круга и его диаметры, движениями преобразования, получаемые комбинациями инверсий относительно окружностей, дуги которых служат прямыми.

Пуанкаре придумал и описал в своей книге «Наука и гипотеза» физику и геометрию мира, устроенного по Лобачевскому.

Геометрия Лобачевского применяется:

1. Физика: Описывает искривленное пространство-время в общей теории относительности (например, гравитация около черных дыр).
2. Космология: Изучение формы Вселенной, которая может иметь гиперболическую структуру.
3. Компьютерная графика: Создание эффектов искажения в играх и анимации (например, модели Пуанкаре).
4. Навигация: Точные расчеты маршрутов на сфере (например, полеты самолетов).
5. Искусство: Создание необычных мозаик и узоров (например, работы в стиле гиперболической геометрии).

Геометрия Лобачевского важна в современной науке: в физике, в технологиях (компьютерная графика, робототехника), биологии (моделирование структур) и искусстве (гиперболические мозаики).

Заключение: Геометрия Лобачевского, основанная на аксиомах, отличных от евклидовых, открыла новые горизонты в понимании пространства и форм. Она показала, что существует множество геометрий, каждая из которых имеет свои уникальные свойства и применения. Развитие неевклидовой геометрии положило начало новым направлениям в математике и физике, изменив наше восприятие пространства и реальности. Это вдохновляет исследователей на дальнейшие открытия и углубленное изучение геометрических структур, что подчеркивает важность Лобачевского в истории науки.

Список источников

1. Александров А. Д., Нецветаев Н. Ю. Геометрия – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 624 с.
2. Лаптев Б. Л. "Н. И. Лобачевский и его геометрия" – Москва : Просвещение, 1976. - 112 с.
3. Геометрия Лобачевского — Википедия

УДК 519.6

Бушуев М.В.
Научный руководитель: Сусанина С.Н., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРНЕЙ УРАВНЕНИЯ

Аннотация. *В данной статье производится сравнение приближенных методов вычисления корней уравнения, а так же показаны преимущества и недостатки каждого из них.*

Ключевые слова: *приближенные методы, метод Ньютона, метод хорд, итерация.*

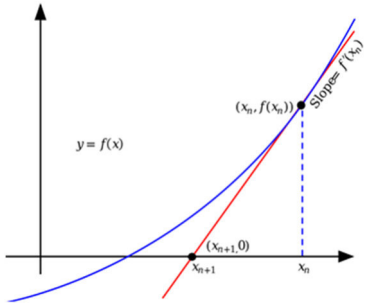
Приближённые методы вычисления корней уравнения являются важным инструментом в математике и её приложениях. Они позволяют находить приближённые значения корней уравнений, для которых не существует аналитического решения или решение слишком сложно для вычисления. В этой статье мы рассмотрим несколько приближённых методов и сравним их эффективность.

На данный момент известны и широко используются такие методы как метод половинного деления (дихотомия), метод итераций или метод последовательных приближений, метод Ньютона (метод касательных), метод хорд (секущих). Рассмотрим два последних метода и проведем их сравнительный анализ.

1. Метод Ньютона основан на том, что функция $f(x)$ имеет некоторое приближение x_n к корню рассматриваемого уравнения. Разложим функцию $f(x)$ в ряд Тейлора в окрестности точки x_n и ограничимся линейным по x слагаемым включительно

$0 = f(x) \approx f(x_n) + f'(x_n)(x - x_n)$, откуда $x \approx x_n - \dfrac{f(x_n)}{f'(x_n)}$ и согласно идее Ньютона, левая часть этого выражения представляет собой следующее $(n+1)$- е приближение некоторого итерационного процесса

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, \quad n = 0, 1, 2, ... \qquad (1)$$

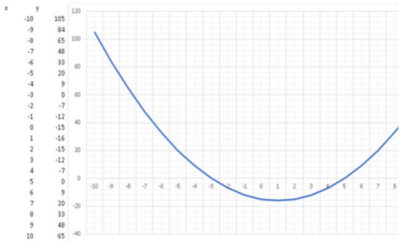


С геометрической точки зрения на каждой итерации график функции $f(x)$ заменяется его касательной. Поэтому метод Ньютона еще называют методом касательных и его можно рассматривать как частный случай метода итераций.

Метод Ньютона сходится, если на отрезке изоляции корня $[a,b]$ сохраняется знак первой и второй производной [1].

Пример 1. Решить методом Ньютона уравнение $x^2 - 2x - 15 = 0$.

Решение. Строим график функции и для каждого пересечения графика с осью абсцисс произвольно выбираем точку, приближенную к этому пересечению: а) -2; б) 7. Произведем несколько итераций (повторений) для нахождения следующих приближений по формуле (1). Для расчетов значений и построения графиков была использована программа Excel.



xn	xn+1
-2	-3,1666667
-3,16667	-3,0033333
-3,00333	-3,0000014

xn	xn+1
7	5,333333
5,33333333	5,012821
5,01282051	5,00002

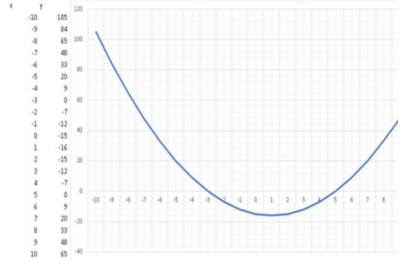
К преимуществам данного метода относятся: квадратичная сходимость, большая скорость сходимости по сравнению с методом хорд. Недостатки – зависимость от начальной точки, чувствительность к графику функции, необходимость работать с производными.

2) Метод хорд заключается в том, что сначала находится отрезок $[a,b]$ локализации корня уравнения, при этом $f(a)$ *и* $f(b)$ имеют разные знаки. Далее проводится хорда через точки кривой $y = f(x)$ с абсциссами a *и* b, абсциссу точки пересечения хорды с осью Ox принимают за первое приближение, выбирают нужный отрезок локализации корня и процесс продолжают до необходимой степени приближения. Формула итерационного процесса метода хорд имеет следующий вид:

$$x_{a+1} = x_a - \frac{(x_a - x_b)}{f(x_a) - f(x_b)} \cdot f(x_a) \qquad (2)$$

Пример 2. Решить методом хорд уравнение $x^2 - 2x - 15 = 0$.

Решение. Строим график функции и для каждого пересечения графика с осью абсцисс выбираем отрезки локализации корней:
а) [-5,-2]; б) [4,7]. Произведем несколько итераций (повторений) для нахождения следующих приближений по формуле (2).



xa	xa+1	xb
-5	-2,7777778	-2
-2,7777778	-3,0327869	-2
-3,0327869	-2,995338	-2
-2,995338	-3,0006664	-2
-3,0006664	-2,9999048	-2
-2,9999048	-3,0000136	-2

xa	xa+1	xb
7	4,777778	4
4,777778	5,032787	4
5,032787	4,995338	4
4,995338	5,000666	4
5,000666	4,999905	4
4,999905	5,000014	4

Преимуществом данного метода является то, что для расчетов не требуется вычисление производных. К недостаткам можно отнести необходимость в двух начальных приближениях и меньшую скорость сходимости итерационного процесса.

На примере рассмотренных задач показано, что каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Так, например, метод Ньютона имеет большую скорость сходимости, но требует вычисления производной и может не сходиться для некоторых функций. Метод хорд не требует вычисления производной, но может быть менее эффективным в отличие от метода Ньютона.

Таким образом, выбор метода вычисления корней зависит от конкретной задачи и свойств функции. Для функций с непрерывной производной часто используют метод Ньютона из-за его быстрой сходимости. Метод секущих может быть использован в случаях, когда требуется избежать вычисления производной или когда другие методы неэффективны. Важно учитывать также начальное приближение и требуемую точность при выборе метода.

Список источников

1. Зенков, А. В. Численные методы : учеб. пособие / А. В. Зенков. – Екатеринбург: Изд во Урал. ун-та, 2016. – 124 с. Гребенникова, И.В. Методы оптимизации: учебное пособие / И. В. Гребенникова. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 148 с.

2. Соловьев, В.П. Основы численных методов: учеб. – метод. пособие / В.П. Соловьев, Т.М. Кривоносова, В.Л. Смирнов. – Минск: БГУИР, 2011. – 131с.

УДК 514.182+004.925

Варнавский В.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

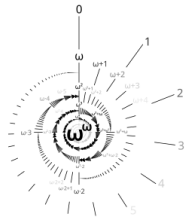
ТРАНСФИНИТНЫЕ ЧИСЛА: ПЕРВЫЕ БЕСКОНЕЧНЫЕ ОРДИНАЛЫ И КАРДИНАЛЫ

Аннотация. *Неформально (обычно в развлекательной математике и научно-популярной литературе) большими числами называют числа, значительно превосходящие числа, используемые в повседневной жизни.*

Ключевые слова: *трансфинитные числа, порядковое число (ординал), множество (мощность, кардинальное число или кардинал), абсолютная бесконечность.*

Трансфинитными числами называют бесконечные порядковые числа. **Порядковым числом**, или **ординалом** называется порядковый тип вполне упорядоченного множества. Как правило, порядковые числа отождествляются с наследственно транзитивными множествами. Ординалы представляют собой одно из расширений натуральных чисел, отличающееся как от целых, так и от кардинальных чисел. Как и другие разновидности чисел, их можно складывать, перемножать и возводить в степень.Порядковые числа были введены Георгом Кантором в 1883 году как способ описания бесконечных последовательностей, а также классификации множеств, обладающих определённой упорядоченной структурой. Он случайно открыл порядковые числа, работая над задачей, связанной с тригонометрическими рядами.Вероятно, более интуитивное представление о порядковых числах можно получить, рассмотрев несколько их первых представителей: множество ординалов начинается с натуральных чисел 0, 1, 2, 3, … После всех натуральных чисел располагается **первый бесконечный ординал**ω, за которым следуют ω+1, ω+2, ω+3, и т. д.

После всех таких чисел располагаются ω 2 и т. д., далее, множество ординалов, которые можно записать в виде ω*m+n, где m и n — натуральные числа, также должно обладать соответствующим порядковым числом: таким числом будет ω^2. За ним последуют ω^3, ω^4,…,ω^ω, затем ω^ω^2 и — намного позже ϵ0 «эпсилон-нуль».



Изображение порядковых чисел от 0 до ω.
Каждый оборот спирали соответствует одной степени

Множествами, **мощностью**, или **кардинальными** числами называют характеристику множеств (в том числе бесконечных), обобщающая понятие количества (числа) элементов конечного множества. Мощность множества A обозначается через |A|. Иногда встречаются обозначения, Ā, #A и card(A). Мощность множества натуральных чисел обозначается **первым бесконечным кардиналом** 0א («алеф-нуль»). Множество называется бесконечным, если его мощность не меньше אo (не меньше мощности множества натуральных чисел), таким образом, счётные множества — это «самые маленькие» из бесконечных множеств. Следующие кардинальные числа в порядке возрастания обозначаются א ,… ,2א ,1אω, אω+1, …, אω1 (где индекс пробегает все порядковые числа). Среди кардинальных чисел нет наибольшего: для любого множества кардинальных чисел существует кардинальное число, большее всех элементов этого множества.

Конечные порядковые (и кардинальные) числа представляют собой числа натурального ряда: 0, 1, 2, …, поскольку два любых полных упорядочения конечного множества изоморфны с сохранением порядка. Наименьшее бесконечно большое порядковое число ω отождествляется с кардинальным числом 0א. Однако в случае трансфинитных чисел, больших ω,ординалы — по сравнению с кардинальными числами — позволяют выразить более тонкую классификацию множеств, основанную на информации об их упорядоченности. В то время как все счётные множества описываются одним кардинальным числом, равным 0א, число счётных ординалов бесконечно велико и притом несчётно:

ω, ω+1, ω+2,…, ω*2 ω2+1,…,ω2,…,ω3,…,ωω,…,ωωω,…,e0

В данном случае сложение и умножение не обладают свойством коммутативности: так 1+ωсовпадает ω, но отличается от ω+1;

Класс всех порядковых чисел не является множеством и обозначается различными способами: «Ord», «ON», или «∞».

Абсолютная Бесконечность — расширение идеи бесконечности, предложенной математиком Георгом Кантором. Обозначается символом Ω. Его можно представить как число, которое больше любой другой мыслимой или немыслимой величины, конечной или трансфинитной. Кантор связал Абсолютную Бесконечность с Богом и считал, что она обладает различными математическими свойствами, включая принцип отражения: каждое свойство Абсолютной Бесконечности также принадлежит какому-то меньшему объекту.

Символ Абсолютной Бесконечности.

Неформально (обычно в развлекательной математике и научно-популярной литературе) **большими числами** называют числа, значительно превосходящие числа, используемые в повседневной жизни. С XV века большими считались числа больше тысячи, например миллион. Изучение больших чисел и их номенклатуры иногда называются термином **гугология** (англ. *googology*). Термин был образован как комбинация слов «гугол» (классическое большое число) и «логос» (учение). Термин введён любителем математики Джонатаном Бауэрсом.

Список источников

1. Теория множеств / Кантор Г. – Издательство АН СССР, 1985. – 430 с.
2. Континуум-гипотеза / Кантор Г., Хантигтон Э.В. – Издательство AndesitePress, 2015. – 102 с.

УДК 514.132.01

Васильев Н.С.
Научный руководитель: Салихова Л.М., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВКЛАД НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА ЛОБАЧЕВСКОГО В НАУКУ

Аннотация. *Математическое наследие Лобачевского важно для современных учёных в геометрии и теории относительности. Идеи Лобачевского применяются в физике, философии и других дисциплинах.*

Ключевые слова: *Геометрия Лобачевского, неевклидова геометрия.*

Геометрия Лобачевского, основанная на аксиомах, отличных от евклидовых, открыла новые горизонты в понимании пространства и форм. Она показала, что существует множество геометрий, каждая из которых имеет свои уникальные свойства и применения.

Николай Николаевич Лобачевский родился 1 декабря 1792 года в Нижнем Новгороде. Учился в Казанской гимназии, где проявил интерес к математике благодаря преподавателю Г.И. Карташевскому. Поступил в Казанский университет (1811), где его наставником стал профессор Бартельс. Отличался независимым мышлением, критическим подходом к существующим теориям.

Начал карьеру с наблюдений за кометой (1811). Стал профессором (1816 г), затем ректором Казанского университета (1827). Провёл реформы: обновил штат, построил лаборатории и обсерватории.

В 1826 году представил основы неевклидовой геометрии, но столкнулся с критикой. Лобачевский считал аксиому параллельности Евклида произвольным ограничением. С его точки зрения, это утверждение является слишком жёстким, ограничивающим возможности теории, описывающей свойства пространства. В качестве альтернативы Лобачевским была предложена следующая аксиома. *На плоскости через точку, не лежащую на данной прямой, проходит более чем одна прямая, не пересекающая данную.*

Новая геометрия, разработанная Лобачевским, включает в себя геометрию Евклида. Однако евклидова геометрия может быть получена из неё предельным переходом, если устремить кривизну пространства к нулю. В самой геометрии Лобачевского кривизна отрицательна. Уже в первой публикации Лобачевским детально разработана тригонометрия неевклидова пространства.

На рисунке 1 изображено наглядное представление геометрии Лобачевского. Через точку M проходят три прямые d_1, d_2 и d_3, не пересекающие прямую D.

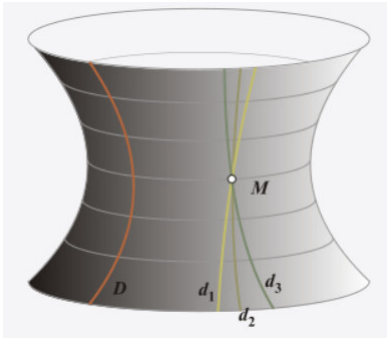


Рис. 1

Однако научные идеи Лобачевского не были поняты современниками. Несмотря на это, Лобачевский, уверенный в своей правоте, продолжал работу. Он изложил свои идеи в максимально доступном виде не только в России, но и за рубежом. Ознакомившись с результатами Лобачевского, Карл Фридрих Гаусс восторженно отозвался о них. Он рекомендовал избрать Николая Николаевича иностранным членом-корреспондентом Гёттингенского королевского научного общества. Избрание состоялось в 1842 году и стало единственным прижизненным признанием научных заслуг Лобачевского.

Лобачевский умер непризнанным. Он не дожил до торжества своих идей 10 – 12 лет.

Основные научные работы:

«Геометрические исследования по теории параллельных линий» (1826). Ввёл аксиому о множестве параллельных прямых, проходящих через точку, заложив основы неевклидовой геометрии.

«О началах геометрии» (1835). Критика традиционных аксиом, исследование альтернативных геометрических систем.

«Воображаемая геометрия» (1840). Развитие гиперболической геометрии для пространств с отрицательной кривизной.

«Пангеометрия» (1866). Обобщение идей о множественности геометрических систем.

Переворот в математике:

Опровергнув пятый постулат Евклида, Лобачевский создал неевклидову геометрию. Его идеи легли в основу теории относительности Эйнштейна. Получил ряд ценных результатов и в других разделах матема-

тики. В алгебре разработал метод приближенного решения уравнений. В математическом анализе дал уточнение понятию непрерывная функция, а также признак сходимости рядов. Опубликовал несколько содержательных статей по алгебре, теории вероятностей, механике, физике, астрономии и проблемам образования. Геометрия Лобачевского оказала решающее влияние на появление римановой геометрии и общей теории аксиоматических систем.

Ученики и их достижения:

Иосиф Больцани: развитие геометрии и преподавания математики.

Николай Зинин: основатель русской школы органической химии.

Александр Попов: исследования в механике и оптике.

Эраст Янишевский: популяризация неевклидовой геометрии.

Заключение. Лобачевский — основатель неевклидовой геометрии, реформатор науки и образования. Его имя увековечено в названиях малой планеты, лунного кратера, библиотек, улиц и учебных заведений. Вклад Лобачевского остаётся актуальным и вдохновляет новые поколения учёных.

Список источников

1. Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 624 с.
2. Лаптев Б.Л. "Н. И. Лобачевский и его геометрия" – Москва: Просвещение, 1976. - 112 с.
3. Геометрия Лобачевского — Википедия

УДК 511.1

Витковский Н.М.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕННЫЕ ЧИСЛА

Аннотация. *В статье описываются история вычисления совершенных чисел.*

Ключевые слова: *совершенное число, простое число, простое число Мерсенна.*

История математики состоит из постоянного поиска закономерностей в волшебном и необозримом океане чисел. Многие математические

задачи, которые возникли ещё до нашей эры, не имеют решения до сих пор.

Одну из таких задач мы и рассмотрим. Эта задача связана с рядом чисел, которые ещё в глубокой древности называли «совершенными». **Натуральное число считается совершенным**, если оно равно сумме своих делителей, отличных от самого числа.

До Евклида были известны только два совершенных числа – 6 и 28, и никто не знал, существуют ли другие совершенные числа и сколько таких чисел может быть. Евклид доказал, что всякое число, которое может быть представлено в виде $2^{p-1} \cdot \left(2^p - 1\right)$, где $2^p - 1$ **– простое число**, является совершенным. Благодаря своей формуле, Евклид сумел найти ещё два совершенных числа: $496 = 2^{5-1} \cdot \left(2^5 - 1\right)$ и $8128 = 2^{7-1} \cdot \left(2^7 - 1\right)$.

400 лет спустя древнегреческий философ Никомах опубликовал введение в арифметику, которое на 1000 лет стало основным трудом по математике. Он предположил 5 гипотез, которые считал верным, но не доказал их:

1) n-ное совершенное число содержит n цифр,
2) все совершенные числа чётные,
3) все совершенные числа поочерёдно заканчиваются на 6 и на 8,
4) по формуле Евклида вычисляются все чётные совершенные числа
5) совершенных чисел бесконечно много.

Следующие 1000 лет эти допущения никто не мог доказать или опровергнуть, их принимали за аксиому. Уже в 13 веке египетский математик Исмаил ибн Фаллус составил список 10 совершенных чисел и соответствующих им значений p. Числа соответствующие p = 9, 11 и 23 оказались вовсе не совершенными числами, но остальные были верны. В 5 совершенном числе 8 цифр, что опровергает 1 гипотезу Никомаха. Дальше можно заметить, что 5 и 6 число заканчиваются шестёркой, что опровергает уже 3 гипотезу Никомаха.

Ещё через 400 лет в раскрытии тайны совершенных чисел поучаствовал французский математик и музыкант Марен Мерсенн. В 1644 году он опубликовал сочинение "Cogitata physico-mathematica", в котором утверждал, что следующие шесть совершенных чисел должны соответствовать в формуле Евклида с такими значениями p: 17, 19, 31, 67, 127 и 257.

В то время проверить утверждение Мерсенна не представлялось возможным. Вычислить числа с указанными значениями p было не так

сложно, но требовалось ещё доказать, что они являются простыми. И как раз эта задача для математики того времени была неразрешима.

После этого в непростой истории совершенных чисел появилась ещё одна важная теорема. Леонард Эйлер доказал, что формула Евклида описывает все чётные совершенные числа. Эйлер также доказал, что первые три значения p, которые предсказал Марен Мерсенн, действительно дают простые числа. Так семейство совершенных чисел пополнилось восьмым членом: 2 305 843 008 139 952 128 для $p = 31$.

Доказательство Эйлера кратко и основано на том факте, что функция суммы делителей σ мультипликативна $(\sigma(ab) = \sigma(a)\sigma(b))$. Чтобы эта формула была верной, сумма делителей числа должна включать само число, а не только его делители. Число является совершенным, если и только если сумма его делителей в два раза больше его значения.

Одно из направлений теоремы непосредственно следует из мультипликативного свойства: каждое **простое число Мерсенна** даёт чётное совершенное число. Если $2^p - 1$ является простым числом, то делителями являются 1, 2, 4, 8, вплоть до $2^p - 1$. Сумма этих делителей представляет собой геометрическую прогрессию, сумма которой равна $2^p - 1$. Далее, поскольку $2^p - 1$ является простым числом, его делителями являются 1 и оно само, поэтому сумма его делителей равна 2^p.

Объединяя их, получаем, что сигма функция от формулы совершенного числа, выведенной Евклидом равняется произведению 2 и формулы совершенного числа. Так Эйлер доказал 4 гипотезу Никомаха, что по формуле Евклида вычисляются все чётные совершенные числа. Дальше процесс поиска совершенных чисел опять застопорился. Ведь учёным для этого требовалось доказывать простоту чисел, причём это приходилось делать путём обычных «ручных» вычислений.

Девятое совершенное число было найдено только в 1883 году. Честь этого открытия принадлежит пермскому сельскому священнику Ивану Михеевичу Первушину. Ему удалось вычислить самое большое для того времени простое число Мерсенна вида для $p = 61$. Больше таких вычислительных подвигов никто не совершал, и следующие совершенные числа математики получили только в XX веке — с помощью появившихся счётных устройств.

Для поиска последующих совершенных чисел учёные уже использовали ЭВМ. Сейчас известно чуть больше 50 совершенных чисел, но самые главные тайны совершенных чисел пока не раскрыты. До сих пор никто не доказал, что количество совершенных чисел бесконечно. Кроме того, математиков очень занимает интересный вопрос: могут ли су-

ществовать нечётные совершенные числа. Ведь все известные на данный момент совершенные числа — чётные. Доказано, что если нечётное совершенное число существует, то оно должно быть больше.

Список источников

1. Депман И. Совершенные числа // Квант. — 1991, № 5. — С. 13–17.
2. Бухштаб А.А. Теория чисел. — М.: Просвещение, 1966.

УДК 519.6, 519.8

Груздев С.В.
Научный руководитель: Сусанина С.Н., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УСЛОВНОГО ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ В ЗАДАЧЕ О МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ

***Аннотация**. В данной статье рассмотрен метод условного экстремума функции двух переменных в задаче о минимизации функции.*

***Ключевые слова:** условный экстремум, метод Лагранжа, условие связи, множитель Лагранжа, минимизация функции.*

В математике и ее приложениях часто возникают задачи о нахождении экстремума функции нескольких переменных при наличии ограничений. Одним из методов решения таких задач является метод условного экстремума, разработанный французским математиком XVIII века Жозефом Луи Лагранжем.

Суть метода Лагранжа заключается в том, что на первом этапе для отыскания условного экстремума функции $f(x, y)$ составляют функцию Лагранжа

$$L(x, y) = f(x, y) + \lambda \varphi(x, y), \quad (1)$$

где $f(x, y)$ – исходная функция, $\varphi(x, y) = 0$ – уравнение условия связи, λ – множитель Лагранжа.

На втором этапе составляем систему уравнений из частных производных, приравненных к нулю с учетом уравнения условия связи для нахождения координат стационарных точек $M(x, y)$:

$$\begin{cases} L'_x(x,y)=0, \\ L'_y(x,y)=0, \\ \varphi(x,y)=0. \end{cases} \qquad (2)$$

На третьем этапе определяем точку условного экстремума с помощью дифференциала второго порядка функции Лагранжа по формуле

$$d^2L = L''_{xx}dx^2 + 2L''_{xy}dx\,dy + L''_{yy}dy^2 . \qquad (3)$$

Если $d^2L < 0$, то данная точка является точкой условного максимума, если $d^2L > 0$, то точка является точкой условного минимума, если $d^2L = 0$, то точка требует дополнительного исследования.

Координаты точки $M(x,y)$ подставляются в исходную функцию $f(x,y)$ для нахождения условного значения экстремума.

Постановка задачи. Фирма реализует автомобили двумя способами: через магазин и через торговых агентов. При реализации x автомобилей через магазин расходы на реализацию составляют $4x+x^2$ у.е., а при продаже y автомобилей через торговых агентов расходы составляют y^2 у.е. Найти оптимальный способ реализации автомобилей, минимизирующий суммарные расходы, если общее число предназначенных для продажи автомобилей составляет 200 штук.

Решение. Пусть x и y – число автомобилей, функция $f(x,y)=4x+x^2+y^2 \to min$ – суммарные издержки, которые минимизируются, при условии, что $\begin{cases} x+y=200, \\ x\ge 0,\ y\ge 0. \end{cases}$

Шаг 1. Составим функцию Лагранжа (1):

$$L(x,y)=4x+x^2+y^2+\lambda(x+y-200)=4x+x^2+y^2+\lambda x+\lambda y-200\lambda .$$

Шаг 2. Составляем систему (2):

$$\begin{cases} L'_x=\left(4x+x^2+y^2+\lambda x+\lambda y-200\lambda\right)'_x=0, \\ L'_y=\left(4x+x^2+y^2+\lambda x+\lambda y-200\lambda\right)'_y=0, \\ \varphi(x,y)=x+y-200=0. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4+2x+\lambda=0, \\ 2y+\lambda=0, \\ x+y=200. \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, получим $\begin{cases} x = 99, \\ y = 101, \\ \lambda = -202. \end{cases}$

Шаг 3. Находим частные производные второго порядка функции Лагранжа

$L''_{xx} = \left(L'_x\right)'_x = \left(4 + 2x + \lambda\right)'_x = 2$, $L''_{yy} = \left(L'_y\right)'_y = \left(2y + \lambda\right)'_y = 2$,

$L''_{xy} = \left(L'_x\right)'_y = \left(4 + 2x + \lambda\right)'y = 0$ и подставляем их в формулу (3)

$$d^2L = 2\,dx^2 + 2 \cdot 0\,dx\,dy + 2\,dy^2 = 2\,dx^2 + 2\,dy^2.$$

Дифференцируя условие связи $x + y = 200$, получим что

$dy = \left(200 - x\right)'dx \Rightarrow dy = -dx$. Подставляя последнее выражение в формулу дифференциала второго порядка, получим $d^2L = 2\,dx^2 + 2\,dy^2 = 4\,dx^2 > 0$, следовательно, точка $M(99{,}101)$ – точка условного минимума функции $f(x, y)$. Находим условное значение экстремума исходной функции в этой точке

$$f\left(M_{min}\right) = f(99{,}101) = 4 \cdot 99 + 99^2 + 101^2 = 20398.$$

Таким образом, нужно продать 99 автомобилей через магазин и 101 автомобиль через торговых агентов, при этом расходы минимизируются и будут составлять 20398 у.е.

Благодаря методу Лагранжа, можно найти условный экстремум функции двух переменных, который позволяет решать задачи оптимизации с ограничениями, что делает его мощным инструментом в различных областях математики, физики, экономики и инженерии.

Список источников

1. Веселова Е.М., Максимова Н.Н. Математический анализ. Экстремум функции нескольких переменных. Учебно-методическое пособие / Е.М. Веселова, Н.Н. Максимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2021. – 39 с.

2. Гребенникова И.В. Методы оптимизации: учебное пособие / И. В. Гребенникова. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 148 с.

3. Свиридова О.В. Методы многомерной оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.В. Свиридова, А.А. Рыбанов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ВПИ

(филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – Электронные текстовые данные (1 файл: 2,55 МБ). – Волжский, 2021.

4. Майорова Н.Л. Методы оптимизации: учебное пособие / Н.Л. Майорова, Д.В. Глазков; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. — Ярославль: ЯрГУ, 2015. — 112 с.

УДК 004.8:331

Гулиева Гюляр Интизам кызы
Научный руководитель: Велиева Д.М. доктор филос. наук, профессор
Сумгайытский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И АВТОМАТИЗАЦИИ НА РЫНОК ТРУДА

Аннотация: *Искусственный интеллект (ИИ) и автоматизация являются одними из самых современных областей технологий, которые вызвали значительные изменения в различных сферах нашей жизни. Эти технологии, применяемые во всех отраслях экономики, изменили многие сектора, от производства до сферы услуг, и привели к созданию новых форм занятости, возможностям трудоустройства и изменениям в социальной структуре. В данной работе рассматривается влияние искусственного интеллекта и автоматизации на рынок труда с различными аспектами, и обсуждаются способы управления этими изменениями.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, автоматизация, рынок труда, социальное неравенство, новые профессии.*

Искусственный интеллект (ИИ) и автоматизация являются одними из самых современных областей технологий, которые вызвали значительные изменения в различных сферах нашей жизни. Эти технологии, применяемые во всех отраслях экономики, изменили многие сектора, от производства до сферы услуг, и привели к созданию новых форм занятости, возможностям трудоустройства и изменениям в социальной структуре. Однако с развитием этих технологий возникли как положительные, так и отрицательные последствия. Особенно это касается рынка труда, где ощущаются новые вызовы и социально-экономические последствия.

Влияние искусственного интеллекта и автоматизации на рынок труда:

1. эволюция рабочих мест и создание новых форм занятости.

Искусственный интеллект и автоматизация, помимо замены рабочей силы в некоторых областях, создают новые рабочие места в других. С внедрением технологий появляются новые отрасли, сферы обслуживания и профессии. Это требует от работников более высокого уровня образования и технических знаний. Например, в области искусственного интеллекта возрастает потребность в программистах, инженерах, аналитиках данных и специалистах по робототехнике.

Примеры:

Автомобильная промышленность: использование роботов и автоматизированных систем в производстве автомобилей создало новые виды рабочих мест. Возрос спрос на роботов-инженеров, системных аналитиков и специалистов по автомобильным технологиям.

Программирование и анализ данных: в результате применения искусственного интеллекта в области анализа данных, создания алгоритмов и программного обеспечения возникли новые возможности трудоустройства.

2. Специализация рынка труда и изменение требований к навыкам.

С расширением автоматизации и применения искусственного интеллекта возникают новые требования на рынке труда. В начале, простые и повторяющиеся рабочие места, которые выполнялись вручную, стали заменяться автоматизированными технологиями. Это привело к увеличению потребности в более специализированных кадрах. Для того чтобы адаптироваться к современному рынку труда, работники должны развивать свои навыки.

Примеры:

В сельском хозяйстве с использованием автономных машин и дронов увеличилось количество рабочих мест для специалистов с высшим образованием.

В здравоохранении внедрение роботизированных операций, виртуальных врачей и диагностики на основе ИИ также потребовало специалистов в области медицины с высокой квалификацией.

3. Безработица и социальное неравенство.

Развитие искусственного интеллекта и автоматизации представляет собой серьезную угрозу для работников, выполняющих простую и повторяющуюся работу. Рабочие места в таких областях могут быть заменены роботами и автоматизированными системами. Это повышает риск безработицы и социального неравенства.

Примеры:

Автоматизация на производственных линиях может привести к потере рабочих мест для неквалифицированных работников.

Сфера услуг, особенно кассиры, обслуживание клиентов и водители, также может столкнуться с уменьшением рабочих мест из-за внедрения роботизированных систем и ИИ.

4. Модернизация экономики и конкурентное преимущество.

Технологии искусственного интеллекта и автоматизации, которые внедряются на предприятиях, повышают производительность, уменьшают затраты и увеличивают скорость производства. Это создает условия для получения конкурентных преимуществ на глобальном рынке.

Примеры:

Обработка и анализ данных: применение ИИ в области анализа данных и обработки информации позволяет организациям принимать более быстрые и точные решения.

Автоматизация производства: автоматизация современного производства снижает издержки и повышает качество продукции.

5. Права работников и этические вопросы.

Применение искусственного интеллекта и автоматизации может вызвать различные проблемы, связанные с правами работников и этическими вопросами.

Этические вопросы:

Конфиденциальность работников: использование ИИ на рабочих местах может вызывать этические вопросы, связанные с сбором и обработкой личных данных сотрудников.

Прозрачность и справедливость алгоритмов: использование ИИ в процессе принятия решений ставит под сомнение прозрачность и справедливость решений, которые принимаются автоматизированными системами.

Заключение.

Искусственный интеллект и автоматизация значительно изменяют структуру экономики и рынка труда. Эти технологии оказывают как положительное, так и отрицательное влияние. В результате автоматизации некоторые рабочие места исчезают, но при этом создаются новые профессии и области, требующие более высокой квалификации. Для того чтобы эти изменения не приводили к социальному неравенству и чтобы работники могли адаптироваться к новым требованиям, необходимо развивать систему образования и защищать трудовые права.

В будущем сбалансированное управление воздействием искусственного интеллекта и автоматизации на человека и рынок труда обеспечит устойчивое развитие экономики и социальной сферы.

Список источников

1. Лялькова Е.Е, Богдашкина Е.А., Лобкова В.Э. Влияние искусственного интеллекта на рынок труда: анализ изменений в спросе на квалификации и обучении// E-Scio, 2023. № 2. С. 45 – 52.
2. Ташенов А.М. Влияние автоматизации и искусственного интеллекта на международный рынок труда в условиях цифровизации // Московский экономический журнал. 2024. № 7. С. 223 – 246.

УДК 3054

Дудинов Н.М.
Научный руководитель: Журавлева И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ФУРЬЕ-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЗВУКОВОГО ФАЙЛА С ПОМОЩЬЮ РЯДОВ ФУРЬЕ.

Аннотация: *В статье рассматривается визуализация и анализ Фурье-преобразований для обработки звуковых файлов, что позволяет разложить временные сигналы на гармонические компоненты и выявить их частотные характеристики. Исследуются теоретические основы Фурье-преобразования, его применение к звуковым сигналам и разработка графических представлений частотного спектра. Работа подчеркивает значимость этих методов для улучшения качества аудиозаписей и алгоритмов шумоподавления.*

Ключевые слова: *Фурье-преобразование, звуковые файлы, обработка сигналов, частотный спектр, визуализация данных, аудиосигналы, математический анализ.*

В современном мире математические методы играют ключевую роль в анализе и обработке сигналов, особенно в области звуковых данных. Одним из наиболее значимых инструментов является Фурье-преобразование, позволяющее разложить сложные временные сигналы на простые гармонические компоненты. Это разложение упрощает анализ звуковых волн и открывает возможности для применения математических методов в таких сферах, как акустика, музыка и телекоммуникации. Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью в

эффективных методах обработки аудиосигналов, что делает изучение математических основ Фурье-преобразования важной задачей.

Фурье-преобразование— это операция, которая сопоставляет одной функции вещественной переменной другую функцию, описывающую её гармонические составляющие с различными частотами. Для функции f преобразование задаётся интегральной формулой:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \mathrm{e}^{-\mathrm{i}x\omega} \, \mathrm{d}x$$

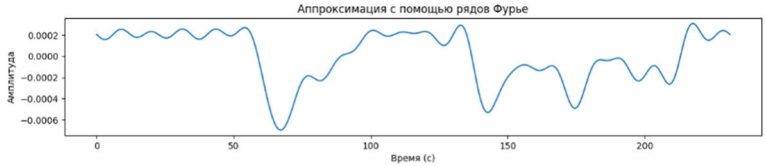
Существуют различные варианты определения с различными нормировочными множителями, но основные свойства сохраняются.

Преобразование звукового файла в частоты с использованием рядов Фурье позволяет анализировать аудиосигналы. Для загрузки аудиофайла, получения временного сигнала и частоты дискретизации используется библиотека **librosa**. Программа предлагает пользователю выбрать нужный аудиофайл. После его загрузки начинается работа функции **analyze_audio**, которая вычисляет коэффициенты ряда Фурье с помощью функции **fourier_series**:

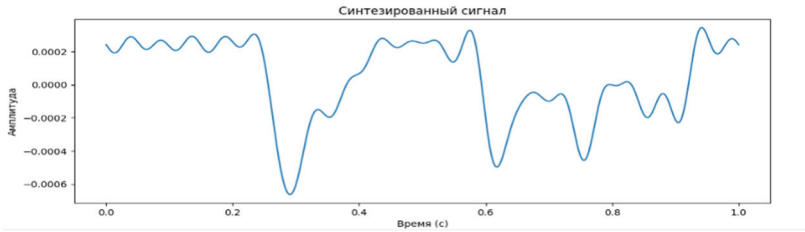
```
def fourier_series(y, T, n_terms):  3 usages
    N = len(y)
    t = np.linspace( start: 0, T, N)
    a0 = (2 / N) * np.sum(y)
    an = np.array([(2 / N) * np.sum(y * np.cos(2 * np.pi * k * t / T)) for k in range(1, n_terms + 1)])
    bn = np.array([(2 / N) * np.sum(y * np.sin(2 * np.pi * k * t / T)) for k in range(1, n_terms + 1)])
    y_approx = a0 / 2 + sum(
        an[k] * np.cos(2 * np.pi * (k + 1) * t / T) + bn[k] * np.sin(2 * np.pi * (k + 1) * t / T)
        for k in range(n_terms)
    )
    return y_approx, an, bn
```

Эта функция принимает временной сигнал, общее время и количество членов ряда. Используя свойство разложения сигнала на синусоиды, вычисляется среднее значение и коэффициенты для косинусных и синусных функций, создается аппроксимация сигнала.

После этого происходит визуализация аудиосигналовчерез различные форматы, включая оригинальный сигнал, его аппроксимацию и амплитудный спектр. Эти графики позволяют быстро оценить изменения сигнала во времени и выявить доминирующие частоты. На примере музыкальной композиции Димы Билана – «Не молчи» график аппроксимации выглядит следующим образом:



Благодаря способности Фурье-преобразования фильтровать сигналы, обнуляя необходимые частоты, программа находит очищенный сигнал исходной звуковой записи. Кроме этого, строится график синтезированного сигнала, демонстрируя результатытого, каквосстановленный сигнал соотносится с оригиналом:



Фурье-преобразования играют ключевую роль в анализе и обработке сигналов, что делает их незаменимыми в различных областях науки и техники, включая акустику, телекоммуникации, медицинскую диагностику и обработку изображений. Эти методы позволяют эффективно разлагать сложные звуковые волны на их составляющие частоты, что важно для улучшения качества звука. Они также способствуют более глубокому пониманию динамики сигналов и помогают в разработке новых технологий для обработки информации.

Список источников

1. Преобразование Фурье // Википедия: [сайт]. – 2024 – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Преобразование_Фурье/ (дата обращения: 15.12.2024).

2. Преобразование Фурье // Большая Российская Энциклопедия: [сайт]. – 2024 – URL: https://bigenc.ru/c/preobrazovanie-fur-e-fee797 (дата обращения: 19.12.2024).

3. Привалов И.И. Ряды Фурье: учебник для вузов / И.И. Привалов. — 5-е изд., стер. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 164 с. — (Высшее образование).

УДК 004.62

Ермохин А.А.
Научный руководитель: Конкин Н.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИНТЕГРАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ KATEX В РАБОТУ ЧАТ-БОТА ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ

Аннотация. *В статье рассматривается разработка программного модуля для обработки и вывода математических выражений в чат-ботах с использованием библиотеки KaTeX. Предложен принцип интеграции библиотеки в систему обмена сообщениями, основанный на преобразовании LaTeX-подобного синтаксиса в HTML-разметку. В результате работы достигнуто корректное отображение математических формул в интерфейсе чат-бота.*

Ключевые слова: *чат-бот, математика, KaTeX.*

Введение. Базовые языковые модели, используемые для работы полноценных чат-ботов, не предоставляют функционала для форматирования математических выражений, что затрудняет чтение формул и их использование в образовательных и научных целях. Интеграция библиотеки KaTeX в работу чат-бота позволяет решить эту проблему, обеспечивая удобное отображение математических формул в привычном для пользователей формате.

Цель работы — разработка программного блока анализа математических выражений с использованием KaTeX для интеграции в работу чат-ботов. **Задачи** — интегрировать KaTeX в систему чат-бота и провести сравнение текстового формата и KaTeX при форматирования тестового сообщения.

Описание KaTeX. KaTeX — это библиотека для JavaScript для рендеринга математических выражений. В отличие от LaTeX, являющегося системой вёрстки для создания документов, KaTeX специализирован только на отображении формул, написанных на синтаксисе LaTeX. В KaTeX отсутствует избыточный функционал, что позволяет сохранить ресурсы при генерации токенов. Также библиотека оптимизирована под веб-среду, что позволит нативно использовать язык разметки HTML. [1]

Алгоритм работы разработанного программного блока. Чат-бот функционирует следующим образом: вводится сообщение, происходит

отправка на сервер, обработка и отправка на вход языковой модели. На этапе обработки происходит дополнение сообщения инструкциями — здесь указывается условие, требующее от модели генерации формул используя синтаксис KaTeX:

«message += “If you mention formulas – use KaTeX syntax”»

Благодаря условию, языковая модель генерирует математические формулы в формате «$$ формула $$», которые используются для хранения и дальнейшего вывода на экране пользователя. [2]

Перед выводом сообщения на экране пользователя, необходимо для обработать формулы для корректного отображения — это делается на стороне клиента. В клиентской части системы, реализованной на TypeScript и обеспечивающей управление компонентами, визуализацию контента и обработку сетевых взаимодействий, импортируется библиотека KaTeX, предоставляющая функционал для форматирования текста в формате HTML: обработчик находит выражение KaTeX в тексте и преобразует его в формат HTML. Выражения, обработанные библиотекой, обернуты в теги span класса katex-mathml, которые затем можно использовать для дальнейшего форматирования (н-р, применения стилей).

Результат. В результате применения KaTeX, система чат-бота, вместо формата строки (рисунок 1), выводит математические формулы в более удобном формате LaTeX (рисунок 2). Формат LaTeX обеспечивает визуально понятное представление формул, максимально приближенное к традиционной математической записи.

Формально непрерывное преобразование Фурье непрерывной функции f(t) во временной области задается формулой:

F(ω) = ∫f(t)e^(-jwt)dt, где ω - угловая частота, а j - мнимая единица измерения.

Обратное преобразование Фурье позволяет восстановить исходную функцию во временной области из ее представления в частотной области.

F^(-1)(ω) = (1/2π) ∫F(ω)e^(jwt)dw.

Эти преобразования являются важными инструментами в обработке сигналов и других приложениях, обеспечивая точность и понимание частотных составляющих сигналов.

Рис. 1. Ответ чат-бота до использования KaTeX.

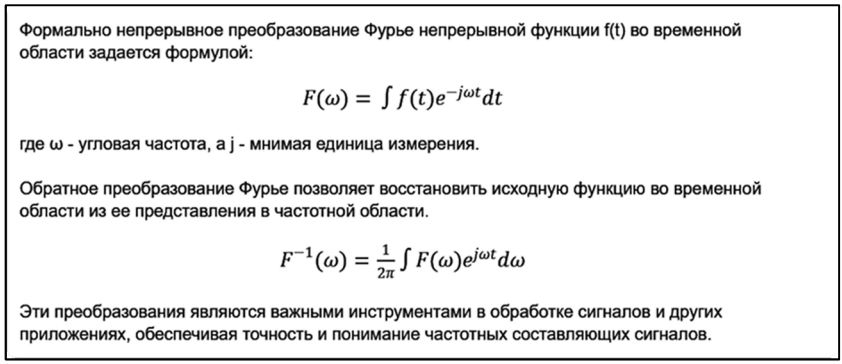


Рис. 2. Ответ чат-бота с использования KaTeX.

Заключение. В результате проделанной работы удалось расширить функционал чат-бота с помощью интеграции KaTeX для рендера математических выражений. Проведено сравнение с текстовым форматом записи и форматом KaTeX — интегрированный KaTeX формат предоставляет более визуально понятный вид записи. Дальнейшим этапом развития является возможность копировать формулы в их исходном KaTeX виде.

Список источников

1. Пруцков А.В. Математические выражения в веб-страницах / А.В. Пруцков // Cloud of Science. – 2020. – Т. 7, № 3. – С. 551-558. – EDN WZMKHP.

2. Шайдурова А. Как красиво писать формулы в LaTeX? [Электронный ресурс] // Habr. – 2023. – URL: https://habr.com/ru/articles/723564/ (дата обращения: 20.07.2024).

УДК 004.8

Ефимова К.А.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: МАТЕМАТИКА РАЗУМА

Аннотация. *В данной статье рассматривается тема влияния искусственного интеллекта на работу социальных экономических систем, а также способы использования статистического математического разума в этой сфере.*

Ключевые слова: *статистический математический разум, искусственный интеллект.*

В современной экономике, от банков до компаний, искусственный интеллект (ИИ) стремительно набирает популярность. Эта технология может радикально изменить привычные процессы, уменьшая нагрузку на сотрудников и повышая эффективность. Однако, несмотря на пользу ИИ для бизнеса и общества, существует риск сокращения рабочих мест. Поэтому важно разработать стратегии для переподготовки и адаптации работников к новым условиям, чтобы обеспечить стабильность занятости и благополучие в эпоху технологических перемен.

В рамках данной работы я постараюсь внести свой вклад в понимание этого вопроса, представив обзор научных исследований об интеграции ИИ в экономический анализ. Я рассмотрю, как ИИ адаптируется в экономике и инновациях, какие факторы этому способствуют, и какие последствия это несет. Особое внимание будет уделено роли ИИ в анализе экономических тенденций, статистический математический разум и прогнозировании проблем, которые могут возникнуть из-за его широкого применения в различных отраслях.

Рассмотрим эту ситуацию подробнее на примере. Вы работаете над задачей классификации, уже создали набор гипотез и сформировали признаки. Через час заказчики хотят увидеть первый вариант модели.

Перед вами обучающий набор данных, содержащий несколько сотен тысяч элементов и большое количество признаков. Что вы будете делать? На вашем месте я бы воспользовался *наивным байесовским алгоритмом* (naiveBayesalgorithm, НБА), который превосходит по скорости многие другие алгоритмы классификации. В его основе лежит теорема Байеса. Наивный байесовский алгоритм (НБА) представляет собой ме-

тод классификации, который основывается на фундаменте теоремы Байеса, при этом ключевым допущением является независимость признаков друг от друга. Иными словами, НБА исходит из предположения, что наличие определенного признака в рамках конкретного класса не оказывает никакого влияния на наличие или отсутствие любого другого признака.

Теорема Байеса позволяет рассчитать апостериорную вероятность *P(c|x)* на основе *P(c)*, *P(x)* и *P(x|c)*.

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)}$$

P(c|x) – апостериорная вероятность данного класса *c* (т.е. данного значения целевой переменной) при данном значении признака *x*.
P(c) – априорная вероятность данного класса.
P(x|c) – правдоподобие, т.е. вероятность данного значения признака при данном классе.
P(x) – априорная вероятность данного значения признака.

Рассмотрим на примере задачи. Предположим, у нас есть ИИ, который помогает инвесторам оценивать потенциал стартапов. ИИ анализирует различные социально-экономические факторы, чтобы спрогнозировать, насколько вероятно, что стартап достигнет успеха.

• **A:** Наличие опытной команды (например, большинство членов команды имеют опыт работы в успешных стартапах).

• **B:** Работа в перспективной отрасли (например, искусственный интеллект, возобновляемая энергетика).

• **C:** Наличие государственной поддержки (например, гранты, налоговые льготы).

Статистика

P(Успех) = 0.2

• P(A | Успех) = 0.8, P(B | Успех) = 0.7, P(C | Успех) = 0.6 (A, B, C - наличие опытной команды, работа в перспективной отрасли, господдержка)

• P(A | Не Успех) = 0.3, P(B | Не Успех) = 0.4, P(C | Не Успех) = 0.2

Задача: НайтиP(Успех | A, B, C).

Решение:

1. Вычисляем P(A, B, C | Успех) = 0.8 × 0.7 × 0.6 = 0.336
2. Вычисляем P(A, B, C | Не Успех) = 0.3 × 0.4 × 0.2 = 0.024
3. Вычисляем P(A, B, C) по формуле полной вероятности.
4. Подставляем значения в теорему Байеса, получаем P(Успех | A, B, C) ≈ 0.7778

Вероятность того, что стартап с опытной командой, работающий в перспективной отрасли и получающий государственную поддержку, добьется успеха, составляет примерно 77.78%. ИИ, используя теорему Байеса, предоставляет инвестору ценную информацию для принятия решения об инвестировании.

Предложенный подход к экономическому прогнозированию объединяет ИИ-алгоритмы и детальный анализ данных (равновесные состояния, индикаторы) для создания прогнозов и оценки влияния политических, социальных и экономических факторов. Исследование определяет направления для оценки влияния ИИ на инновации и способствует разработке стратегий для решения проблем, возникающих при его внедрении, обогащая экономический анализ.

Список источников

1. Галаева А.М. «Применение искусственного интеллекта в социально-экономических исследованиях» // Экономика: вчера, сегодня, завтра – 2023 - №-4-1 – с.38-45

2. Кириченко А.О., Золкин А.Л., Свердликова Е.А., Подолько П.М. «Методы и возможности применения искусственного интеллекта в анализе экономических тенденций» // Прикладные экономические исследования. – 2024 - №1 – с. 177-18

УДК.539.376

Жижин Д.Д.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

RSA: АЛГОРИТМ ШИФРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ

***Аннотация**. Статья посвящена исследованию алгоритма RSA – основополагающего метода шифрования, где безопасность обеспечивается сложностью произведения двух больших чисел.*

***Ключевые слова:** RSA, шифрование, простые числа.*

В условиях растущих угроз кибератак и необходимости защиты личных данных RSA (алгоритм шифрования, основанный на факторизации больших чисел) продолжает оставаться важным инструментом в области информационной безопасности. Его широкое применение в

обеспечении безопасности онлайн-транзакций, электронной почты и других форм цифровой коммуникации подчеркивает его значимость в современном цифровом мире.

RSA — один из самых известных и широко используемых алгоритмов шифрования, основанный на сложности разложения больших чисел на простые множители. Основная идея заключается в использовании сложности факторизации произведения двух больших простых чисел. Это делает его идеальным для защиты данных в интернете. [1].

Главная особенность RSA – асимметричность: для шифрования и расшифровки используются разные ключи (публичный и приватный).

Основные этапы алгоритма [2]:

1. Генерация ключей - этот этап включает в себя создание пары ключей, необходимых для шифрования и дешифрования данных. Он состоит из следующих шагов:

- Выбираются два больших простых числа p и q.
- Вычисляется их произведение: $n = p \times q \,(модуль)$.
- Вычисляется функция Эйлера: $\varphi(n) = (p-1)(q-1)$.
- Выбрать открытую экспоненту: e (обычно 65537) $1 < e < \varphi(n)$, e взаимно просто с $\varphi(n)$.
- Найти секретную экспоненту d, такую что $d \times e = 1 \bmod \varphi(n)$.

2. Шифрование - этот этап включает преобразование открытого текста в зашифрованный формат, чтобы защитить информацию от несанкционированного доступа. Процесс включает:

Открытый ключ: (e, n). Сообщение M преобразуется в числовое представление m.

Зашифрованное сообщение: $C = m^e \mod n$.

3. Расшифрование – этот этап позволяет восстановить оригинальный открытый текст из зашифрованного сообщения. Процесс включает:

Закрытый ключ: *(d, n)*

Полученное сообщение C расшифровывается: $M = C^d \mod n$.

Пример использования RSA:

1. Генерация ключей
- Выбираем два простых числа: $p = 5$ и $q = 11$
- Вычисляем модуль: $n = 5 \times 11 = 55$
- Вычисляем функцию Эйлера: $\varphi(n) = (5-1)(11-1) = 4 \times 10 = 40$
- Выбираем открытую экспоненту: должна быть взаимно простой с $\varphi(n) = 40$.

Попробуем e = 3: НОД(3,40) = 1 – подходит

- Находим секретную экспоненту: $d \times e = 1 \bmod \varphi(n)$

То есть: $3 \times d = 1 \bmod 40$

Подбираем d: $3 \cdot 27 = 81$

$81 \bmod 40 = 1 - d = 27$

Итоговые ключи:

- Публичный ключ: $e = 3$, $n = 55$,
- Приватный ключ: $d = 27$, $n = 55$.

2. Шифруем сообщение: Пусть М. хочет отправить И. число $m = 14$. Используем публичный ключ И. ($e = 3$, $n = 55$):

$$C = m^e \bmod n = 14^3 \bmod 55$$

Считаем:

1. $14^3 = 2744$
2. $2744 \div 55 = 49$
3. $55 \times 49 = 2695$
4. $2744 - 2695 = 49$

Зашифрованное сообщение: $c = 49$

3. Расшифровка: И. использует свой приватный ключ d = 27, n = 55:

$$m = C^d \bmod n = 49^{27} \bmod 55$$

Упрощение выражения с помощью метода быстрого возведения в степень:

1. $49^1 \bmod 49$
2. $49^2 = 2401 \bmod 55 = 2401 - 43 \times 55 = 2401 - 2365 = 36$
3. $49^4 = \left(49^2\right)^2 = 36^2 = 1296 \bmod 55 = 1296 - 23 \times 55 = 1296 - 1265 = 31$
4. $49^8 = \left(49^4\right)^2 = 31^2 = 961 \bmod 55 = 961 - 17 \times 55 = 961 - 935 = 26$
5. $49^{16} = \left(49^8\right)^2 = 26^2 = 676 \bmod 55 = 676 - 12 \times 55 = 676 - 660 = 16$
6. $49^{26} = 49^{16} \times 49^8 \times 49^2 \times 49^1 = 16 \times 26 \times 31 \times 36 \times 49$

Теперь вычисляем поэтапно:

1. $16 \times 26 = 416 \bmod 55 = 416 - 7 \times 55 = 416 - 385 = 31$
2. $31 \times 36 = 1116 \bmod 55 = 1116 - 20 \times 55 = 1116 - 1100 = 16$
3. $16 \times 49 = 784 \bmod 55 = 784 - 14 \times 55 = 784 - 770 = 14$

Расшифрованное сообщение: $m = 14$

RSA считается безопасным при условии использования достаточно больших ключей (не менее 2048 бит) [3].

Однако существуют угрозы:

- Факторизация больших чисел - если удастся разложить n на p и q, закрытый ключ будет раскрыт.
- Атака на малую экспоненту e - если используется предсказуемый текст, его можно восстановить.
- Квантовые компьютеры – в будущем алгоритм Шора сможет эффективно разлагать большие числа, что угрожает RSA.

RSA — мощный инструмент шифрования, который обеспечивает безопасность передачи данных. Его стойкость основана на сложности факторизации больших чисел, а применение охватывает почти все сферы защиты данных.

Список источников

1. Прохорова О.В. Информационная безопасность и защита информации: учебник для вузов / О.В. Прохорова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 124 с.
2. Леонтьев А.С. Защита информации: учебное пособие / А.С. Леонтьев. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021. — 79 с.
3. Каширская Е.Н. Криптографические системы: учебное пособие / Е.Н. Каширская, А.П. Кушнир. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021. — 66 с.

УДК 511.522.2

Иванова Д.В.
Научный руководитель: Салихова Л.М., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВЕЛИКАЯ ТЕОРЕМА ФЕРМА

Анотация. *Великая теорема Ферма — это одна из самых известных и загадочных теорем в истории математики. Она была сформулирована французским математиком Пьером Ферма в 1637 году и оставалась недоказанной на протяжении более 350 лет.*

Ключевые слова*. Теорема Ферма, Пьер Ферма, Великая теорема Ферма.*

Пьер Ферма, читая «Арифметику» Диофанта Александрийского и размышляя над её задачами, имел привычку записывать на полях книги результаты своих размышлений в виде кратких замечаний. Против восьмой задачи Диофанта на полях книги, Ферма записал:

«Кубу невозможно быть суммой двух кубов, четвёртой степени невозможно быть суммой двух четвёртых степеней, или, в общем, любому числу, представляющему собою степень, большую второй, невозможно быть суммой двух таких же степеней. Я открыл воистину чудесное доказательство этого предположения, для размещения которого здесь эти поля слишком узки»

Если перевести эту цитату в алгебраическую форму записи, то теорема Ферма утверждает, что для любого целого положительного числа n > 2 уравнение:

$$a^n + b^n = c^n$$

не имеет решений в целых положительных числах *a, b, c* отличных от нуля.

Ферма записал это уравнение в той части книги «Арифметика» Диофанта, где речь шла об известной теореме Пифагора, которая утверждает, что в любом прямоугольном треугольнике квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов. Если *a* и *b* являются катетами прямоугольного треугольника, а *c* – гипотенузой, то в алгебраической форме записи уравнение примет вид:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

что является частным случаем от общего уравнения при показателе степени $n = 2$.

Ферма утверждал, что при целом положительном показателе степени $n > 2$ решение для *a, b, c* в области целых положительных чисел не существует в принципе и это утверждение потребовало для своего доказательства сотни лет поисков самых известных математиков. Немалую лепту в этот процесс внесла именно простота написания.

На протяжении последних 350 лет Великую теорему Ферма правильнее было бы называть Великой гипотезой Ферма.

Для n=3 великую теорему Ферма доказал Леонард Эйлер, для $n = 4$ доказательство привели П. Дирихле и А. Лежандр (1825 год), для $n = 7$ – французский математик, механик, физик и инженер Г. Ламе (1839 год). Появление компьютеров значительно расширило возможности для доказательства. После Второй мировой войны группы программистов и математиков доказали Великую теорему Ферма при всех значениях n до 500 затем до 1000 а позже до 10000. В 80-е годы Сэмюэль Вагстафф поднял предел до 25000, а в 90-х математики заявили, что Великая тео-

рема Ферма верна при всех значениях n до 4 миллионов. Но все это были частные случаи, строгого доказательства теоремы Ферма представлено не было.

В результате математическое сообщество пришло к выводу, что нужно искать другие пути, существующими в математике типовыми методами проблему доказательства в общем виде не решить.

Оказалось, что теорема Ферма не укладывается в ложе линейной действительной оси, когда существует однозначное соответствие между множеством действительных чисел и множеством точек, равномерно расположенных на прямой. Другими словами, существуют такие действительные числа, для операций с которыми нужны другие формы представления.

Усилия математиков привели к получению многих важных результатов современной теории чисел. Давид Гильберт в своём докладе «Математические проблемы» на II Международном конгрессе математиков (8 августа 1900 года) отметил, что поиск доказательства для этой, казалось бы, малозначимой теоремы привёл к глубоким результатам в теории чисел.

Надежд на успех не прибавлялось до тех пор, пока доказательство в сентябре 1994 года не представил американский математик, профессор Принстонского университета, Эндрю Уайлс.

Оно заняло 130 страниц машинописного текста, математик работал над ним в течение семи лет. Небольшой пробел в доказательстве удалось устранить с помощью соавтора и ученика Уайлса - Ричарда Тейлора, и в мае 1995 года был представлен окончательный вариант доказательства.

Само по себе доказательство теоремы Ферма представляет интерес только для специалистов в области математической теории. Важным является тот факт, что в процессе доказательства были разработаны или дополнены разделы математики, которые активно используются. Это такие направления, как алгебраическая геометрия, аналитическая теория чисел. В физике было создано направление нелинейной квантовой механики. Наука о шифровании, основанная на свойствах эллиптических кривых, тоже получила своё развитие. Это защита электронных документов, цифровые подписи. Поскольку свойства эллиптических кривых очень тесно связаны с уравнением Ферма, то вклад в это направление неоспорим.

В 2000 году по инициативе ЮНЕСКО отмечался Всемирный год математики. В честь этого события в Чехии была выпущена почтовая марка, посвящённая Великой теореме Ферма.

Заключение. Великая теорема Ферма - это не только математическая загадка, но и символ упорства и стремления к знаниям. Её история, начиная с Пьера Ферма и заканчивая Эндрю Уайлсом, показывает, как математика может объединять поколения и вдохновлять на новые открытия. Изучение этой теоремы продолжает оставаться актуальным и важным для развития математики в целом.

Список источников

1. Рибенбойм П. Последняя теорема Ферма для любителей. – М.: Мир, 2003, 432 с.
2. Постников М.М. Введение в теорию алгебраических чисел. – М.: Наука, 1982, 128 с.
3. Сингх С. Великая теорема Ферма. – М.: МЦНМО, 2000, 255 с.

УДК 539.376

Короткова Н.А., Ермохин А.А.
Научный руководитель: Конкин Н.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ STT/TTS- ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТРАНСКРИБИРОВАНИЯ АУДИОФАЙЛОВ

Аннотация. Исследование посвящено сравнительному анализу оффлайн- и облачных решений для задач преобразования речи в текст (STT) и текста в речь (TTS). На примере библиотек Vosk, MultilingualTTS и облачного сервиса Yandex SpeechKit рассмотрены ключевые аспекты их работы: точность, скорость, безопасность.

Ключевые слова: STT (Speech-to-Text), TTS (Text-to-Speech), Vosk, MultilingualTTS, Yandex SpeechKit, оффлайн-обработка, облачные сервисы.

Современные технологии обработки речи, такие как STT (Speech-to-Text) и TTS (Text-to-Speech), активно используются в различных приложениях. Существует два основных подхода: оффлайн-библиотеки (например, Vosk и MultilingualTTS), обеспечивающие локальную обработку данных для конфиденциальных задач, и облачные сервисы (такие как Yandex SpeechKit), которые предлагают высококачественный синтез речи с эмоциональной окраской и улучшенным шумоподавлением за счет нейросетевых технологий.

Цель работы – сравнение эффективности оффлайн- и облачных решений для преобразования речи в текст (SST) и текста в речь (TTS) на примере библиотек Vosk, MultilingualTTS и Yandex SpeechKit.

Современные технологии обработки речи, такие как преобразование аудио в текст (STT) и синтез речи из текста (TTS), активно используются в различных сценариях. Библиотека Vosk, основанная на гибридной архитектуре Kaldi, обеспечивает локальное распознавание речи с балансом точности и производительности. Работа начинается с подготовки аудио: файлы конвертируются в формат WAV с частотой 16 кГц и моно-канальным звуком, после чего применяется шумоподавление для устранения фоновых помех.

Распознавание выполняется через предобученную модель Vosk (по умолчанию используется компактная русскоязычная модель vosk-model-small-ru-0.22), обрабатывающую аудио потоково — небольшими фрагментами по 4000 фреймов. Это позволяет эффективно работать с длинными записями без перегрузки памяти. По завершении обработки временные файлы автоматически удаляются, что упрощает управление данными.

Для обратной задачи — синтеза речи — используется библиотека MultilingualTTS, основанная на нейросетевых моделях Silero. Текст предварительно обрабатывается: числа преобразуются в слова, удаляются специальные символы, а для русского языка выполняется нормализация (например, замена «ё» на «е»). Длинные тексты разбиваются на фрагменты до 800 символов для стабильной работы моделей Tacotron-2 и FastSpeech, обеспечивающих естественные интонации. Результат сохраняется в форматах WAV или OGG через ffmpeg, что гарантирует совместимость с большинством платформ.

Локальные решения не всегда обеспечивают высочайшее качество или обработку в реальном времени. В таких случаях эффективны облачные сервисы, например Yandex SpeechKit. Он использует нейросетевые алгоритмы для точного распознавания речи в шумной среде и синтеза с эмоциональной окраской («нейтральный», «злой», «радостный»), что критично для создания immersive-интерфейсов. Платформа автоматически подавляет шумы и нормализует аудио, справляясь даже с записями из шумных локаций.

Интеграция с облачной инфраструктурой Яндекса обеспечивает мгновенную обработку: транскрибация и синтез выполняются практически без задержек. Это делает SpeechKit идеальным решением для чатботов, голосовых ассистентов и систем умного дома, где скорость и качество критически важны.

Современные задачи распознавания и синтез речи требуют баланс между скоростью, точностью и адаптивностью. В этом контексте облачный сервис Yandex SpeechKit демонстрирует ряд технологических

преимуществ. Его нейросетевые алгоритмы обеспечивают мгновенное распознавание даже в шумной среде и синтез с эмоциональной окраской, что критично для чат-ботов или голосовых ассистентов. Интеграция с облачной инфраструктурой Яндекса позволяет обрабатывать аудио за доли секунды, автоматически подавлять шумы и адаптироваться к контексту.

При использование облачных решений, включая SpeechKit, важно учитывать аспекты безопасности. Хотя передача данных в сеть остается обязательным условием работы, сервис применяет сквозное шифрование и следует строгим SLA-соглашениям, что снижает риски для большинства коммерческих проектов. В результате исследования проведен сравнительный анализ оффлайн- и облачных решений для задач преобразования речи в текст (STT) и текста в речь (TTS). На примере библиотек Vosk, Multilingual TTS и сервиса Yandex SpeechKit выявлены ключевые особенности каждого подхода, их сильные и слабые стороны в контексте точности, скорости, безопасности и функциональности. Облачное решение Яндекс демонстрирует более высокую точность: показатель Word Error Rate (WER) составляет 21,62% против 31,58% у оффлайн-библиотеки, а точность распознавания достигла 78,38% против 68,42%. Общее время выполнения задачи у облачного сервиса Яндекс — 3,09 секунды, что в три раза быстрее оффлайн-библиотеки (9,04 секунды), однако локальное решение требует дополнительных 5,71 секунды на инициализацию моделей. После запуска оффлайн-библиотека показывает чуть более высокую скорость генерации аудио — 23,88 символов в секунду против 19,83 у облачного сервера. Безопасность остается ключевым преимуществом оффлайн-решений: данные обрабатываются локально без передачи в сеть, что исключает риски утечек, тогда как облачные серверы потенциально уязвимы при работе с конфиденциальной информацией.

Список источников

1. Alphacep. Vosk API: Offline Speech Recognition Toolkit [Электронный ресурс]. GitHub Repository, 2023. URL: https://github.com/alphacep/vosk-api.

2. Silero Team. Silero Models: Speech Synthesis for Multiple Languages [Электронный ресурс]. GitHub Repository, 2023. URL: https://github.com/snakers4/silero-models.

3. Yandex Cloud. Yandex SpeechKit Documentation [Электронный ресурс]. Yandex, 2023. URL: https://cloud.yandex.ru/docs/speechkit/.

УДК 3054

Марышев А.Р.
Научный руководитель: Журавлева И.В., к.ф-м.наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ “МОНТЕ-КАРЛО” В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ

Аннотация. *Методы Монте-Карло (ММС) представляют собой подход, основанный на использовании случайности и статистического моделирования, для решения сложных вычислительных задач, характеризующихся высокой степенью неопределенности. Применение ММС охватывает широкий спектр областей – от финансовых расчетов и задач оптимизации до моделирования физических процессов, где традиционные аналитические методы оказываются неэффективными.*

Ключевые слова: *Метод Монте-Карло, вычислительная оптимизация, имитация отжига, алгоритм Метрополиса, псевдослучайные числа, вероятностные методы, оптимизация параметров, Python, NumPy, прогнозирование и риски.*

В современном мире сложные системы часто характеризуются неопределенностью, затрагивающей такие области, как финансы и физика, где традиционные методы решения задач оказываются неэффективными. Эксперименты и моделирование требуют значительных ресурсов, что усложняет оперативное принятие решений. Это создает потребность в быстрых и надежных способах анализа данных. Методы, основанные на принципе случайности, позволяют эффективно оценивать риски и прогнозировать, обеспечивая статистически обоснованные результаты даже при высокой степени неопределенности.

Алгоритм Монте-Карло –это численный метод решения задач, основанный на использовании случайных величин и статистического моделирования. Он применяется для вычисления сложных математических проблем, таких как интегрирование, оптимизация или моделирование процессов, которые сложно решить аналитическими методами. Суть алгоритма заключается в преобразовании задачи в вероятностную форму и проведении большого числа случайных экспериментов, результаты которых позволяют получить статистическую оценку искомого значения.

Алгоритм использования метода Монте-Карло в *оптимизации имитации отжига* моделирует процесс кристаллизации вещества, где система стремится к состоянию с минимальной энергией, как атомы в

устойчивой кристаллической решётке. Алгоритм начинается с начального состояния системы x_0 из пространства всех возможных состояний X, затем применяет оператор A, который создает новое состояние x_i^*, вероятно улучшая предыдущее точечное приближение. На каждом шаге рассчитывают изменение энергии $\Delta F_i = F(x_i^*) - F(x_i)$, где $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{x})$ — это целевая функция, представляющая "энергию" системы. Если энергия уменьшается ($\Delta F_i \leq 0$), система перемещается в новое состояние ($x_i + 1 = x_i^*$). Однако, если энергия увеличивается ($\Delta F_i > 0$), переход возможен лишь с вероятностью, связанной с текущей температурой T_i, согласно закону Гиббса:

$$P(x_i^* \to x_i \ + 1 \mid x_i \ ) = exp(-\frac{\Delta F_i}{T_i})$$

Температура T_i постепенно снижается по убывающей последовательности, имитируя физический процесс закалки, что с течением времени всё сильнее ограничивает переходы в состояния с более высокой энергией. Цикл завершения происходит, когда температура достигает нуля, и система достигает устойчивого состояния, близкого к минимуму целевой функции.

Использование имитации отжига с применением метода Монте-Карло позволяет решать задачи оптимизации, имитируя физический процесс кристаллизации, где атомы вещества переходят в устойчивое энергетическое состояние. Написанный код реализует этот принцип для минимизации функции. В его основе лежит нахождение глобального минимума целевой функции, в данном случае:

$$f(x) = x^2 + 5\sin(x)$$

Изначально программа задает начальное состояние x, генерируемое случайным образом из промежутка [−10,10]. Основной алгоритм, реализованный в функции simulated_annealing.

```
def simulated_annealing(starting_x, initial_temperature, cooling_rate, step_size, max_iterations):
    current_x = starting_x
    current_energy = objectiveFunction(current_x)
    temperature = initial_temperature

    for iteration in range(max_iterations):
```

Функция принимает параметры: начальную температуру, скорость охлаждения, шаг изменения состояния и максимальное количество итераций. Алгоритм начинается с начального значения x, которое соответствует текущей энергии функции. Далее система генерирует новое состояние x^* с помощью функции neighborSolution,

```
def neighborSolution(x, step_size):
    return x + numpy.random.uniform(-step_size, step_size)
```

добавляя случайное значение в пределах заданного шага.

Затем в зависимости от новой энергии, она либо принимается, либо с некоторой вероятность высчитывается снова на основе формулы Гиббса. Процесс продолжается до достижения заданного числа итераций. Алгоритм возвращает конечное значение x, соответствующее минимальной найденной энергии. Например, для множества параметров (начальная температура 1000, охлаждение 0.99, шаг 0.5 и 10 000 итераций), итогом выполнения программы становится оптимальное значение x и минимальное значение энергии, которые выводятся в конце.

Метод Монте-Карло, основанный на статистическом моделировании, эффективен для задач оптимизации, включая алгоритм имитации отжига. Метод Монте-Карло эффективно применяется для оптимизации, включая алгоритм имитации отжига, ускоряя поиск глобального минимума благодаря случайным вариациям. Сочетание этих методов позволяет избегать локальных минимумов и сокращает время вычислений благодаря параллельным расчетам. Это делает их мощным инструментом для решения сложных задач оптимизации и открывает новые возможности в научных исследованиях.

Список источников

1. Метод Монте-Карло // Wikipedia URL: https://clck.ru/3FrdV5
2. Алгоритм имитации отжига // Wikipedia URL: https://clck.ru/3FrdVP Метод Монте-Карло и его точность // harbor URL: https://habr.com/ru/articles/274975/

УДК 519.17

Моисеев К.Д.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА О ПОИСКЕ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ

Аннотация. *Рассмотрены алгоритмы, используемые для решения задачи о кратчайшем пути, а также их применение в реальных сценариях.*

Ключевые слова: *кратчайший путь, граф, алгоритм.*

Задача о поиске кратчайшего пути является одной из ключевых в теории графов и имеет широкое применение в различных сферах, таких как логистика, навигация, компьютерные сети и социальные медиа. Эффективное решение данной задачи позволяет значительно оптимизировать процессы, сокращая затраты ресурсов и времени.

Рассмотрены алгоритмы поиска кратчайшего пути.

1. **Алгоритм Дейкстры** — это один из самых известных и широко используемых алгоритмов для нахождения кратчайшего пути в графе с неотрицательными весами рёбер. Он работает по принципу постепенного расширения известного кратчайшего расстояния от начальной вершины до всех остальных вершин графа.

Ход алгоритма:

1) Устанавливаем начальную вершину с расстоянием 0, а все остальные вершины с бесконечным расстоянием.

2) Находим вершину с минимальным расстоянием, которая ещё не была обработана.

3) Для каждого соседа выбранной вершины обновляем расстояние, если найден новый кратчайший путь.

4) Повторяем шаги 2 и 3, пока не будут обработаны все вершины.

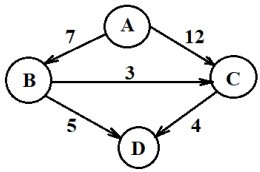
К преимуществам алгоритма Дейкстры можно отнести быстроту решения для графов с неотрицательными весами и простоту в реализации.

К недостаткам относится невозможность работы с графами, содержащими рёбра с отрицательными весами.

Данный алгоритм требует использования структуры данных, такой, как очередь с приоритетом, что может усложнить реализацию.

2. **Алгоритм A*** является расширением алгоритма Дейкстры и использует эвристическую функцию для оптимизации поиска. Он сочетает в себе преимущества поиска по первому найденному пути и жадных алгоритмов. Этот алгоритм основан на оценке стоимости пути, которая складывается из двух компонентов: стоимости пути от начальной вершины до текущей ($g(n)$) и предполагаемой стоимости пути от текущей до конечной вершины ($h(n)$).

При этом эвристическая функция $h(n)$ должна быть «допустимой», то есть никогда не переоценивать стоимость пути до цели. Например, в задаче о навигации можно использовать евклидово расстояние между текущей и целевой вершинами как эвристику. Это позволяет алгоритму A* более эффективно находить кратчайший путь, избегая ненужных узлов.



В навигационных системах, таких как Google Maps, алгоритм A* используется для нахождения оптимальных маршрутов, учитывая различные факторы, такие как пробки и условия движения.

К преимуществам можно отнести то, что алгоритм A* использует эвристическую функцию для более быстрого поиска пути, что делает его особенно эффективным для задач с известной структурой (например, в играх и навигации). А также позволяет находить кратчайший путь в графах с неотрицательными весами.

Однако, эффективность алгоритма сильно зависит от выбора эвристики. Неудачная эвристика может значительно увеличить время выполнения. Также его применение может потребовать больших объёмов памяти при работе с крупными и сложными графами.

3. **Алгоритм Беллмана-Форда** позволяет найти кратчайшие пути из одной вершины графа до всех остальных, даже для графов, в которых веса ребер могут быть отрицательными. При этом позволяет определить наличие циклов отрицательного веса, достижимых из начальной вершины.

Данный алгоритм легок в реализации и понимании. Однако он является более медленным по сравнению с другими алгоритмами, особенно на больших графах. При этом алгоритм Беллмана - Форда не гарантирует оптимальное решение в случае наличия отрицательных циклов, что требует дополнительной обработки.

Задача 1. Допустим, есть ориентированный граф, представляющий дороги между городами. Вершины графа — это города, а рёбра — это дороги между ними с определёнными расстояниями. Необходимо найти кратчайший путь от города A до города D.

Решение. Из города A можно добраться до B(7) или C(12). Если пойти через B, то расстояние до D будет $A \to B(7) \to D(5) = 7 + 5 = 12$. Если пойти через C, то расстояние до D будет $A \to C(12) \to D(4) = 16$.

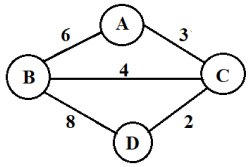
Таким образом, кратчайший путь от A до D — это путь $A \to C \to D$ с общим расстоянием 12.

Задача 2. Имеется неориентированный граф, представляющий сеть железных дорог между городами. Нужно найти кратчайший путь от города A до города D.

Решение. Из города A можно добраться до B(6) или C(3). Если пойти через C, то $A \to C(3) \to D(2) = 3 + 2 = 5$. Если пойти через B, то $A \to B(6) \to D(8) = 6 + 8 = 14$. Таким образом, кратчайший путь от A до D — это путь $A \to C \to D$ с общим расстоянием 5.

Выбор алгоритма зависит от конкретных требований задачи, структуры графа и наличия или отсутствия отрицательных весов.

С развитием технологий, таких как искусственный интеллект и квантовые вычисления, открываются новые возможности для оптимизации задач поиска кратчайшего пути. Будущие исследования могут сосредоточиться на интеграции этих технологий с существующими алгоритмами для повышения эффективности и адаптивности систем.



Также стоит обратить внимание на использование анализа больших данных для создания более точных и адаптивных систем, способных предсказывать изменения в реальном времени. Это откроет новые горизонты для применения алгоритмов поиска кратчайшего пути в таких сферах, как умные города и интернет вещей.

Список источников

1. Бойков В. А.О. Применение жадных алгоритмов в некоторых задачах дискретной математики // Программные продукты и системы. 2019 №1.– с.55-62.
2. https://infostart.ru/public/1088569/

УДК 3054

Николаева Л.С.
Научный руководитель: Журавлева И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ: БЛУЖДАНИЕ СЛУЧАЙНОЙ ТОЧКИ

Аннотация. *В данной работе исследуются свойства случайных блужданий с использованием языка программирования Python. Случайное блуждание представляет собой математическую модель, описывающую движение объектов под воздействием случайных факторов, и имеет широкое применение в различных областях науки.*

Ключевые слова: *случайные процессы, блуждание, дисперсия, вероятность.*

Случайные процессы играют ключевую роль в анализе сложных систем, где предсказать точный исход невозможно. Они помогают моделировать явления, связанные с неопределенностью и случайностью. Одним из таких процессов является **случайное блуждание** — последовательность случайных шагов, где на каждом шаге объект может перемещаться в одном из направлений с определенной вероятностью. Доклад охватывает следующие ключевые темы:

1. **Определение случайного блуждания**:

Случайное блуждание — это последовательность случайных шагов, где на каждом шаге объект может перемещаться в одном из направлений с определенной вероятностью. Простейший пример — блуждание по числовой прямой.

2. **Математические характеристики**:

Ожидаемое значение и дисперсия положения после n шагов.

$E[X_n]=n(2p-1)$

$Var(X_n) = n*(2p(1-p))$

Вероятность того, что после n шагов блуждание окажется в позиции m, можно выразить через биномиальное распределение:

$P_n (X = m) = C_k^n p^k q^{n-k}$

где $k = (n + m)/2$, а $C_k^n = n!/(k!(n-k)!)$ — биномиальный коэффициент.

3. **Исторический контекст**: обсуждаются важные этапы в развитии теории случайного блуждания, начиная с работ Роберта Брауна и заканчивая исследованиями Луи Бачелье и А. Н. Колмогорова.

4. **Применение**: Случайное блуждание находит применение в различных областях:

Физика: Моделирование броуновского движения и тепловых процессов.

Экономика: Описание цен акций и непредсказуемости рыночных колебаний.

Биология: Моделирование миграции животных и распространения генов.

В докладе приведены примеры программирования для симуляции случайного блуждания, что позволяет проверить теоретические вероятности и ожидания.

Доклад подчеркивает, что случайное блуждание является мощным инструментом для анализа случайных процессов, его простота делает его основой для более сложных моделей в теории вероятностей и статистике. Понимание свойств случайного блуждания открывает новые перспективы для исследований в различных научных дисциплинах.

Список источников

1. Случайные блуждания / Статьи — Математическая составляющая – URL: https://book.etudes.ru/articles/randomwalk/

2. Случайное блуждание – URL: https://bigenc.ru/c/sluchainoe-bluzhdanie-05f9a5

3. Эфрос А. Л. Физика и геометрия беспорядка. — М.: Наука, 1982. — Библиотечка «Квант»; Вып. 19.

УДК 511.1

Овчинников В.А.
Научный руководитель Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ГИПОТЕЗА КОЛЛАТЦА: ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация. *Работа посвящена исследованию гипотезы Коллатца, одной из наиболее известных нерешенных проблем в теории чисел. В рамках данной работы было проведено исследование последовательностей Коллатца с использованием специально разработанного программного обеспечения на языках C и Python.*

Ключевые слова: *гипотеза Коллатца, последовательности, программирование, статистика, математика, графики.*

Гипотеза Коллатца формулируется следующим образом:

Возьмите любое натуральное число n. Если n четное, разделите его на 2. Если n нечетное, умножьте его на 3 и прибавьте 1. Повторяйте эти шаги с новым значением n. Гипотеза утверждает, что вне зависимости от того, с какого начального натурального числа мы начнем, последовательность в конечном итоге достигнет числа 1. Затем зациклится.

Для удобства исследования гипотезы были написаны две программы на языках C и Python.

```python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import matplotlib.ticker as ticker
def collatz_sequence(n):
    if not isinstance(n, int) or n <= 0:
        raise ValueError("Начальное значение должно быть положительным целым числом.")

    sequence = [n]
    while n != 1:
        if n % 2 == 0:
            n = n // 2
        else:
            n = 3 * n + 1
        sequence.append(n)
    return sequence
def plot_collatz(start_value):
    try:
        sequence = collatz_sequence(start_value)
    except ValueError as e:
        print(e)
        return
    x_values = list(range(len(sequence)))
    y_values = sequence
    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.plot(x_values, y_values, marker='o', linestyle='-')
    plt.xlabel("Итерация")
    plt.ylabel("Значение последовательности")
    plt.title(f"Последовательность Коллатца для n = {start_value}")
    plt.grid(True)
    plt.gca().yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(10))

    plt.show()
if True:
    try:
        start_value = int(input("Введите начальное значение: "))
        plot_collatz(start_value)
    except ValueError as e:
        print("Пожалуйста, введите целое число.")
        print(e)
```

```c
#include <stdio.h>
int main() {
  int n, i=0;
  printf("Введите целое число: ");
  scanf("%d", &n);
  if (n <= 0) {
    printf("Пожалуйста, введите положительное число.\n");
    return 1;
  }
  printf(" Последовательность Коллатца для %d:\n", n);
  while (n != 1) {
    if (n % 2 == 0) {
      n = n / 2; }
  else {
      n = 3 * n + 1;
      printf("%d\n", n);
    i++;}
  printf("%d\n ", n);
  printf("Количество шагов: %d ", i);
  return 0;
}
```

Рис. 1. Программы для вычисления и визуализации

С помощью программного обеспечения были исследованы последовательности Коллатца для различных начальных чисел. Были обнаружены интересные особенности в поведении последовательностей.

Визуализация графиков**:** Анализ графиков для чисел n=26 и n=28 показал, что небольшая разница в начальных значениях приводит к значительно отличающимся траекториям графиков (Рис. 2).

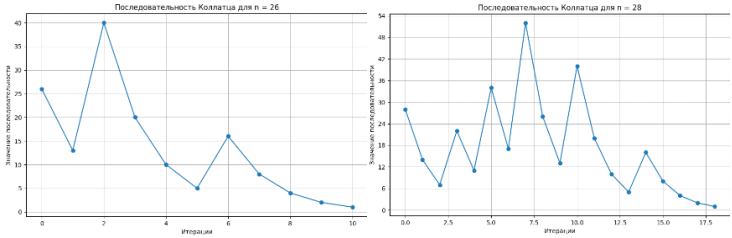


Рис. 2. Графики последовательностей Коллатца для n=26 (слева) и n=28 (справа)

Уникальное число 27**:** Число 27 демонстрирует необычное поведение, требуя 110 итераций для достижения 1 и достигая максимального значения 9232. Это количество итераций близко к сумме итераций для соседних чисел, умноженной на 4. Число 2700 демонстрирует график с похожими характеристиками (Рис. 3).

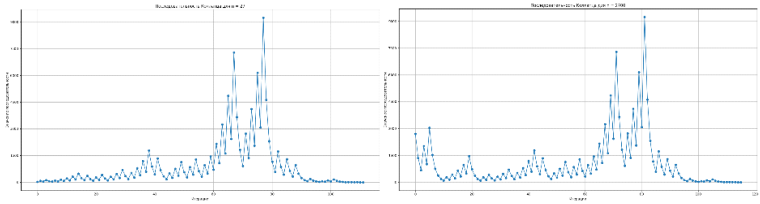


Рис. 3. Графики для n=27 (слева) и n=2700 (справа)

Закономерности в графиках: График для числа 2700 схож с графиком для 27, что может указывать на определенные закономерности.

Числа, кратные степеням двойки: График для числа 52 (вдвое больше 26) идентичен графику для 26. Это объясняется тем, что первое значение в последовательности 52 делится на 2, и затем процесс возвращается к траектории числа 26. Число 54 (вдвое больше 27) увеличивает количество итераций всего на одну по той же причине (Рис. 4).

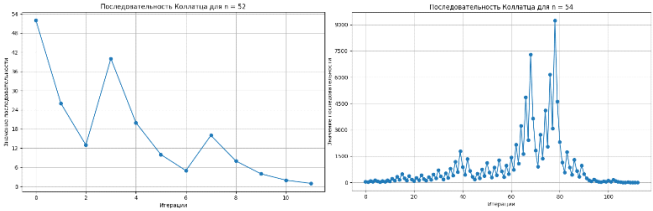


Рис. 4. Графики для n=52 (слева) и n=54 (справа)

Заключение. Гипотеза Коллатца остается одной из самых захватывающих и сложных нерешенных проблем в математике. Ее простота и доступность делают ее привлекательной, в то время как ее неразрешенность ставит перед математиками серьезные вызовы. Независимо от того, будет ли гипотеза Коллатца когда-либо доказана или опровергнута, она уже оказала значительное влияние на развитие математики и вычислительной техники, создание новых подходов к доказательству или опровержению гипотезы.

Список источников

1. Коллатц Л. EigenwertaufgabenmittechnischenAnwendungen /Л. Collatz. - Leipzig: AkademischeVerlagsgesellschaftGeest&Portig K.-G., 1963. - 264 с.
2. Wirsching G. The Dynamical System Generated by the 3n+1 Function / G. Wirsching. - Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1998. - 173 с.
3. Lagarias J.C. The 3x + 1 problem: An overview / J. C. Lagarias // American Mathematical Monthly. - 1985. - Vol. 92, no. 1. - P. 3-23.
4. Виленкин Н.Я., Виленкин А.Н., Виленкин П.А. Комбинаторика. – М.: ФИМА, МЦНМО, 2006. – 400 с.

УДК 004.02:81’3

Павлюченко К.А.
Научный руководитель: Парамонов А.И., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО КОНТЕКСТА ДЛЯ ФРАГМЕНТОВ ТЕКСТА

Аннотация. *Представлен метод анализа текста для выявления эмоционального контекста, который объединяет несколько компонент: классификатор эмоций, анализатор эмодзи, детектор сарказма и анализатор контекстных связей. Проведенная серия компьютерных экспериментов показала эффективность предложенного решения.*

Ключевые слова: *тональность текста, сентимент-анализ, эмоции, контекст, машинное обучение, трансформеры, эмодзи, сарказм, обработка естественного языка*.

Рассматривается проблема определения тональности текстовых документов. Анализ эмоций, выраженных в текстах, сегодня является одной из приоритетных задач в области обработки естественно-языкового текста. Решение этой задачи поможет в принятии важных решений во многих отраслях экономики и сферах деятельности человека. Анализ проблемы позволил выявить тонкие места существующих методов анализа тональности (*Sentiment Analysis*), которые в полной мере неучиты-

вают такие нюансы эмоционального выражения, как сарказм, эмодзи и субкультурный контекст.

Разработанный метод анализирует текст с учетом различных аспектов эмоционального выражения: эмодзи, сарказм, специфические выражения и собственно классический анализ тональности слов. Каждый из этих аспектов эмоционального анализа вносит свой вклад в итоговый результат путем дополнения, уточнения эмоционального фона поэтапно.Метод основан наиспользовании трансформерной модели, которая реализует современнуюархитектуру энкодера RoBERTa[1]. Архитектура энкодера специально адаптирована и дополнительно обученадля решения задачи распознавания эмоций в текстах. Модель обучена распознавать семь эмоциональных состояний – шесть базовых инейтральное. К положительным эмоциям относятся восхищение, доверие и принятие, а котрицательным – печаль, гнев и отвращение.

Процесс классификации для каждого анализируемого текста проходит несколькоэтапов. Сначала модель разбивает текст на токены с учетом особенностей языка, применяяспециализированный токенизатор, способный корректно обрабатывать морфологическиеособенности анализируемого языка. Затем токены трансформируются в семантическиепредставления, которые отражают их значение и позицию в контексте. Наследующем этапе модель анализирует контекстные связи между элементами текста,используя механизм многоголового самовнимания для выявления значимыхвзаимодействий между различными частями текста. В результате формируется скрытое представление текста, которое отражает его эмоциональную составляющую с учетом множества контекстуальных связей. Затем скрытое представление проецируется на выходной слой, генерируя вектор вероятностей эмоций. Для компенсации неравномерного распределения эмоций в обучающих данных применяются взвешенные функции потерь, которые придают больший веснедопредставленным классам. Для предотвращения переобучения и улучшения генерализации применяются методы регуляризации – *Dropout*[2] и *Weightdecay*[3], которые ограничивают сложность модели. Выходные вероятности корректируются для обеспечения надежной оценки уверенности модели, что особенно важно для последующей консолидации результатов с другими компонентами системы. Для оценки качества работы классификатора используется комплекс метрик. Общая точность отражает долю корректно классифицированных текстов среди всех анализируемых примеров. F1-мера для каждой категории эмоций позволяет оценить баланс между точностью и полнотой классификации, что особенно важно в условиях неравномерного распределения классов.

Для оценки качества вероятностных прогнозов и способности модели разделять различные классы используется *ROC-AUC*.

Анализатор эмодзи представляет собой специализированный компонент, который направлен на извлечение эмоционального фона за счет используемых в тексте символов эмодзи. После выделения эмодзи происходит их классификация по эмоциональной окраске. Каждый символ эмодзи сопоставляется с заранее определенным словарем, где каждому символу присвоена определенная эмоциональная категория.

Детектор сарказма основывается на распознавании характерных лингвистических паттернов, типичных для саркастических высказываний, которые могут существенно менять эмоциональный контекст сообщения. Ключевыми признаками сарказма выступают: конфликт между словами с негативной коннотацией и положительными эмодзи, а также использование определенных маркеров - особых фраз и конструкций, часто встречающихся в саркастических высказываниях. Большое внимание уделяется маркерам интенсификации – языковых средств, усиливающих эмоциональную окраску текста.

Механизм консолидации результатов анализа текста в разных «разрезах» и аспектах проявления эмоций представляет собой сложную логику взвешивания и объединения различных факторов, выявленных на предыдущих этапах анализа. Важной особенностью механизма является динамическая коррекция весов на основе уверенности отдельных классификаторов. К факторам, которые влияют на корректировку результатов, относятся длина анализируемого текста и наличие тех или иных рассматриваемых аспектов эмоции (эмодзи, сарказм и т.д.).

Проведенные эксперименты показали значительное улучшение точности определения эмоционального контекста по сравнению с традиционными методами анализа тональности. Общая точность классификации достигает 80.83%, что превосходит показатели базовых моделей, не учитывающих сарказм, эмодзи и другие контекстуальные факторы. Особенно заметное улучшение наблюдается при анализе сложных случаев, таких как тексты с саркастическим подтекстом или активным использованием эмодзи для модификации эмоционального содержания. Метод также показал улучшенную точность при работе с короткими сообщениями, характерными для современных платформ социальных медиа и мессенджеров. Это достигается благодаря способности системы извлекать максимум информации из ограниченного контекста путем комплексного анализа всех доступных эмоциональных маркеров.

Список источников

1. Liu, Yinhan&Ott, Myle&Goyal, Naman&Du, Jingfei&Joshi, Mandar&Chen, Danqi&Levy, Omer&Lewis, Mike&Zettlemoyer, Luke&Stoyanov, Veselin. (2019). RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach. 10.48550/arXiv.1907.11692.

2. Ali, Shahwan. (2025). Dropout: An Effective Approach to Prevent Neural Networks from Overfitting. Asian Journal of Research in Computer Science. 18. 163-185. 10.9734/ajrcos/2025/v18i2569.

3. D'Angelo, Francesco & Andriushchenko, Maksym & Varre, Aditya & Flammarion, Nicolas. (2023). Why Do We Need Weight Decay in Modern Deep Learning?. 10.48550/arXiv.2310.04415v2 [cs.LG].

УДК 004.896

Петров А.Н.
Научный руководитель: Васяева Н.С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. *В статье представлен гибридный алгоритм адаптивного управления роботами для динамичных условий, который объединяет методы, основанные на моделировании долгосрочных и краткосрочных зависимостей (LSTM), обучение с подкреплением (RL), графовые нейронные сети (GNN) и фильтр Калмана.*

Ключевые слова: *адаптивное управление, гибридные алгоритмы, LSTM, обучение с подкреплением, GNN, фильтр Калмана, многороботные системы.*

Адаптивное управление является ключевой задачей для автономных роботов, работающих в условиях динамично изменяющейся среды. Классические алгоритмы поиска часто уступают по эффективности современным методам, основанным на нейронных сетях и эвристических подходах, поскольку они не всегда способны адекватно учитывать сложность и изменчивость реальных условий. Современные методы искусственного интеллекта, включая алгоритмы глубокого обучения и

обучения с подкреплением, позволяют системам обучаться и адаптироваться в реальном времени, что является существенным преимуществом в динамичных сценариях.

Структура предлагаемого алгоритма

Предлагаемый гибридный алгоритм состоит из четырёх ключевых компонентов:

1. *LSTM.* Анализирует временные последовательности, моделируя краткосрочные и долгосрочные зависимости в динамике окружающей среды.
2. *RL.* Обучает робота на основе взаимодействия со средой с использованием современных методов оптимизации стратегий управления.
3. *GNN.* Обрабатывает структурированные данные в виде графов, учитывая пространственные взаимосвязи между объектами, что особенно актуально для сложных сценариев многороботного взаимодействия.
4. *Фильтр Калмана.* Корректирует данные сенсоров и прогнозирует состояние системы, обеспечивая высокую точность в условиях шумовых помех.

Объединение этих компонентов позволяет одновременно корректировать текущие действия и прогнозировать будущие изменения, что повышает надёжность и адаптивность системы управления.

Несмотря на ограниченность объёма изложения, комбинированный подход позволяет компенсировать недостатки каждого метода: например, ограниченную предсказательную способность LSTM, неполную обработку структурированной информации GNN и чувствительность фильтра Калмана к шуму.

Эффективность алгоритма оценивается функцией качества:

$$J = \alpha T + \beta E + \gamma S$$

где**T** – время выполнения задачи; **E** – затраты энергии; **S** – устойчивость к ошибкам; **α, β, γ** – настраиваемые весовые коэффициенты.

Весовые коэффициенты подбираются на основе предварительных симуляций и аналитического анализа влияния каждого параметра на общую эффективность системы.

В настоящее время проводятся эксперименты в симуляционной среде PyBullet, которые уже демонстрируют значительный потенциал предлагаемого алгоритма.

Дальнейшая валидация включает:

- Настройку параметров фильтра Калмана для автоматической адаптации к различным уровням шума;
- Анализ устойчивости фильтра при воздействии внешних помех;

- Сравнительный анализ с современными методами коррекции сенсорных данных.

Исследование устойчивости системы будет включать:

- Определение критериев устойчивости для оценки реакции системы на резкие изменения уровня шума;
- Анализ адаптивности алгоритма к изменяющимся условиям среды;
- Обсуждение путей оптимизации, включая адаптивное управление параметрами фильтра Калмана и интеграцию модулей для обработки аномальных данных.

Результаты предыдущих исследований [2], [3] свидетельствуют о том, что применение LSTM для динамического обхода препятствий значительно повышает точность предсказания траекторий и улучшает координацию в многороботных системах, что подтверждается предварительными данными, представленными в этих работах.

Использование GNN для обработки пространственных взаимосвязей и фильтра Калмана для коррекции сенсорных ошибок, согласно литературным данным, способствует снижению энергозатрат, что, в свою очередь, ускоряет реакцию системы.

Хотя окончательные экспериментальные данные на физических роботах пока отсутствуют, теоретическое обоснование и подготовительные работы по симуляционным испытаниям подчёркивают научную новизну и потенциал подхода.

На данном этапе симуляционные испытания только начинаются, и дальнейшая экспериментальная валидация планируется для окончательной оценки эффективности метода, что позволит создать более устойчивые и энергоэффективные системы управления.

Список источников

1. Михалев О.Н., Янушкин А.С. Применение искусственного интеллекта в экспертно-аналитических системах для эффективного управления производством / Справочник. Инженерный журнал. – 2023. – №1(310). – с. 34–40.

2. Mulás-Tejeda E., Gómez-E-spinosa A., Escobedo Cabello J.A., Cantoral-Ceballos J.A., Molina-Leal A. Implementation of a Long Short-Term Memory Neural Network-Based Algorithm for Dynamic Obstacle Avoidance / Sensors. – 2024. – Т. 24, №10. – с. 3004.

3. Xin J., Xu T., Zhu J. Long Short-Term Memory-Based Multi-Robot Trajectory Planning: Learn from MPCC and Make It Better / Advanced Intelligent Systems. – 2024. – Т. 6, №9. – с. 1–10.

УДК 004.056.5

Поглазова А.С.
Научный руководитель: Сидоркина И.Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ БЕЗОПАСНОСТИ САЙТА

Аннотация. *В данной статье представлен обзор современных подходов к использованию методов и технологий искусственного интеллекта (ИИ) для мониторинга безопасности сайтов. Рассмотрены методы машинного обучения(МО), применяемые для анализа трафика и проактивной защиты. Проанализированы преимущества и недостатки использования технологии ИИ в контексте мониторинга безопасности сайта.*

Ключевые слова: *методы искусственного интеллекта, информационная безопасность, машинное обучение, выявление атак, обнаружение аномалий.*

В современном цифровом мире защита сайтов от угрозкритически важна. Традиционные методы безопасности часто не справляются с современными атаками, что требует новых решений, таких как ИИ. Целью статьи является повышение эффективности мониторинга безопасности веб-сайтов за счёт анализа современных подходов к применению искусственного интеллекта.

Мониторинг безопасности сайта является необъемлемой частью его функционирования согласно Федеральному закону (ФЗ) от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ» [1]. ФЗ № 248-ФЗ хоть и не прямо, но косвенно подразумевает необходимость обеспечения безопасности информации, обрабатываемой и хранящейся на сайте.

Ручной мониторинг – трудоемкий и дорогостоящий процесс, который не может наверняка обеспечить защиту сайта, учитывая человеческий фактор. Известные методы ИИ, в частности, технология МО позволяют анализировать большие объемы данных, выявлять аномалии и угрозы, реагировать на них в режиме реального времени. Такие системы обрабатывают миллионы запросов в секунду, превосходя ручной контроль по скорости и точности.

Исследования мониторинга безопасности сайта методами ИИ активно проводятся в России и за рубежом. Среди зарубежных ученых можно выделить профессора Венке Ли из Технологического института Джорджии [7], который работал в области обнаружения вторжения при анализе сетевых аномалий на основеМОи глубокого обучения, и профессора Дон Сонгиз Калифорнийского университета в Беркли [8], который предложил метод автоматического выявления уязвимостей и защиты от атак. Исследования ученых позволили увеличить точность обнаружения аномалий и сократили время их обнаружения. Также известные компании Akamai и Imperva внедряют ИИ-решения для снижения ложных срабатываний.

В России большой вклад в развитие использования ИИ при мониторинге безопасности сайта внесли Тимур Биячуев[2] совместно с командой «Лаборатории Касперского». Они используют технологию МО для анализа трафика и составления поведенческой модели. Технологические отчеты указывают на эффективность предложенной технологии [9].Яндекс. Защита от DDoS использует гибридный подход (статистический анализ + LSTM-сети), а Kaspersky Anti-APT и Security Vision работают с анализом трафика. Несмотря на то, что анализ трафика – мощный инструмент для мониторинга безопасности, у него есть значимые недостатки: частые ложные срабатывания, пропуски атак, большой объем данных.

Одна из популярных платформ для работы сайта – Битрикс [6]. Битрикс не содержит встроенных функций, которые используют ИИ, но имеет проактивную защиту. Проактивная защита использует эвристический анализ для обнаружения известных веб-угроз, который включает в себя некоторую форму МО для определения подозрительной активности на основе шаблонов. Поэтому можно сказать, что большинство сайтов и порталов используют ИИ для мониторинга безопасности, хоть и так удаленно.

При анализе программных продуктов, которые используют методы и технологии ИИ для мониторинга безопасности сайтов можно отметить их преимущества и недостатки [4, 5].

Обоснованно явное преимущество использования методов искусственного интеллекта заключается в особенностях автоматизации процесса обнаружения атак. С помощью алгоритмов ИИ возможно автоматическое круглосуточное исследование больших массивов информации.

Эффективность обнаружения аномального поведения, угроз и атак увеличивается при введении механизмов ИИ [5].

К недостаткам [4] внедрения технологии искусственного интеллекта можно отнести технологические и экономические аспекты, такие как сложность внедрения, высокую стоимость. Основным недостатком можно считать зависимость от качества и количества данных, на которых обучаются алгоритмы МО.

Таким образом, исследования по мониторингу безопасности сайта методами ИИ активно ведутся, но пока что не используются в широком объеме. Большинство сайтов и порталов частично используют ИИ для мониторинга безопасности, однако нет программного продукта, который использовал бы ИИ в полном объеме.

Список источников

1. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ.

2. Биячуев Т.А. Мониторинг защищенности хостов в интернет / Т.А.Биячуев// Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2004. – С. 366-370.

3. Козлова, Н. Ш.Анализ применения искусственного интеллекта и машинного обучения в кибербезопасности / Н. Ш.Козлова В. А. Довгаль// Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. - 2023. - С. 65-72.

4. Самолкаева, А.М. Искусственный интеллект в сфере информационной безопасности: преимущества, ограничения и перспективы. / А.М. Самолкаева, С.М.Шведова // Вестник науки – 2024 - том 5, №3 - С. 534 – 539.

5. Фисуна, В. В.Искусственный интеллект управления информационной безопасностью объектов критической информационной инфраструктуры / В. В. Фисуна. – Русайнс, 2020. – с. 357.

6. 1С-Битрикс – Проактивная защита. – URL: https://www.1c-bitrix.ru/products/cms/modules/proactive_security/ (дата обращения 28.03.2025).

7. Li, W. Deep Learning for Network Anomaly Detection // IEEE International Conference on Machine Learning and Data Engineering - 2018.

8. Song, D. Automated Vulnerability Discovery System Based on Hybrid Execution // 7th IEEE International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC) – 2022.

Kaspersky Machine Learning forAnomaly Detection - URL: https://mlad.kaspersky.ru/(датаобращения 01.04.2025).

УДК 519.254

Прокофьев М.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПОПРАВКИ ШЕППАРДА ДЛЯ МОМЕНТОВ

Аннотация. *В данной статье рассматривается метод уменьшения систематических ошибок, возникающих при оценивании моментов непрерывных случайных величин, когда наблюдаемые данные подвергаются округлению.*

Ключевые слова: *теория вероятностей, непрерывные случайные виличины, округление.*

Попра́вки Ше́ппарда для моме́нтов. Поправки на дискретизацию реализаций непрерывных случайных величин, применяемые с целью уменьшения систематических ошибок в задаче оценивания моментов непрерывных случайных величин при заданной системе округлений.

$$p^{(s)} = O\left(|x|^{-1-\delta}\right) \text{ при } x \to \infty$$

Впервые такие поправки были предложены У. Шеппардом (Sheppard. 1898). Пусть X – непрерывно распределённая случайная величина, плотность вероятности которой $p(x)$, $x \in$ R1, имеет всюду непрерывную на R1 производную $p(s)(x)$ порядка s такую, что

$$Y = x_0 + h\left[\frac{X - x_0}{h} + \frac{1}{2}\right],$$

для некоторого $\delta>0$, и пусть существует момент $\alpha k = EXk$. Далее, пусть задана система округлений результатов наблюдений (т. е. заданы начало отсчёта $x0$ и шаг h, $h>0$), выбор которой приводит к тому, что вместо реализаций исходной непрерывной случайной величины X в действительности наблюдаются реализации $x_m = x_0 + mh$, $m=0,\pm1,\pm2,\ldots$ дискретной случайной величины

$$Y = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x_m^i \int_{x_m - h/2}^{x_m + h/2} p(x)dx,$$

где $[a]$ – целая часть числа a. Моменты $a_i = EYi$, i=1,2,…,k, случайной величины Y вычисляются по формуле

$$a_i = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} x_m^i P\{Y = x_m\}$$

Вообще говоря, $a_i \neq \alpha_i$. В связи с этим возникает вопрос: можно ли подправить моменты $a_1,a_2,\ldots,a_k$ так, чтобы они давали «хорошие» приближения для моментов $\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_k$? Поправки Шеппарда дают положительный ответ на этот вопрос.

$$\varphi(t) = Ee^{it\eta} = \frac{2}{th}\sin\frac{th}{2}$$

Пусть $g(t)$ – характеристическая функция случайной величины X, $f(t)$ – характеристическая функция случайной величины Y, и пусть $f(t) = g(t)\varphi(t) + O(h^{s-1})$ – характеристическая функция случайной величины η, которая равномерно распределена на интервале $[-2h,2h]$ и стохастически независима от X. В этих условиях при малом h

$$\alpha_1 = a_1,\ \alpha_4 = a_4 - \frac{1}{2}a_2h^2 + \frac{7}{240}h^4,$$

$$\alpha_2 = a_2 - \frac{1}{12}h^2,\ \alpha_5 = a_5 - \frac{5}{6}a_3h^2 + \frac{7}{48}a_1h^4,$$

$$\alpha_3 = a_3 - \frac{1}{4}a_1h^2,\ \alpha_6 = a_6 - \frac{5}{4}a_4h^2 + \frac{7}{16}a_2h^4 - \frac{31}{1344^4}h^6,...,$$

откуда следует, что моменты дискретной случайной величины Y совпадают с точностью до $O(hs-1)$ с моментами случайной величины $X+\eta$ и, следовательно, с точностью до $O(hs-1)$ имеют место следующие равенства которые и содержат так называемые поправки Шеппарда к моментам $a_1,a_2,\ldots,a_k$.

Список источников

1. Шеппард У.Ф. (1897). "О вычислении наиболее вероятных значений частотных констант для данных, упорядоченных в соответствии с равноудаленным делением шкалы". Proc. Lond. Математика. Soc. s1-29: 353-380. doi:10.1112/plms/s1-29.1.353.

2. Вайнштейн Эрик В. "Исправление Шеппарда". MathWorld— вебресурс Wolfram.

УДК 517.55

Речкин Д.В.
Научный руководитель Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЧИСЛА ФИБОНАЧЧИ КАК ИНСТРУМЕНТ И ПРИМЕНЕНИЕ В МАТЕМАТИКЕ

Аннотация. *В статье описываются числа Фибонначи, их свойства, применение в математике и природе.*

Ключевые слова: *числа Фибонначи, золотое сечение, математика.*

Числа Фибонначи – числовая последовательность, первые два числа которой являются 0 и 1, а каждое последующее за ними число является суммой двух предыдущих. Представляет собой частный пример линейной рекуррентной последовательности (рекурсии).

Формула: F(n) = F(n-1) + F(n-2)

Последовательность:0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, …

Описание последовательности:была описана итальянским математиком Леонардо Пизанским XII-XIIIвеков в честь чего и получила свое название, более известного как Фибоначчи. Хотя числа Фибоначчи были известны и ранее в индийской математике, именно Фибоначчи популяризировал их в Европе, описывая в своей книге “Liber Abaci” задачу о размножении кроликов, решение которой приводит к этой самой последовательности.

Задача 1: определить количество кроликов через год.

Решение: Количество кроликов в месяц «n» = количеству кроликов прошлого месяца + количество новых пар кроликов. Формула: F(n) = F(n-1) + F(n-2). Следовательно, рекуррентная числовая последовательность, где каждое новое число соответствует сумме двух предыдущих чисел: 1 месяц: 1 + 1 = 2; 2 месяц: 2 + 1 = 3; 3 месяц: 3 + 2 = 5; 4 месяц: 5 + 3 = 8; 5 месяц: 8 + 5 = 13; 6 месяц: 13 + 8 = 21; 7 месяц: 21 + 13 = 34; 8 месяц: 34 + 21 = 55; 9 месяц: 55 + 34 = 89; 10 месяц: 89 + 55 = 144; 11 месяц: 144 + 89 = 233; 12 месяц: 233+ 144 = 377.

Такая последовательность может продолжаться бесконечно, но учитывая, что задачей является узнать количество кроликов по истечении года, получается 377 пар.

Золотое Сечение: Связь и Гармония

Удивительным свойством чисел Фибоначчи является их тесная связь с золотым сечением, которое часто обозначается греческой буквой φ (фи). Золотое сечение — это иррациональное число, котороесчитается идеальной пропорцией, которое создаёт гармонию, встречающейся в искусстве, архитектуре и природе. То есть если не нарушать правила этих пропорций, то получается очень гармоничная композиция, численно равное приблизительно 1,618.

Отношение последовательных чисел Фибоначчи стремится к этому сечению по мере увеличения их номера. Например: 3/2 = 1.5, 5/3 ≈ 1.667, 8/5 = 1.6, 13/8 = 1.625, и т.д. Это свойство делает числа Фибоначчи и золотое сечение тесно связанными.

Эта связь возникает из-за рекурсивного определения чисел Фибоначчи (каждое число является суммой двух предыдущих) и свойств золотого сечения. Золотое сечение удовлетворяет уравнению:

$$\varphi^2 = \varphi + 1$$

Это уравнение похоже на рекурсивное соотношение для чисел Фибоначчи, и это является ключом к пониманию их связи.

Применение чисел в математике:числа Фибоначчи применяются в различных областях математики: комбинаторика, теория чисел, линейная алгебра, формула Бине и др.

Комбинаторика. Числа Фибоначчи возникают в задачах подсчета различных комбинаций. Например, количество способов подняться по лестнице, перешагивая через одну или две ступеньки за раз, описывается числами Фибоначчи.

Теория Чисел. Они используются в алгоритме Евклида для нахождения наибольшего общего делителя (НОД) двух чисел. Число шагов, необходимых для нахождения НОД двух последовательных чисел Фибоначчи, тесно связано с этими числами.

Линейная Алгебра.Существует матричное представление чисел Фибоначчи, что позволяет эффективно вычислять большие члены последовательности. Позволяет не только эффективно вычислять числа Фибоначчи, но и устанавливать связи между ними и другими математическими объектами.

Формула Бине. Числа Фибоначчи можно выразить аналитически с помощью формулы Бине, которая напрямую использует золотое сечение

$$F(n) = \frac{\varphi^n - \psi^n}{\sqrt{5}}.$$

Задача 2: Лестница с 5 ступеньками. Сколько существует различных способов подняться по лестнице, если можно шагать через одну или две ступеньки?

Решение: чтобы добраться до вершины, последний шаг, который можно сделать, может быть либо шагом на одну ступеньку, либо шагом через две ступеньки. Если последний шаг был шагом на одну ступеньку, то перед этим мы должны были оказаться на ступеньке $n-1$. Количество способов добраться до этой ступеньки – $F(n-1)$. Если последний шаг был шагом через две ступеньки, то перед этим вы должны были оказаться на ступеньке $n-2$. Количество способов добраться до этой ступеньки – $F(n-2)$.

Суммируя эти случаи, получаем рекуррентное соотношение:

$$F(n)=F(n-1)+F(n-2).$$

Начиная с $F(0)=1$ и $F(1)=1$, можуj вычислить *F(n)* для любого *n*.

Пример вычисления:

F(3) = F(2) + F(1) = 2 + 1 = 3

F(4) = F(3) + F(2) = 3 + 2 = 5

F(5) = F(4) + F(3) = 5 + 3 = 8

Следовательно, количество способов подняться по лестнице с 5 ступеньками – 8.

Таким образом, числа Фибоначчи — это не просто последовательность чисел, а путь в глубины математических закономерностей, связывающих нас с природой и искусством. От простых правил до сложных приложений, эти числа демонстрируют красоту, порядок и гармонию, присущие всему, что существует на планете.

Список источников

1. Матрицы и основные действия над ними: https://orlova-center.ru/nature-and-people/kak-peremnozhat-matricy-2x2-matematika-dlya-chainikov-matricy-i/
2. Числа Фибоначчи: https://blog.skillfactory.ru/glossary/chisla-fibonachchi/
3. Фибоначчи – повсюду! https://emosurff.com/post/8464/Fibonachchi_povsyudu.html

УДК 519.2

Сапарова К.И.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СЧАСТЛИВЫЙ БИЛЕТ

Аннотация. *Представлена информация об определении счастливого билета, и о том, как его номер связан с теорией вероятности и математикой.*

Ключевые слова: *счастливый билет, теория вероятностей.*

Счастливым считается полученный в общественном транспорте билет, в шестизначном номере которого сумма первых трёх цифр совпадает с суммой трёх последних. Общее число шестизначных номеров, порождающих счастливые билеты, равно 55251 (55252, если учитывать билет с номером 000000), то есть в среднем примерно один билет из восемнадцати является счастливым. Также существует определение «счастливости», согласно которому совпадать должны не сами суммы, а их числовые корни (или, эквивалентно, остатки при делении на 9) — в таком случае счастливых билетов больше.

Максимально возможно счастливый билет «999999» имеет сумму триад равную 27 = 9+9+9 = 9+9+9. Билетов с суммой счастливых цифр равной 1 будет 9, это билеты: 001001, 010001, 100001, 001010, 010010, 100010, 001100, 010100, 100100.

Билетов с суммой счастливых цифр равной 3 будет 36. Некоторые люди считают билет счастливым, если сумма его цифр является квадратом. Количество таких билетов с шестизначными номерами равно 99153.

«Счастливость» билета можно определить несколькими методами. Наибольшее распространение получили двое из них:

- Московский — если на автобусном билете напечатано шестизначное число, и сумма первых трёх цифр равна сумме последних трёх, то этот билет считается счастливым.
- Ленинградский, или Питерский (менее распространённый) — если сумма цифр, стоящих на чётных местах билета, равна сумме цифр, стоящих на нечётных местах билета, то билет считается счастливым (в Санкт-Петербурге, напротив, именно этот способ называют «москов-

ским»). Другой вариант — суммы каждой из трёх пар цифр (первой и второй цифры, третьей и 4-й, 5-й и 6-й) равны. Например, 120330.

Утверждается также, что метод подсчёта сумм первых и вторых троек чисел москвичи называют «московским», а ленинградцы — «ленинградским», причём и те, и другие приписывают метод подсчёта сумм на чётных и нечётных позициях другому городу.

Точное количество счастливых билетов, определяемых как равенство сумм заданных трёх цифр сумме трёх остальных (Московская и Ленинградская системы) можно посчитать по следующей формуле:

Она является частным случаем более общей формулы для нахождения количества 2n-значных счастливых билетов в m-ричной системе счисления (в обычных счастливых билетах используется десятичная система счисления с m=10).

Но иногда бывает так, что счастливые билеты попадаются очень часто, а иногда – их не бывает и несколько месяцев. И тут приходит замечательный вопрос: «какова вероятность покупки счастливого билета?»

Попробуем ответить на этот вопрос математически.

Шестизначные номера варьируются от 000000 до 999999, их общее количество равно 10 в 6 степени, т.е. миллиону. Билет счастливый, если сумма его первых 3 цифр, (назовем их: a, b, c) равна сумме последних трех цифр (d, e, f).

Каждую половину числа (первые три и последние три цифры) можно рассматривать отдельно.

Сумма цифр трехзначного числа варьируется от 0 (000) до 27 (999). Для каждой конкретной суммы (например, 15) есть определенное количество вариантов чисел, где сумма цифр равна 15-ти.

Общее число счастливых билетов M равно сумме квадратов количества трёхзначных чисел для каждой суммы:

После подсчета получаем количество счастливых билетов 55252, следовательно, вероятность купить счастливый билет равна 55252 разделить на 1000000, т.е. приблизительно 5,53%; это 1 из 18 билетов.

Стоит отметить, что вероятность получения счастливого билета зависит от его длины. Для шестизначных билетов вероятность составляет примерно 5,53%, что является относительно низким показателем. Однако для более длинных билетов, например, девятизначных, вероятность возрастает, хотя и остаётся всё ещё довольно низкой.

Интересный факт, что счастливые билеты бывают объектом коллекционирования, поскольку сохранение билета считается необходимым условием для того, чтобы он выполнил свою функцию – принёс удачу. Другой путь привлечь удачу с помощью такого билета — это его съесть

(как съедают, например, пятилепестковый цветок сирени), или же загадать желание, разорвать билет по горизонтали и выпустить его через левое плечо.

В заключение можно сказать, что теория вероятности и математика помогают нам понять, насколько редки счастливые билеты. Благодаря им мы можем вычислить вероятность получения такого билета и оценить, насколько это редкое событие; проанализировать случайные процессы и делать обоснованные выводы на основе статистических данных. Она позволяет определить, какие события более вероятны, а какие – менее, и использовать эту информацию для принятия решений.

Список источников

1. Счастливый билет [Электронный курс]. - Режим доступа: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Счастливый_билет

2. Счастливобилетчикам – по носу математикой [Электронный курс]. - Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/13235/

УДК 519.2

Смирнова А.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПАРАДОКС МОНТИ ХОЛЛА: ИЛЛЮЗИЯ ВЫБОРА И СИЛА ВЕРОЯТНОСТИ

Аннотация. *Парадокс Монти Холла — это не просто занимательная головоломка, это яркая демонстрация того, как наша интуиция может нас обманывать, особенно когда дело касается вероятностей.*

Ключевые слова: *Парадокс Монти Холла, вероятность, интуиция.*

Суть парадокса Монти Холла. Представьте, что вы в телешоу. Участник выбирает дверь. Затем ведущий, зная, где находится автомобиль, открывает другую дверь с козой. У участника есть выбор: остаться с первоначальным выбором или сменить его.

Классический вопрос парадокса звучит так: **что выгоднее — остаться при своем первоначальном выборе или изменить его?**

На первый взгляд кажется, что оба варианта равновероятны (50/50), но на самом деле **смена выбора удваивает шансы на выигрыш автомобиля.**

Математическое решение парадокса

Для лучшего понимания рассмотрим вероятности в начале игры и после открытия двери.

Начальный этап:

1) Вероятность того, что автомобиль находится за выбранной вами дверью (назовём её дверью A), составляет 1/3.

2) Вероятность того, что автомобиль находится за одной из двух оставшихся дверей (двери B или C), составляет 2/3.

После открытия двери:

1) Ведущий всегда открывает дверь с козой. Это *не меняет* первоначальные вероятности распределения автомобиля. Если вы выбрали дверь с козой, то ведущий *всегда* откроет другую дверь с козой. Если вы выбрали дверь с автомобилем, то ведущий откроет одну из двух дверей с козами *случайным образом*.

2) Вероятность того, что автомобиль находится за дверью A, по-прежнему составляет 1/3.

3) Однако вероятность того, что автомобиль находится за одной из оставшихся дверей (например, за дверью B), теперь составляет 2/3.

Смена выбора эквивалентна изначальному выбору *двух* дверей.

Вариант выбора	**Где автомобиль**	**Действия ведущего**	**Вероятность выигрыша при смене**	**Вероятность выигрыша при сохранении выбора**
Выбрали дверь A	Дверь A	Открывает дверь B или C	0	1
Выбрали дверь A	Дверь B	Открывает дверь C	1	0
Выбрали дверь A	Дверь C	Открывает дверь B	1	0
Итого			2/3	1/3

Интуитивное объяснение

Искажённое восприятие ситуации приводит к мысли о 50/50 после открытия двери, в то время как первоначальный выбор и действия ведущего имеют значение.

Вот как можно представить это интуитивно:

1) Первый выбор: изначально, когда вы выбираете одну из трех дверей, у вас есть 1/3 шанса угадать дверь с автомобилем. И 2/3 шанса промахнуться.

2) Действия ведущего: Ведущий, открывая дверь с козой, не просто отбрасывает «неправильную» дверь. Он *делится информацией*, которую знает, а вы нет. Он не просто открывает дверь, а специально выбирает ту, за которой точно нет автомобиля. Этот поступок не меняет шансы при первоначальном выборе, но концентрирует 2/3 вероятности на оставшейся закрытой двери.

3) Смена выбора: Сменив выбор, вы, по сути, делаете ставку на начальную вероятность в 2/3 того, что вы изначально выбрали не ту дверь.

Психологические причины контринтуитивности

Парадокс Монти Холла остаётся противоречащим здравому смыслу по нескольким психологическим причинам:

Игнорирование базовой ставки (base rate neglect): люди часто игнорируют начальную вероятность 1/3 и сосредотачиваются только на том факте, что осталось две двери.

Иллюзия случайности: люди склонны считать, что после того, как ведущий открыл дверь, оставшиеся варианты становятся равновероятными, забывая о том, что действия ведущего не случайны, а тщательно спланированы.

Иллюзия контроля: мы часто чувствуем, что контролируем ситуацию больше, чем это есть на самом деле. Это убеждение часто мешает нам пересмотреть свой первоначальный выбор.

Предвзятость в пользу текущего состояния (status quo bias): люди склонны придерживаться своего первоначального решения, даже если есть доказательства в пользу другого.

Заключение. Этот парадокс показывает, что интуиция в вопросах вероятности часто ошибочна. Он подчёркивает важность анализа ситуаций и использования математических методов, а не полагаться на интуицию.

Список источников

1. Мьюзер П.Р., и Гранберг Д. Проблема Монти Холла: обзор психологии и переоценка ее последствий. *Поведенческие науки и науки о мозге*, 1999.
2. Гарднер М. Математические игры. *Scientific American*, 1959.

УДК 3054

Соколов К.С.
Научный руководитель: Журавлева И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КРИВЫЕ БЕЗЬЕ И ЦИФРОВОЕ ИСКУССТВО

Аннотация. *Исследованы свойства кривых Безье и их применение в цифровом искусстве с использованием языка программирования JavaScript.*

Ключевые слова: *кривые Безье, цифровое искусство, векторная графика, интерполяция.*

Доклад посвящен **кривым Безье** — математическому инструменту, широко используемому в компьютерной графике для создания плавных линий и форм. Введение подчеркивает их важность в цифровом искусстве, где точность и гибкость имеют ключевое значение. Доклад охватывает следующие ключевые темы:

1. **Определение кривых Безье:** Кривые Безье можно определить как математическую модель, описывающую гладкие кривые, задаваемые набором контрольных точек. Каждая точка определяет форму и траекторию кривой, а её вычисление основано на интерполяции между этими точками с использованием весовых коэффициентов, зависящих от параметра t, где $t \in [0;1]$.

Простейший пример — линейная кривая Безье, которая определяется двумя точками P_0 и P_1. При изменении параметра t от 0 до 1 кривая проходит по прямой между этими точками. Формула для такой кривой задаётся следующим образом:

$$B(t) = (1-t)P_0 + tP_1$$

Для квадратичной кривой Безье используются три контрольные точки P_0, P_1, P_2. Кривая вычисляется через итеративное смешивание (линейные интерполяции) точек:

$$B(t) = (1-t)^2 P_0 + 2(1-t)tP_1 + t^2 P_2$$

Для кубической кривой Безье используются четыре контрольные точки P_0, P_1, P_2, P_3, а формула выглядит следующим образом:

$$B(t) = (1-t)^3 P_0 + 3(1-t)^2 tP_1 + 3(1-t)t^2 P_2 + t^3 P_3$$

Общая формула для кривой Безье определяется так:

$$B(t) = \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} (1-t)^{n-i} t^i P_i$$

где:

P_i — контрольные точки, определяющие форму кривой,

n — степень кривой (на единицу меньше числа контрольных точек),

$\binom{n}{i} = \frac{n!}{i!(n-i)!}$ — биномиальные коэффициенты.

2. **Математические характеристики:** Формула кривой Безье степени n, описывающая интерполяцию между контрольными точками с использованием полиномов Бернштейна:

$$B(t) = \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} (1-t)^{n-i} t^i P_i$$

где Pi — контрольные точки, где $t \in [0;1]$.

3. **Основные свойства кривых Безье:**

Начальная и конечная контрольные точки лежат на кривой.

Кривая на всем протяжении непрерывна, у нее отсутствуют разрывы. Это свойство, без которого кривая Безье вообще бы не рассматривалась.

Касательные к кривой в начальной и конечной контрольных точках являются отрезками, соединяющими их с другими двумя соседними контрольными точками, через которые, в общем случае,кривая не проходит.

Точки на краях касательных будут располагаться на кривой только в том случае, если последняя представляет собой прямую линию.

Поскольку кривая Безье представляет собой взвешенное усреднение всех ее контрольных точек с положительными весами, а сумма их равна единице, кривая всегда располагается внутри выпуклого многоугольника из ее контрольных точек , как и рассмотренная выше NURBS-кривая.

4. **Исторический контекст:** Кривы́е Безье́ — типы кривых, предложенные в 60-х годах XX века независимо друг от друга Пьером Безье из автомобилестроительной компании «Рено» и Полем де Кастельжо из компании «Ситроен», где применялись для проектирования кузовов автомобилей.

Несмотря на то, что открытие де Кастельжо было сделано несколько ранее Безье (1959), его исследования не публиковались и скрывались компанией как производственная тайна до конца 1960-х.

Кривая Безье является частным случаем многочленов Бернштейна, описанных русским математиком Сергеем Натановичем Бернштейном в 1912 году.

Впервые кривые были представлены широкой публике в 1962 году французским инженером Пьером Безье, который, разработав их независимо от де Кастельжо, использовал их для компьютерного проектирова-

ния автомобильных кузовов. Кривые были названы именем Безье, а именем де Кастельжо назван разработанный им рекурсивный способ определения кривых (алгоритм де Кастельжо).

Впоследствии это открытие стало одним из важнейших инструментов систем автоматизированного проектирования и программ компьютерной графики.

Кривые Безье продолжают быть активной областью исследований в различных дисциплинах. Давайте рассмотрим сферы их применений.

5. **Применение:** Кривые Безье находят применение в таких областях, как:

- Векторная графика: создание логотипов, шрифтов.
- Анимация: плавные переходы и движения.
- 3D-моделирование: построение сложных поверхностей.

Приведены примеры программирования для визуализации кривых Безье, что позволяет создавать сложные формы и анимации.

Они являются мощным инструментом в цифровом искусстве, их понимание открывает новые возможности для творчества и технологий.

Доклад подчеркивает, что кривые Безье – инструмент, благодаря которому невозможны современное искусство, типографика, киноиндустрия, а так же множество других отраслей, в которых данный тип кривых обосновался и работа без которого не только сложна, но и порой невозможна.

Список источников

1. Кривая Безье– URL: https://cgraph.ru/node/262
2. Кривая Безье– URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Безье
3. Кривая Безье– URL: https://learn.javascript.ru/bezier

УДК 3054

Соловьева К.В.
Научный руководитель: Журавлева И.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАИВНЫЙ БАЙЕСОВСКИЙ АЛГОРИТМ

Наивный байесовский алгоритм представляет собой мощный инструмент в области машинного обучения, который активно используется для автоматизации принятия решений на основе анализа данных. Он использует вероятностный подход для определения принадлежности объектов к различным классам. Основное преимущество этого алгоритма заключается в его простоте реализации и высокой скорости работы, что делает его доступным для широкого круга специалистов, включая начинающих.

Алгоритм берет свое начало в работах математика XVIII века Томаса Байеса, который сформулировал теорему, ныне известную как теорема Байеса. Однако наивный байесовский алгоритм как метод машинного обучения стал широко применяться с 90-х годов XX века, когда начался рост интереса к автоматизированному анализу данных.

Наивный байесовский алгоритм предполагает, что все признаки, используемые для классификации, независимы друг от друга. Это предположение, хотя и "наивное", позволяет алгоритму достигать хороших результатов на практике, особенно в задачах, связанных с текстами.

Основная формула, лежащая в основе алгоритма, выражается так:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) * P(A)}{P(B)}$$

Одно из главных применений наивного байесовского алгоритма — это автоматическая классификация текстов, которая может включать сортировку новостей по категориям, поиск информации в больших текстовых массивах и другие задачи, требующие работы с текстовыми данными.Наивный байесовский алгоритм активно используется для анализа тональности в обработке естественного языка. Например, он может анализировать отзывы пользователей о продуктах и определять, являются ли они положительными или отрицательными. Это позволяет компаниям эффективно отслеживать мнения и реакции клиентов.

Достоинствами метода являются простота реализации, эффективность, скорость и интерпретируемость. Алгоритм легко реализовать и использовать, что делает его доступным даже для начинающих. Он демонстрирует хорошую производительность на больших объемах данных, особенно в задачах классификации текстов, а также обладает высокой скоростью обучения, что позволяет использовать его в реальном времени. Результаты наивного байеса легко интерпретировать, так как они основаны на вероятностных оценках.

Алгоритм имеет и серьезные недостатки. Сильное предположение о том, что все признаки независимы друг от друга, не всегда соответствует действительности и может привести к ошибкам.Если количество обучающих данных невелико, это может негативно сказаться на качестве классификации. Если признаки сильно коррелированы между собой, это может привести к неверным описаниям алгоритма.

Для реализации наивного байесовского алгоритма на языке C++ мной был создан простой классификатор для текстов, который разделяет сообщения как "спам" или "не спам".

Ключевые компоненты программы включают:

Класс NaiveBayes: основной класс, который содержит методы для обучения модели и классификации сообщений.

Метод Train: обучает модель на основе входных данных и подсчитывает количество появлений каждого слова в спам-сообщениях и не спам-сообщениях.

Метод Classify: классифицирует новые сообщения, вычисляя вероятности того, что сообщение является спамом или не спамом.

Метод Split: разбивает текст на слова с удалением стоп-слов и приводит их к нижнему регистру.

Программа запрашивает у пользователя ввод сообщения для классификации. Результат отображается в виде текста, указывающего, является сообщение спамом или не спамом. Правильность определения напрямую зависит от качества и разнообразия обучающего набора данных. Для эффективного обучения модель должна видеть разнообразные примеры. Например, если модель обучена только на ограниченном наборе спам-сообщений, она может не распознать новые формы спама, которые отличаются от тех, что были в обучающем наборе.

Список источников

1. Смирнов А.А., & Федоров А.В. Применение наивного байесовского классификатора для анализа тональности текстов. Научные труды РГГУ, 2016., С. 45-50.

2. Лебедев А.Н., & Петрова Е.В. Классификация текстов с использованием наивного байесовского метода. Вестник НГУ, 2017. С. 112-118.

3. Куликов С.В., & Куликова И.С. Методы фильтрации спама с использованием машинного обучения. Журнал вычислительной математики и математической физики, 2020. С. 25-30.

4. Ширяев А.Н. Вероятностные методы в машинном обучении. М.: Физматлит. 2014.– 144 с.

УДК 519.67

Токарев Г.М.
Научный руководитель: Кузьмина О.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АЛГОРИТМ ШТРАССЕНА: ЭФФЕКТИВНОЕ УМНОЖЕНИЕ МАТРИЦ

Аннотация. *Рассматривается алгоритм Штрассена как рекурсивного алгоритма для умножения матриц.*

Ключевые слова*: умножение матриц, алгоритм Штрассена.*

Цель работы – изучение теории и применения алгоритма Штрассена.

Матрицы являются одним из основных объектов изучения в высшей математике и линейной алгебре. Они находят широкое применение в различных областях науки и техники, от физики и инженерии до экономики и компьютерных наук. Умножение матриц является одной из основных операций в линейной алгебре, для которой важна эффективность. Традиционный алгоритм умножения матриц имеет временную сложность, что делает его неэффективным для больших матриц.

В общем случае, произведение двух матриц размера $n \times n$ по определению вычисляется за n^3 умножений и $n^2(n-1)$ сложений.

Например, произведение двух матриц 2×2, согласно определению, вычисляется за 8 умножений и 4 сложения:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}b_{11} + a_{12}b_{21} & a_{11}b_{12} + a_{12}b_{22} \\ a_{21}b_{11} + a_{22}b_{21} & a_{21}b_{12} + a_{22}b_{22} \end{pmatrix}.$$

Алгоритм Штрассена основывается на разбиении матриц на подматрицы и использовании рекурсивного подхода для их умножения. Основная идея заключается в том, чтобы уменьшить количество необходимых операций умножения за счет использования свойств матричного умножения.

Данный способ предполагает вычисление этого же произведения за 7 умножений и 18 сложений.

Согласно алгоритму Штрассена вычисляются 7 произведений: $M_1 = (A_{11} + A_{22})(B_{11} + B_{22})$, $M_2 = (A_{21} + A_{22})B_{11}$, $M_3 = A_{11}(B_{12} - B_{22})$, $M_4 = A_{22}(B_{21} - B_{11})$, $M_5 = (A_{11} + A_{12})B_{22}$, $M_6 = (A_{21} - A_{11})(B_{11} + B_{12})$, $M_7 = (A_{12} - A_{22})(B_{21} + B_{22})$.

Тогда элементы матрицы $C = A \cdot B$ находятся как $C_{11} = M_1 + M_4 + M_7 - M_5$, $C_{12} = M_3 + M_5$, $C_{21} = M_2 + M_4$, $C_{22} = M_1 + M_3 + M_6 - M_2$.

Если умножать надо числовые матрицы размера 2×2, то такой способ вычисления их произведения окажется медленней, чем если считать согласно определению: легче проделать одно лишнее умножение, чем 14 лишних сложений. Смысл умножения матриц 2×2 за 7 умножений и много сложений в том, что эту формулу для произведения матриц можно применять рекурсивно, сводя умножение матриц размера $n \times n$ к умножению семи пар матриц вдвое меньшего размера. Матрицы $n \times n$ представляются в виде блочных матриц, состоящих из четырёх подматриц размера $\frac{n}{2} \times \frac{n}{2}$ каждая:

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} \times B_{11} + A_{12} \times B_{21} & A_{11} \times B_{12} + A_{12} \times B_{22} \\ A_{21} \times B_{11} + A_{22} \times B_{21} & A_{21} \times B_{12} + A_{22} \times B_{22} \end{pmatrix}$$

Вычисление этого произведения сводится к умножению семи пар матриц вдвое меньшего размера, а также некоторому количеству сложений таких матриц. Наконец, для умножения матриц размера $\frac{n}{2} \times \frac{n}{2}$ рекурсивно используется этот же алгоритм.

Рекурсивный алгоритм Штрассена умножает две матрицы за время $\Theta\left(n^{2,81}\right)$, тогда как простое умножение справляется с этой задачей за время $\Theta\left(n^3\right)$. Для матриц большого размера (начиная примерно с 2000) эта разница существенна.

Рассмотрим вычисление произведения матриц согласно алгоритму Штрассена на примере матриц 2×2. Пусть имеются две матрицы $A=\begin{pmatrix}1 & 2\\ 3 & 4\end{pmatrix}$ и $B=\begin{pmatrix}5 & 6\\ 7 & 8\end{pmatrix}$. Найдем $C=A\cdot B$.

Вычислим произведения $d_1=(1+4)(5+8)=65$, $d_2=(3+4)5=35$, $d_3=1\cdot(6-8)=-2$, $d_4=4\cdot(7-5)=8$, $d_5=(1+2)\cdot 8=24$, $d_6=(3-1)(5+6)=22$, $d_7=(2-4)\cdot(7+8)=-30$.

Находим элементы результирующей матрицы $c_{11}=65+8-30-24=19$, $c_{12}=-2+24=22$, $c_{21}=35+8=43$, $c_{22}=65-2+22-35=50$, тогда получаем $C=\begin{pmatrix}19 & 22\\ 43 & 50\end{pmatrix}$.

Алгоритм Штрассена значительно быстрее традиционного метода для больших матриц благодаря меньшему количеству операций умножения, и эффективнее, так как он позволяет экономить вычислительные ресурсы и время, что особенно важно в задачах с большими объемами данных.

Недостатки алгоритма Штрассена заключаются в сложности реализации, численных ошибках (при работе с вещественными числами алгоритм может быть более подвержен ошибкам из-за округлений), а также в том, что для малых матриц традиционный алгоритм может быть быстрее из-за меньших накладных расходов на рекурсию и разбиение.

Вывод. Алгоритм Штрассена представляет собой значительный шаг вперед в области умножения матриц, предлагая более эффективный подход к решению задач, требующих обработки больших объемов данных. Несмотря на свои недостатки, он остается важным инструментом в арсенале математиков и инженеров. Исследования в этой области продолжаются, и появляются новые алгоритмы, которые могут еще больше улучшить эффективность операций с матрицами.

Список источников

1. Кормен Т., Лейзесон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2013.

2. Golub G., van Loan Ch. Matrix Computations: 3rd edit., Johns Hopkins University Press, 1996. — 694 p.; русск. пер.: Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. М.: Мир, 1999. 548 с.

Дж. Макконнелл. Основы современных алгоритмов. 2-е дополненное издание. Москва: Техносфера, 2004. - 368с.

Секция «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»

УДК 53.076

Ахматова Д.М., Васильева Ж.И.
Научный руководитель: Ладычук Д.В., канд. хим. наук
Поволжский государственный технологический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ БОЛЬЦМАНА

Аннотация. *Проведено экспериментальное определение постоянной Больцмана с использованием уравнений молекулярно-кинетической теории для идеального газа.*

Ключевые слова: *молекулярно-кинетическая теория, идеальный газ, уравнение Клапейрона-Менделеева, постоянная Больцмана, закон Дальтона.*

Постоянная Больцмана k является одной из фундаментальных физических констант. Она входит во многие важнейшие физические соотношения, среди которых: основное уравнение молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, выражение для средней энергии теплового движения частиц, а также во все уравнения, содержащие классические или квантовые функции распределения частиц по энергиям. Кроме этого, постоянная Больцмана связывает энтропию физической системы с термодинамической вероятностью ее состояния. Физический смысл постоянной Больцмана заключается в том, что она показывает, какая работа совершается каждой молекулой газа при его изобарном расширении при увеличении температуры на 1 К. Значение постоянной k ранее было определено в многочисленных опытах Ж. Перрена, посвященных проверке распределения Больцмана [1].

Согласно молекулярно-кинетической теории, состояние газа характеризуется параметрами состояния - давлением p, объемом V и температурой T, которые связаны в уравнение состояния, или уравнение Клапейрона—Менделеева [2]:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT = \nu RT \qquad (1)$$

где m - масса газа, μ - масса 1 моль газа, численно равная относительной молекулярной массе данного газа, ν – количество вещества, R - универсальная газовая постоянная.

При ν=1 (для 1 моль газа):

$$\frac{pV}{T} = R \quad (2)$$

В свою очередь, постоянная Больцмана k связана с универсальной газовой постоянной R и числом Авогадро N_a:

$$k = \frac{R}{N_a} \quad (3)$$

При подстановке величины k в (1):

$$p = \frac{kN_aT}{V} \quad (4)$$

Поскольку $N_a/V=n$ – число частиц газа в единице объема, то:

$$p = nkT \quad (5)$$

Для смеси газов общее давление подчиняется закону Дальтона:

$$p = nkT = (n_1 + n_2 + ..)kT = n_1kT + n_2kT + .. = p_1 + p_2 + .. = \sum p_i \quad (6)$$

где n_1, n_2, …, n_i - количество моль i-го компонента в смеси; p_1, p_2,..,p_n – парциальное давление i-го компонента в смеси.

Установка для определения постоянной Больцмана (рис.) состоит из стеклянного сосуда объемом V и соединенного с ним водяного манометра. В пробку, закрывающую сосуд, вставлена трубка с краном для сообщения с атмосферой и шприц для введения в сосуд летучей жидкости. Характеристики жидкостей, используемых в опыте, представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Вещество	Молярная масса, μ, кг/моль	Объем жидкости, $V_ж$, м^3	Плотность жидкости, ρ, кг/ м^3	Объем сосуда, V, м^3
1	Ацетон $(CH_3)_2CO$	0,046	10^{-6}	789	10^{-3}
2	Дихлорэтан $C_2H_4Cl_2$	0,099		1253	
3	Этанол C_2H_5OH	0,058		781	

Рис. Экспериментальная установка для определения постоянной Больцмана

В начале опыта сосуд заполнен воздухом при атмосферном давлении P_0, поэтому уровни водяного столба в обоих коленах манометра, соединенного с сосудом, одинаковы. После набора в шприц, достаточное количество исследуемой жидкости вводится через пробку внутрь сосуда. Ее пары равномерно распределяются по всему объему сосуда и создают давление P, которое измеряется манометром. Когда температура паров жидкости достигнет

температуры опыта, и уровень водяного столба прекратит изменяться, производится измерение давления манометром.

К парам летучей жидкости можно применить уравнение (1), с учетом того, что

$$m = \rho_{ж} V_{ж} \quad (7)$$

где $\rho_{ж}$-плотность исследуемой жидкости, $V_{ж}$ – ее объем.

Комбинируя уравнения (1), (3) и (7), возможно вычислить величину k [3]:

$$k = \frac{\mu p V}{\rho_{ж} V_{ж} N_a T} = \frac{\mu p V}{m N_a T} \quad (8)$$

Измерения проведены при нескольких температурах (Т=293-313 К), результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Вещество	Атмосферное давление, P_0, Па, $*10^3$	Давление в сосуде, Р, Па, $*10^3$	Парциальное давление газа, Па $p = P - P_0$	Температура паров, Т, К	Постоянная Больцмана, $k_{эксп}$ Дж/К, $*10^{-23}$	ε, %
Ацетон $(CH_3)_2CO$	101,3	143,1	41,8	293	1,38163	0,07
		144,6	43,3	303	1,38398	0,24
		146,0	44,7	313	1,38308	0,18
Дихлорэтан $C_2H_4Cl_2$		132,2	30,9	293	1,38414	0,25
		133,2	31,9	303	1,38177	0,08
		134,3	33,0	313	1,38375	0,22
Этанол C_2H_5OH		134,2	32,9	293	1,38519	0,33
		135,3	34,0	303	1,38426	0,26
		136,4	35,1	313	1,38339	0,20

$k_{табл}$=1,38065*10^{-23} Дж/К [1]

Данные эксперимента показали, что экспериментальные значения константы Больцмана хорошо согласуются с табличной величиной, и используемый метод может применяться для ее определения.

Список источников

1. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Academia, 2008. - 557 с.
2. Детлаф А.А.., Яворский Б.М. Курс физики – М.: Academia, 2009. – 719 с.
3. Перфильева Э.А. Измерение постоянной Больцмана: метод. указания к выполнению лабораторных работ– Ухта: УГТУ, 2007. – 8 с.: ил.

УДК 531.31

Бачурина И.А.
Научный руководитель: Андреева Л.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ КРУЧЕНИЯ ОТ ДЛИНЫ И ДИАМЕТРА СТЕРЖНЯ

Аннотация. *Исследована зависимость модуля кручения от длины и диаметра стержня.*

Ключевые слова: *деформация, механические свойства материала, крутящий момент, модуль кручения.*

Модуль кручения — это физическая величина, характеризующая жесткость материала при кручении. Он определяет, насколько материал сопротивляется деформации под действием крутящего момента. Знание модуля кручения позволяет анализировать механические свойства материала, что позволяет определиться с его выбором, оптимизировать конструкцию и обеспечить безопасность эксплуатации.

Кручение — это деформация, возникающая при приложении к материалу момента, при которой происходит взаимный поворот его поперечных сечений относительно друг друга вокруг оси бруса. Например, это может происходить в стержне, если его концы скручиваются в разные стороны.

$$M = f \cdot \varphi \quad (1)$$

M – крутящий момент, f- модуль кручения, φ – угол поворота.

Касательное напряжение (τ) действует параллельно к определенной поверхности материала. Оно возникает, когда на материал действуют силы вдоль этой поверхности. Закон Гука для сдвигового (касательного) напряжения гласит, что при малых деформациях напряжение пропорционально сдвиговой деформации.

$$\tau = G \cdot \gamma \quad (2)$$

G – модуль сдвига, γ – угловая деформация.

Под действием касательных напряжений элементарный объем будет деформироваться.

Рассмотрим стержень как совокупность элементарных объёмов – параллелепипедов.

Под действием крутящего момента произойдет закручивание стержня на угол φ, каждый элементарный объем будет подвержен угловой деформации γ. Касательное напряжение и крутящий момент связаны через полярный момент сопротивления сечения W_P (величина, характеризующая способность стержня сопротивляться деформации кручения).

$$\tau = \frac{M}{W_p} \qquad (3)$$

Для круглого сечения : $W_p = \frac{\pi r^3}{2}$ (4)

Связь углов φ и γ можно выразить через длину выделенной дуги S (при заданных радиусе r и длине l стержня). $S = \frac{\pi r \varphi}{180} = \frac{\pi l \gamma}{180}$. Отсюда:

$$\gamma = \frac{\varphi r}{l} \qquad (5)$$

Приравняем выражения (2) и (3):

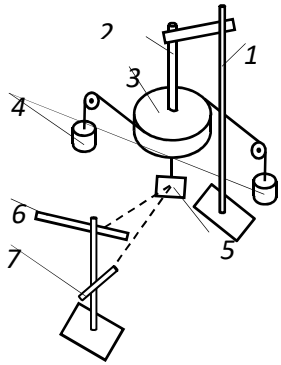
$$G\gamma = \frac{M}{W_p}$$

Соответствующие величины заменим выражениями (1), (4) и (5):

$$\frac{G\varphi r}{l} = 2\frac{f\varphi}{\pi r^3}$$

Из полученного уравнения выразим модуль кручения f:

$$f = \frac{\pi G r^4}{2l} \quad (6)$$



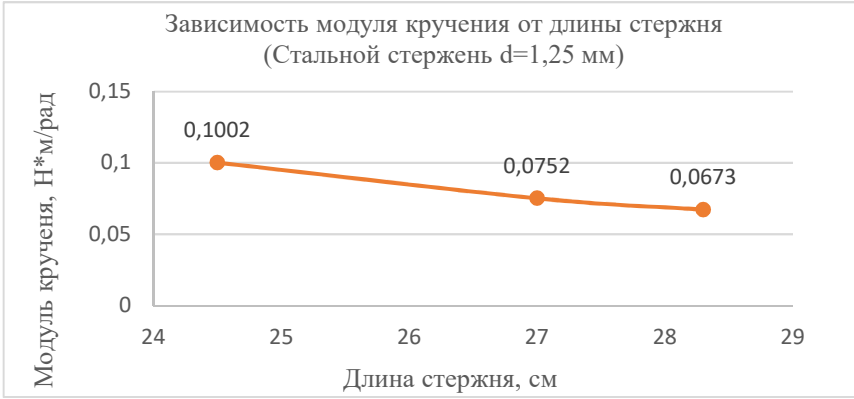
Для исследования зависимости модуля кручения от геометрических параметров стержня использовалась установка, состоящая из штатива (1), диска (3), нитей, на которые подвешивались грузы (4), зеркала (5) и линейки (6). Верхний конец стержня (2) жестко закреплен на штативе, а нижний соединен с диском и зеркалом. Крутящий момент создается двумя грузами, подвешенными на нитях, навитых на диске. Перед зеркалом расположена шкала и лазерная указка (7). При закручивании стержня происходит поворот зеркала, и на шкале видно отклонение зайчика, по которому определяется угол закручивания φ.

Угол φ можно найти как отношение длины дуги x к расстоянию от шкалы до зеркала:

$$\varphi = \frac{x}{r}$$

Тогда модуль кручения можно найти по формуле: $f = \frac{\Delta M}{\Delta \varphi}$

Где $M = Fl = mgl$



По графику видно, что между модулем кручения и длиной стержня существует обратная зависимость. Это подтверждается формулой (6).

Погрешность при вычислениях составила 5,7

Таким образом, в ходе работы была исследована зависимость модуля кручения от длины и диаметра стержня. Была установлена прямая зависимость между модулем кручения и диаметром стержня и обратная зависимость между модулем кручения и длиной исследуемого стержня. Погрешность измерений составляет примерно 15,7%.

Список источников

1. Стрелков С.П.. Механика – М.: Наука, 1975 – 560с.
2. Гольдина Л.Л. Руководство к лабораторным занятиям по физике-М.: «Наука».

УДК 537.6/.8

Верушкина В.И., Куклин В.В., Хуснутдинов Р.З.
Научные руководители: Григорьев Л.А., канд. ф.-м. наук, доцент,
Красильникова С.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ LCR-КОНТУРОВ

Аннотация. *В статье рассматриваются история создания и перспективы развития колебательного контура – цепи, состоящей из катушки индуктивности L, конденсатора ёмкостью C и резистора сопротивлением R.*

Ключевые слова: *вынужденные колебания, LCR- контур, резонанс.*

История LCR-контура — это интересное путешествие через важные открытия в области электричества и магнетизма от конца XIX века до наших дней. Каждый этап его развития связан с апробированными концепциями и экспериментами, которые углубляли понимание электрических цепей и колебательных процессов.

В 1831 году Майкл Фарадей открыл закон электромагнитной индукции, который продемонстрировал, что изменение магнитного поля может индуцировать электрический ток в проводнике. Этот эксперимент показал, что электрическая цепь может содержать как источники заряда, так и компоненты, которые влияют на то, как этот заряд движется. В 1880-х годах учёные начали изучать поведение цепей с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности. Одним из первых экспериментов было использование LCR-контуров для генерации колебаний. Примером такого эксперимента может служить работа, проведённая Г. А. Лоренцем, который в своих экспериментах обнаружил, как конденсатор может разряжаться через катушку индуктивности, создавая осцилляции тока в цепи. Это стало основой для понимания колебательных процессов, которые можно было наблюдать с помощью осциллографа [1, 2].

В настоящее время LCR-контур — это фундаментальный элемент электроники, который состоит из катушки индуктивности (L), конденсатора ёмкости (C) и резистора сопротивления (R). Особое внимание привлекает явление резонанса, при котором LCR-контур демонстрирует способность максимизировать ток или напряжение на определённой частоте. В настоящей работе рассматриваются примеры использования LCR-контуров в реальной жизни, включая их роль в радиоэлектронике, фильтрации сигналов, энергетике, научных приборах и медицине [3]. Так, LCR-контуры широко используются в радиоприёмниках и передатчиках для настройки частоты. Резонансный контур позволяет выделять сигналы определённых частот из спектра, что обеспечивает работу радиостанций. Кроме того, они применяются в антеннах для максимальной передачи и приёма радиоволн на заданной частоте. Следующим направлением использования LCR-контуров является создание фильтров низких, высоких и полосовых частот, которые позволяют разделять сигналы по частотам. Например, в аудиосистемах такие фильтры изолируют басовые и высокие частоты, а в электрических приборах устраняют помехи. В энергетике LCR-контуры применяются для компенсации реактивной мощности, что позволяет снижать энергопотери. Также они используются для стабилизации напряжений и токов в преобразователях электроэнергии. LCR-контуры являются основой работы осциллографов, анализаторов спектра и других измерительных приборов. С их помощью можно точно измерять индуктивность и ёмкость компонентов, а также анализировать свойства сигналов. В медицине LCR-контуры используются в радиочастотных радиочастотных катушках для МРТ, а также в приборах для ЭКГ, где они помогают усиливать и фильтровать сигналы, что обеспечивает точность диагностики.

Современные достижения в области LCR-контуров и соответствующих технологий включают [4]: 1) улучшенные материалы для индуктивностей и ёмкостей, что повышает эффективность и целостность контуров; 2) интеграция LCR компонентов в микросхемы, что позволяет уменьшить размеры устройств и повысить их функциональность; 3) использование LCR-контуров в новейших технологиях, таких как интернет вещей (IoT) и беспроводная связь (например, BLE, Zigbee); 4) разработка гибридных LCR структур, которые могут комбинировать различные типы контуров для достижения специфических функций - от повышения эффективности до уменьшения потерь. Очень перспективным направлением является беспроводная передача энергии, как технология, позволяющая передавать энергию от источника к приёмнику без проводного соединения. Эта технология активно развивается благодаря

её удобству. LRC-контуры играют ключевую роль в резонансных WPT-системах (Wireless Power Transfer) [5], обеспечивая высокую эффективность передачи энергии, так как имеют неоспоримые преимущества: 1) позволяют минимизировать потери энергии, особенно в системах с резонансной передачей; 2) их можно встроить в устройства с ограниченным пространством; 3) улучшают качество сигнала и обеспечивают безопасность передачи.

Таким образом, LCR-контуры находят применение в самых различных областях техники и науки. Их способность работать в режиме резонанса делает их незаменимыми в задачах фильтрации сигналов, передачи энергии и анализа данных. Дальнейшее развитие технологии LCR-контуров связано с интеграцией с цифровыми системами, увеличением эффективности и миниатюризацией устройств.

Список источников

1. Smith, R.E., & Taylor, J.P. Introduction to Resonant Circuits and Their Applications. Wiley, 2018.

2. Гаврилов В.А. История радиотехники и развитие резонансных технологий. — М.: Техносфера, 2021.

3. Morrison, R. Modern Electronics and Circuit Design: A Historical Perspective. Elsevier, 2019.

4. Zehavi, E., et al. "Superconducting Materials in Advanced Energy Applications." IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 2020.

5. Официальный сайт IEEE, раздел "Future Trends in Resonant Circuits and Wireless Power Transfer", 2022.

УДК 531.31

Ефимов Ф.Е., Мошкин А.В.
Научный руководитель: Андреева Л.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ЮНГА ИЗ РАСТЯЖЕНИЯ ПРОВОЛОКИ

Аннотация. *Определили модуль Юнга стальной проволоки на самодельном приборе Лермантова.*

Ключевые слова: *деформация, механические свойства материала, жесткость материала, модуль Юнга.*

Модуль Юнга (также известный как модуль продольной упругости, модуль нормальной упругости) — физическая величина, характеризующая способность материала сопротивляться растяжению, сжатию при упругой деформации. Упругая деформация — деформация, исчезающая после прекращения действий на тело внешних сил. При этом тело принимает первоначальные размеры и форму. Обозначается большой буквой E. Назван в честь английского физика XIX века Томаса Юнга. В Международной системе единиц (СИ) измеряется в ньютонах на квадратный метр или в паскалях.

Модуль Юнга рассчитывается как отношение нормального (осевого) напряжения к продольной деформации тела.

Определение Модуля Юнга – это важный аспект механики материалов, позволяющий оценить упругие свойства веществ. Модуль Юнга характеризует отношение напряжения к деформациям в пределах упругой деформации.

Когда на материал, такой как проволока, воздействует сила, он начинает деформироваться. Эта деформация может быть как упругой, так и пластической. Упругая деформация – это временное изменение формы, которое исчезает после снятия нагрузки.

Напряжение (σ) – это мера внутренней силы, действующей на единицу площади. Оно рассчитывается как отношение приложенной силы к площади поперечного сечения. Деформация (ε) – это относительное изменение длины материала, отношение изменения длины к первоначальной длине. Тогда модуль Юнга (E) – это коэффициент, который

связывает напряжение и деформацию, определяется как отношение напряжения к деформации:

Согласно закону Гука абсолютное удлинение

$$\Delta l = \frac{l_0 F}{SE}$$

Зная размеры испытуемого образца, приложенную силу и измерив относительное удлинение, можно вычислить модуль Юнга:

$$E = \frac{l_0 F}{S\Delta l}$$

Для определения модуля Юнга в нашей работе используется самодельный прибор Лермантова. Проволока L из исследуемого материала устанавливалась между двумя точками опоры и подвергалась растяжению с использованием калиброванного груза. Измерив силу, действующую на образец, и его начальную длину, а также увеличение длины при приложенной нагрузке, мы смогли рассчитать модуль Юнга. Для стальной проволоки получили значение 2,5 $*10^{11}$ Па, для алюминиевой проволоки – 0,5 $*10^{11}$ Па. Погрешность при вычислении составила около 8%.

Модуль Юнга можно определить также из графика зависимости $\Delta l = f(F)$

Так как Δl линейно зависит от F , то tg угла наклона прямой в координатах $(F, \Delta l)$ есть $tg\alpha = \frac{l_0}{SE}$

Через тангенс угла наклона можно вычислить модуль Юнга.

Для алюминиевой проволоки получили график зависимости удлинения от нагрузки:

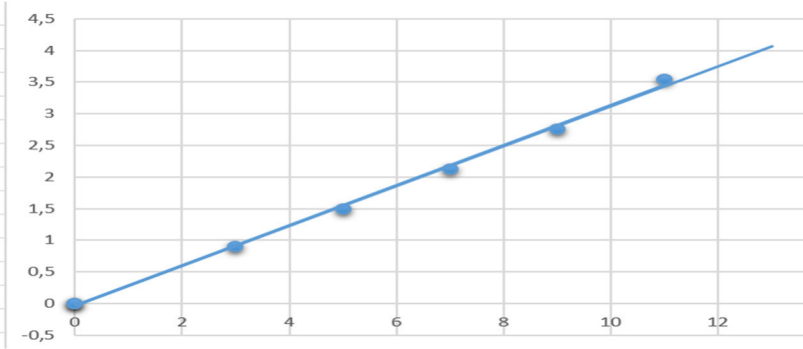
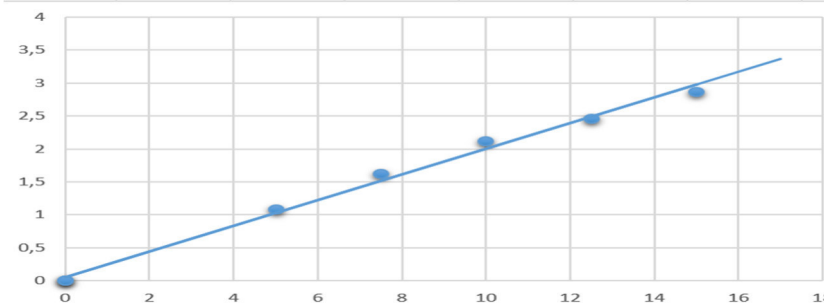


График для стальной проволоки:



Значения, полученные в ходе нескольких измерений, показывали небольшие колебания, что связано с погрешностями, например, с точностью измерительного инструмента и равномерностью приложения нагрузки. Экспериментальные результаты позволяют подтвердить теоретические основы упругости и служат отправной точкой для дальнейшего изучения механических свойств различных материалов.

Список источников

1. Гольдина Л.Л. Руководство к лабораторным занятиям по физике-М.: «Наука».
2. https://studfile.net/preview/4246053/

УДК 53.076

Загидуллин К.Р., Зверев Е.И.
Научный руководитель: Ладычук Д.В., канд. хим. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА

Аннотация. *Изучен процесс колебаний баллистического крутильного маятника, проведено экспериментальное определение его характеристик на основании законов сохранения момента импульса и энергии.*

Ключевые слова: *баллистический крутильный маятник, колебания, момент инерции, модуль кручения, скорость снаряда, закон сохранения момента импульса, закон сохранения энергии.*

Баллистическим крутильным маятником называется колебательное устройство, масса которого значительно превышает массу соударяющегося с ним тела и обладающего большим по сравнению со временем взаимодействия τ периодом T собственных колебаний [1,2]. После удара первоначально покоящийся маятник приобретает момент импульса и приходит в движение, причем его начальная скорость существенно меньше скорости летящего тела. Измеряя параметры движения такого устройства после удара, можно определить величины, характеризующие тело или явление, создавшее это воздействие. Принципиальная схема маятника приведена на рисунке [1].

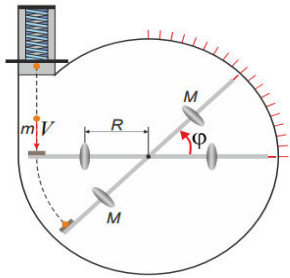


Рис. Баллистический крутильный маятник

Он представляет собой металлический стержень с грузами M, закрепленный в горизонтальном положении натянутой вертикально стальной проволокой. На концах стержня крепятся мишени из пластилина. После попадания пули (снаряда) в мишень маятник начинает поворачиваться вокруг вертикальной оси $00'$. Кинетическая энергия маятника, полученная при ударе, постепенно переходит в потенциальную энергию упругой деформации закручивающейся стальной нити. При некотором угле поворота φ_0 маятник останавливается и начинает движение в обратном направлении; возникают колебания.

Для описания абсолютно неупругого удара пули можно воспользоваться теоремой об изменении момента импульса системы пуля-маятник. Так как время удара τ значительно меньше периода колебаний маятника T, то за время τ маятник не успевает существенно отклониться от положения равновесия. В этом случае моментом упругих сил, возникающих при повороте маятника, можно пренебречь. Следовательно, момент импульса системы пуля-маятник во время удара сохраняется:

$$mVl = (I_1 + ml^2)\omega \quad (1)$$

где I_1- момент инерции маятника, ml^2 - момент инерции пули, ω – угловая скорость маятника вместе с пулей после удара, m – масса пули, V - скорость пули.

Пренебрегая потерями энергии, величина ω определяется с помощью закона сохранения энергии– потенциальная энергия упругой деформации стальной нити в момент отклонения маятника от положения равновесия равна кинетической энергии системы после удара (до закручивания нити):

$$\frac{1}{2}C\varphi_0^2 = \frac{1}{2}\ (I_1 + ml^2)\omega^2 \quad (2)$$

где C – модуль кручения проволоки, φ_0 – угол поворота маятника (радиан)

Поскольку $I_1 \gg ml^2$, совместное решение (1) и (2) позволяет определить скорость полета снаряда:

$$V^2 = \frac{C\ \varphi_0^2}{m^2 l^2}(I_1 + ml^2) = \frac{C\varphi_0^2}{m^2 l^2} I_1 \quad (3)$$

Величины V и I_1 можно определить из опыта, зная период T крутильных колебаний маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C}} \quad (4)$$

Для различных значений I (перемещая закрепленные грузы на разные расстояния R_1 и R_2 от оси вращения), применяя теорему Штейнера [3,4], вычисляются величины T_1 и T_2:

$$I_1 = I_0 + 2MR_1\,, \qquad I_2 = I_0 + 2MR_2 \quad (5)$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{I_1}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_0 + 2MR_1^2}{C}}\,, \qquad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{I_2}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{I_0 + 2MR_2^2}{C}} \quad (6)$$

где MR_i; – момент инерции вращения одного груза относительно оси вращения; I_0-момент инерции маятника без грузов.

Используя (5) и (6), определяется модуль кручения проволоки C, а также моменты инерции маятника без груза I_0 и с грузом I_1:

$$C = \frac{8\pi^2 M(R_2^2 - R_1^2)}{T_2^2 - T_1^2} \quad (7)$$

$$I_0 = \frac{2M(R_2^2 T_1^2 - R_1^2 T_2^2)}{T_2^2 - T_1^2}, \qquad I_1 = \frac{T_1^2}{T_2^2 - T_1^2} 2M(R_2^2 - R_1^2) \quad (8)$$

Подставляя (8) в (3), можно рассчитать скорость полета пули (снаряда):

$$V = \frac{4\pi M \varphi_0 T_1 (R_2^2 - R_1^2)}{ml(T_2^2 - T_1^2)} \quad (9)$$

Измерения проведены на лабораторной установке ФПМ-09 (параметры установки M=0,191 кг, m=0,007 кг, l=0,15 м, N=20 колебаний, T=t/N). Результаты измерений приведены в таблице.

Таблица

Угол отклонения, $\varphi_{0,}{}^0$ (радиан)	R_1, м	t_1, с	T_1, $с^{-1}$	R_2, м	t_2, с	T_2, $с^{-1}$	C, н*м	I_0, кг*м^2	I_1, кг*м^2	V, м/с
29 (0,506)		35,02	1,751		30,89	1,545	0,29	0,015	0,023	39,4
32 (0,558)		35,89	1,795		31,72	1,586	0,28	0,016	0,023	42,7
33 (0,576)	0,14	36,21	1,811	0,08	31,83	1,592	0,27	0,015	0,022	42,2
31 (0,541)		35,57	1,779		31,25	1,563	0,28	0,015	0,022	40,2
30 (0,524)		35,46	1,773		31,14	1,557	0,28	0,015	0,022	38,9

Данные эксперимента показали, что на баллистическом крутильном маятнике возможно определение ряда его характеристик, таких как модуль кручения проволоки, момент инерции и скорость полета снаряда, с хорошими воспроизводимостью и точностью.

Список источников

1. Полуэктов Н.П., Царьгородцев Ю.П., Усатов И.И. Лабораторный практикум по физике. Механика: определение скорости полета пули методом баллистического маятника – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 13 с
2. Кириллов А.М., Климов Л.Н. Определение скорости полета пули с помощью баллистического крутильного маятника. Методические указания к лабораторной работе. - М: МГТУ, 1990. – 7 с.
3. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Academia, 2008. - 557 с.
4. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики – М.: Academia, 2009. – 719 с.

УДК 533.7

Козлова О.Д.
Научный руководитель Красильникова С.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДИФФУЗИИ СОЛИ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ В ВОДЕ

Аннотация: *одной из современных проблем области охраны окружающей среды остается интенсивное загрязнение атмосферы, водных объектов и почвы различными антропогенными источниками выбросов. В нашей работе рассмотрен диффузионный процесс как модель двумерной диффузии соли-загрязнителя (перманганат калия) в неподвижной жидкости (вода) с помощью метода Монте-Карло.*

Ключевые слова: *диффузия, вода, модель, метод Монте-Карло.*

В настоящее время существует широкий спектр математических моделей, описывающих процесс переноса вещества в атмосфере, водоемах и подземных водах. В нашей работе рассмотрен диффузионный процесс как модель двумерной диффузии соли (загрязнитель) в стационарной жидкости (водоём).

Целью работы явилось экспериментальное определение коэффициентов диффузии при растекания пятна перманганата калия при диффузионном процессе в неподвижной жидкости с использованием метода Монте-Карло. В качестве исследуемой жидкости бралась вода при двух температурах.

Как известно [1], явление диффузии заключается в самопроизвольном проникновении и перемешивании частиц двух соприкасающихся газов, жидкостей и даже твёрдых тел; диффузионный процесс сводится к обмену масс частиц этих тел, возникает и продолжается, пока существует градиент плотности. Перенос массы вещества в простейшем случае подчиняется первому закону Фика: масса вещества m, переносится за единицу за единицу времени через единицу площади, прямо пропорциональна градиенту плотности:

$$m = -D\frac{dp}{dx}$$

Существует несколько подходов к описанию диффузии. В нашей работе использовался метод статистических испытаний – метод Монте-Карло [2]. Молекула в произвольной среде вследствие теплового движения перемещается по механизму случайных блужданий. Для описания такого процесса используются вероятностные представления, из

которых следует, что вероятность осуществления диффундирующей частицей элементарного акта перемещения на определенное расстояние определяется подвижностью этой частицы и временем прохождения этой частицы от одного столкновения до другого столкновения в среде.

На рис. 1 представлен пример моделирования двумерной диффузии из точечного источника методом Монте-Карло. Если при перемещении частицы в среде не возникает условия для предпочтительного направления, то средний квадрат полного смещения частицы в изотропной среде слагается из суммы квадратов смещений по трем пространственным координатам:

$$\langle R^2 \rangle = \langle x^2 \rangle + \langle y^2 \rangle + \langle z^2 \rangle.$$

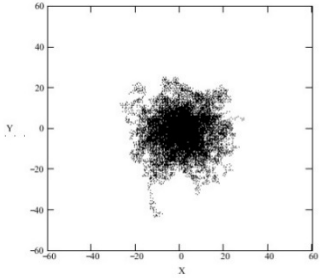


Рис. 1. Моделирование двумерной диффузии из точечного источника

Можно показать, что если R_N – векторное расстояние от начала через N шагов, то средний квадрат расстояния от начала пропорционален числу шагов N:

$$\langle R_N^2 \rangle = NL,$$

где L – длина каждого шага. Так как число шагов пропорционально времени, то:

$$\langle R^2 \rangle = \alpha t,$$

то есть средний квадрат расстояния пропорционален времени.

Средний квадрат смещения определяется по уравнению Эйнштейна:

$$\langle x^2 \rangle = \frac{2kTB}{N_A} \cdot t = 2Dt,$$

где k–постоянная Больцмана, T – термодинамическая температура, B – подвижность частицы в среде, зависящая как от свойств частицы, так и от вязкости среды, N_A – число Авогадро, t – время, D – коэффициент диффузии, который по определению равен $D = \frac{kTB}{N_A}$.

На рисунке 2 представлен ход проведения опыта: 0,1 г соли перманганата калия высыпали в 2 л воды и с течением времени наблюдали распространение диффузионного пятна в воде. Значение радиуса пятна бралось как среднее арифметическое значение между наименьшим и наибольшим радиусами пятна.

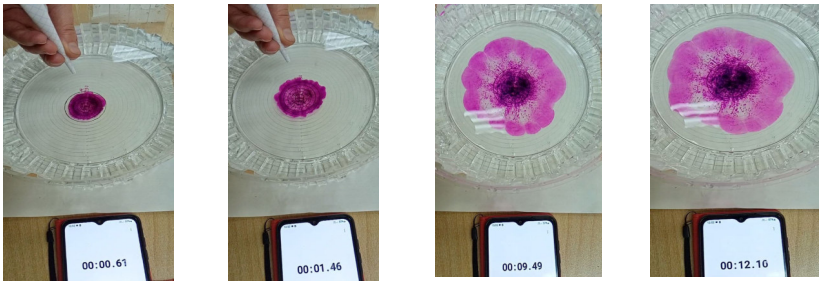


Рис. 2. Распространение диффузионного пятна с течением времени в воде.

В работе были получены экспериментальные зависимости среднего радиуса диффузионного пятна от времени $\langle x^2 \rangle = f(t)$ (рис. 3). Из экспериментальных зависимостей $\langle x^2 \rangle = f(t)$ были определены коэффициенты диффузии по тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс: $D_1 = 0{,}175 \cdot 10^{-2}$ см^2/с при комнатной температуре и $D_2 = 4 \cdot 10^{-2}$ см^2/с при температуре 90°С.

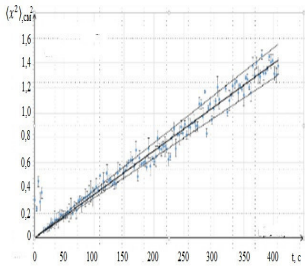


Рис. 3. Зависимость среднего радиуса диффузионного пятна от времени

Таким образом, моделирование процесса диффузии соли перманганата калия в воде удовлетворительно описывается методом Монте-Карло и позволяет оценить скорости протекания диффузионных процессов при различных температурах.

Список источников

1. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учеб. пособие для втузов. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высшая шк. 2000. – 718 с.

2. Электронный ресурс https://profbeckman.narod.ru

УДК 537.6/.8

Лебедева А.О., Перминов С.С.
Научные руководители: Григорьев Л.А., канд. ф.-м. наук, доцент,
Красильникова С.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ В LCR-КОНТУРЕ

Аннотация. *В работе представлены результаты апробации модернизированной установки по изучению вынужденных электромагнитных колебаний в LCR-контуре.*

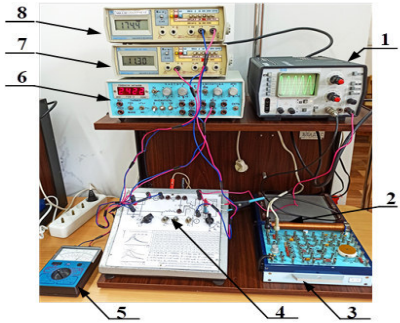
Ключевые слова: *LCR- контур, резонансная частота, добротность.*

LCR-контур представляет собой электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых катушки с индуктивностью L, конденсатора ёмкостью C, резистора с активным сопротивлением R и генератора переменной ЭДС [1]. Эти компоненты в сочетании обеспечивают явление резонанса — уникальное свойство, при котором контур минимизирует полное сопротивление на определённой частоте. Это позволяет значительно усилить ток или напряжение в цепи, что делает LCR-контуры незаменимыми в таких областях, как обработка сигналов и системы связи.

Целью данной работы явилось изучение явлений, наблюдаемых при внешнем возбуждении колебаний с частотами, близкими к резонансной частоте; исследование зависимости силы тока в контуре, напряжения на конденсаторе и напряжения на катушке индуктивности от частоты вынужденных колебаний в цепях переменного тока; определение добротности контура и индуктивности катушки резонансным методом [2].

Методика измерений заключалась в подаче на колебательный контур синусоидального внешнего напряжения с контролируемой частотой и измерения напряжения на его элементах при различных частотах. По полученным экспериментальным данным были построены резонансные кривые силы тока и графики зависимости амплитуды соответствующих напряжений от частоты. Также было экспериментально определены добротность и индуктивность контура.

Исследование проводилось на установке, внешний вид которой представлен на рисунке 1.



1 – осциллограф;
2 – катушка индуктивности L_1;
3 – ящик для хранения стержней:
4 – монтажная плата LCR–контура;
5 – мультиметр;
6 – генератор напряжений специальной формы;
7 – вольтметр В7–58А;
8 – миллиамперметр В7-58А.

Рис. 1. Внешний вид установки

На рисунке 2 представлены графики резонансных кривых, на рисунке 3 графики зависимостей $U_m = f(v)$. Частота, при которой наблюдалось явление резонанса оказалась равной 2405 Гц, максимальное значение амплитуды напряжения на конденсаторе достигается при частоте 2375 Гц, максимальное значение амплитуды напряжения на катушке индуктивности достигается при частоте 2436 Гц, что соответственно меньше и больше резонансной частоты.

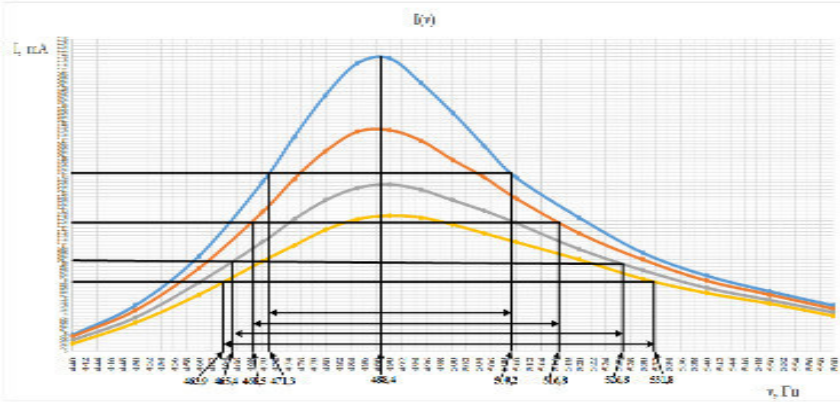


Рис. 2. Графики зависимостей $I_m = f(v)$

Важнейшей характеристикой резонансных свойств системы является добротность контура, которая характеризует остроту резонансных кривых. Экспериментальное значение добротности вычислили по так называемой ширине резонансной кривой для силы тока по половине

мощности [3]. Полученные значения коррелируют с теоретическими значениями добротности контура, погрешность измерений составила менее 5%.

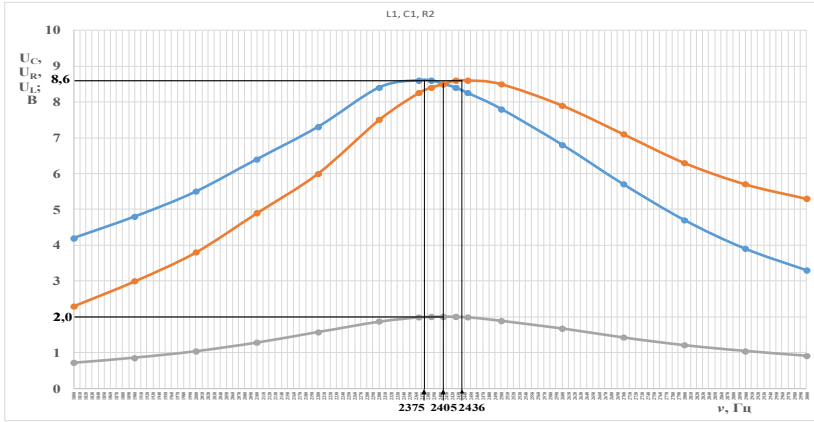


Рис. 3. Графики зависимостей $U_m = f(\nu)$

Таким образом, анализ таких контуров позволяет инженерам и исследователям оптимизировать параметры цепей для достижения желаемых характеристик, таких как усиление, затухание и селективность сигнала.

Список источников

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для инженерно-техн. Специальностей вузов. 17-е изд., стер. М.: Academia, 2008. 557 с.

2. Электромагнетизм: лабораторный практикум/Л.А. Григорьев, С.В. Красильникова и др.; под ред. Л.А. Григорьева. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. – 80 с.

3. Григорьев Л.А. Добротность последовательного колебательного контура //Современные проблемы технического образования [Электронный ресурс]: материалы XXIII Всероссийской научно-методической конференции, Йошкар-Ола, 17-18 марта 2023 г. Йошкар-Ола: ПГТУ; 2023. С. 50-53.
https://science.volgatech.net/nm/Conferences/sovremennye-problemy-tekhnicheskogo-obrazovaniya/1sbornikSPTO.pdf.

Секция «ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ»

УДК 539.3

Бачурина И.А., Шлычков С.В.
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИЮ ДЕФОРМАЦИИ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ

Аннотация. *С помощью метода конечных элементов созданы дискретные модели балки из древесины березы. Анализируется влияние ориентации волокон древесины относительно направления нагрузки на его податливость. Результаты представлены в графической форме. Установлено существование точки перегиба функции потенциальной энергии деформации от угла ориентации древесных волокон. Для решения задач статики использован программный комплекс ANSYS. Проведен анализ сходимости результатов для моделей с различной степенью дискретизации. Установлено соответствие результатам аналитического решения.*

Ключевые слова: *упругие постоянные, метод конечных элементов, потенциальная энергия деформации.*

Древесина – это естественный армированный анизотропный материал, который в процессе эволюции оказался приспособленным для наилучшего сопротивления механическим нагрузкам. В этом смысле изучение её свойств может способствовать созданию анизотропных материалов с требуемым набором прочностных упругих или диссипативных свойств. В настоящей работе рассматривается стержневой образец, изготовленный из древесины березы. Он имеет круглое поперечное сечение диаметром 4 мм и длину 150 мм (см. рис. 1, а).

Расчетная модель образца строится на базе метода конечных элементов (МКЭ) с помощью программного комплекса Ansys (см. рис.1, б). Физико-механические свойства древесины учитываются на основе модели ортотропного тела. Оценивается податливость образца в зависимости от угла между направлениями осей анизотропии древесины и направлением приложения нагрузки (см. рис. 2). При этом учитывается изменение упругих свойств древесины только в продольно-радиальной плоскости. Модуль упругости в окружном направлении считается неизменным. Использованы 9 упругих постоянных на основе справочных данных [1].

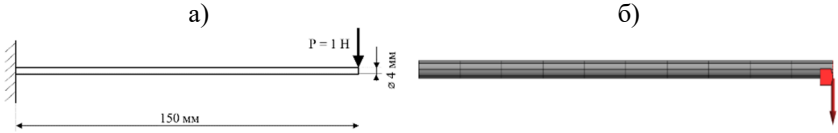


Рис.1. а) Расчетная модель образца, б) Дискретная модель образца

Используемые при построении расчетной модели упругие постоянные сведены в таблицу 1.

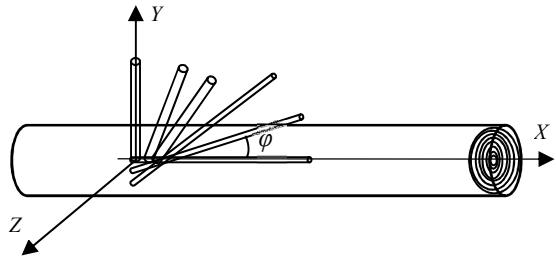


Рис.2. Схема вырезания образца из ствола дерева

Таблица 1

φ	E_x [ГПа]	E_y [ГПа]	E_z [ГПа]	G_{xy} [ГПа]	G_{yz} [ГПа]	G_{xz} [ГПа]	μ_{xy}	μ_{yz}	μ_{xz}
0°	16,66	1,126	0,629	1,095	0,192	1,043	0,49	0,78	0,018
15°	9,124	1,209	0,629	1,067	0,203	0,804	0,214	0,784	0,045
30°	4,01	1,507	0,629	1,016	0,241	0,494	0,047	0,793	0,122
45°	2,22	2,22	0,629	0,993	0,324	0,324	0,013	0,08	0,226
60°	1,507	4,01	0,629	1,016	0,494	0,241	0,017	0,780	0,331
75°	1,209	9,124	0,629	1,067	0,803	0,203	0,028	0,667	0,407
90°	1,126	16,66	0,629	1,095	1,043	0,192	0,033	0,476	0,435

Для построения КЭ моделей использован объемный КЭ Solid-186. Он способен аппроксимировать пространственные тела сложной конфигурации и имеет 8 узлов с 3 степенями свободы в каждом. В результате были построены модели, насчитывающие 22, 44, 110, 4200 КЭ. На их основе решена тестовая задача статики по определению максимального прогиба для защемленной балки, нагруженной на свободном конце сосредоточенной силой, равной 1 Н. Во всех случаях получены практически одинаковые результаты, что означает достаточно высокую степень сходимости построенных КЭ моделей. Уже при дискретизации на 22 КЭ точность расчетов по перемещениям оказывается на уровне 2% от результата формулы Мора, учитывающей только изгибающий момент.

На рис. 3 представлены результаты расчета прогиба для различной ориентации образца относительно продольной оси ствола. Построенный график

наглядно отражает полученные данные: наименьшую податливость имеет образец, вырезанный вдоль волокон древесины. Его жесткость плавно уменьшается с увеличением угла φ (см. рис. 2) и наибольшей податливостью обладает образец, вырезанный в радиальном направлении. Полученная кривая имеет точку перегиба в районе 30°-60° (см. рис. 3, а). В этой области получается линейная зависимость между прогибом w и углом φ. Если подойти к оценке полученных результатов с энергетических позиций, то результаты можно трактовать иначе. Рассматривается нагружение образцов, вырезанных под разными углами φ разными силами для получения одинакового прогиба. Оказывается, что функция потенциальной энергии деформации $U(\varphi)$ не имеет точки перегиба, а в областях 0°-20° и 70°-90° просматриваются линейные зависимости между энергией и углом φ.

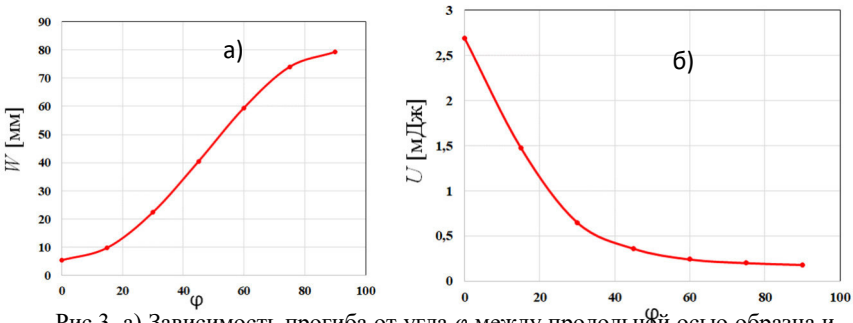


Рис.3. а) Зависимость прогиба от угла φ между продольной осью образца и направлением волокон древесины б) Зависимость потенциальной энергии деформации от угла φ

Между перемещениями и потенциальной энергией деформации установлена интегральная взаимосвязь. Для образцов с малой податливостью (φ = 0) получается высокая потенциальная энергия деформации. Для образцов с высокой податливостью (φ = 90) – малая. Характер изменения энергии деформации от угла меняется в районе 30-40 градусов. Это область линейной зависимости на графике перемещений.

Список источников

1. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 247 с.

2. Шлычков С.В. Исследование упруго-диссипативных свойств древесины: эксперименты и расчеты// Сборник трудов XXXII сессии Российского акустического общества – М.: ГЕОС, 2019. – С. 1463-1469.

УДК 621.01

Бекходжаев А.Р.
Научный руководитель: Догадина Т.Н., канд техн. наук
Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ РОТОРА С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОР

Аннотация. *Разработана численная модель роторной системы для динамического анализа с учетом переменных характеристик опор. Представлены собственные частоты колебаний ротора и диаграмма критических скоростей в зависимости от частоты вращения.*

Ключевые слова: *критическая скорость, колебания, ротор, жесткость опоры, собственная частота.*

В инженерии, и в частности, в энергетическом машиностроении роторные системы являются ключевыми элементами многих механизмов и устройств, таких как турбины, компрессоры, электродвигатели и генераторы. Одной из важнейших задач при проектировании и эксплуатации роторных систем является анализ их динамического поведения [1,2], в частности, определение частот колебаний и критических скоростей вращения.

Цель работы: создание численной модели ротора и исследование его динамических характеристик.

Ротор вместе с опорами представляет собой сложную динамическую систему, уровень схематизации, которой зависит от целей и задач расчета и возможностей используемого метода расчета [3,4]. Надо данном этапе работы ставилась задача учесть как можно точнее упруго-вязкие свойства опор, которые зависят от частоты вращения ротора.

В CAE Fidesys была построена конечно-элементная модель ротора с переменными по длине характеристиками (рис.1). Опоры представляют собой вязкоупругие пружины.

Далее при помощи программного интерфейса Fidesys и языка программирования Python была написана программа для расчета собственных частот и построения диаграммы критических скоростей ротора.

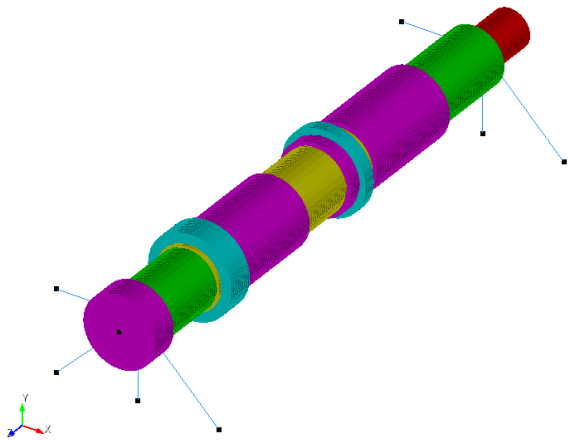


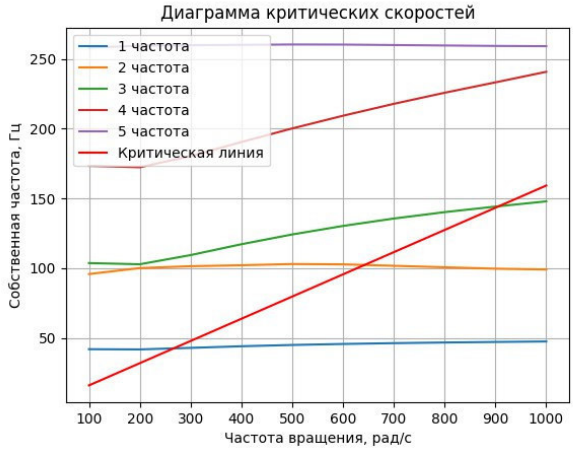
Рис. 1. Построенная модель ротора на вязкоупругом основании

Сначала считывается файл, содержащий данные по опорам, затем в цикле в зависимости от частоты вращения ротора (здесь в диапазоне 100-1000 (рад/с) с шагом в 10 (рад/с) – эти параметры являются настраиваемыми) вычисляются коэффициенты жесткости и демпфирования опор. Данные по опорам передаются на вход в Fidesys, в котором на каждой итерации происходит модальный анализ. После результаты вычисления Fidesys на каждой иттерации сохраняются и передаются обратно в Python для построения диаграммы Кемпбелла.

На полученной диаграмме Кэмпбелла представлены изменение первых пяти собственных частот и критическая линия. По оси ординат отложены значения собственных частот в герцах (Гц), а по оси абсцисс - частота вращения ротора в радианах в секунду (рад/с).

Точки пересечения кривых собственных частот с критической линией указывают на критические скорости вращения. При этих значениях частоты вращения возникают резонансные явления, которые могут привести к значительным вибрациям и потенциальному повреждению системы.

В рамках проведенного исследования была построена численная модель роторной системы, учитывающая переменные жесткости и демпфирования опор, разработана программа на основе системы конечно-элементного моделирования CAE Fidesys и языка программирования Python для анализа собственных частот и критических скоростей ротора.



Построенная диаграмма критических скоростей демонстрирует зоны, в которых необходимо избегать длительной эксплуатации ротора, а также позволяет оптимизировать его рабочие параметры для обеспечения надежности и долговечности.

Список источников

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. В.Н. Челомей (пред). — М.: Машиностроение, 1980 — Т. 3. Колебания машин, конструкций и их элементов/ Под ред. Ф. М. Диментберга и К. С. Колесникова. 1980. - 544 с.

2. Динамика и прочность турбомашин: учебник для вузов / А.Г. Костюк. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007. — 476 с.

3. Алгоритм прогнозирования вибрационного состояния ротора турбины с использованием машинного обучения / М.А. Болотов, В.А. Печенин, Е.Ю. Печенина, Н.В. Рузанов // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 18-27. – DOI 10.18287/2541-7533-2020-19-1-18-27.

4. Куменко А.И. О цифровых двойниках и предиктивной аналитике в энергетике / А.И. Куменко, Т.Н. Догадина, А.И. Мозгунова // Газотурбинные технологии. – 2022. – № 3(186). – С. 28-33.

УДК 539.3

Ефремова Т.А.
Научный руководитель: Куликов Ю.А., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СТВОЛА ДАЛЬНОБОЙНОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОРУДИЯ

Аннотация. *Выполнена приближённая оценка прочности двуслойного орудийного ствола. На основании решения Ламэ и соотношений Гадолина в зависимости от дальности и калибра установлены рациональные параметры конструкции. Задача баллистики решена при помощи динамической модели материальной точки.*

Ключевые слова: *орудийный ствол, прочность, составные цилиндры, внутреннее давление.*

Для определения кинематических параметров движения снаряда используем динамическую модель материальной точки (рис.1).

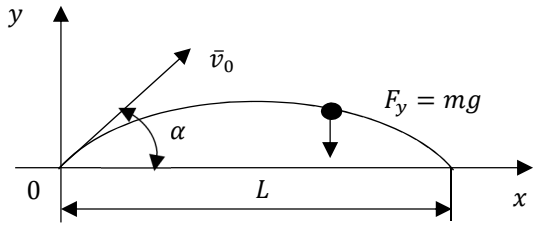


Рис. 1

Уравнение движения материальной точки в координатной форме [1]:

$$m\ddot{x} = 0, \qquad m\ddot{y} = F_y = -mg. \tag{1}$$

После интегрирования, с учетом начальных условий: при $t = 0$ – $v_x = v_0 \cos\alpha$ и $v_y = v_0 \sin\alpha$, получим выражения проекций скорости

$$\dot{x} = v_0 \cos\alpha, \qquad \dot{y} = -gt + v_0 \sin\alpha\,. \tag{2}$$

Еще раз интегрируем, находим

$$x = v_0 t \cos\alpha, \qquad y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin\alpha\,. \tag{3}$$

Уравнения (3) определяют координаты точки в момент времени t.

Исключая из уравнений (3) время, получим

$$y = x\,\mathrm{tg}\,\alpha - \frac{gx^2}{2{v_0}^2\cos^2\alpha}. \qquad (4)$$

Уравнение (4) определяет траекторию движения. Материальная точка, брошенная под углом α к горизонту, движется в безвоздушном пространстве по квадратной параболе.

Подставляя в уравнение (4) $y = 0$, находим дальность движения L:

$$x\left(\mathrm{tg}\,\alpha - \frac{gx}{2{v_0}^2\,cos^2\,\alpha}\right) = 0, \qquad L = \frac{{v_0}^2}{g}\sin 2\alpha \qquad (5)$$

При угле $\alpha = 45^0$ получим $L = {v_0}^2/g$. Откуда $v_0 = \sqrt{L \cdot g}$. При дальности $L = 50$ км определяем начальную скорость

$$v_0 = \sqrt{50 \cdot 10^3 \cdot 10} \approx 700 \text{ м/с}.$$

Считаем вес снаряда $G = 44$ кГ, соответствующая масса $m = G/g = 44/10 = 4{,}4$ кГс^2/м, где g = 10 м/с^2 – ускорение свободного падения.

Скорость снаряда по длине ствола $l = 8$ м при выстреле изменяется от 0 до v_0. При равноускоренном движении $l = \frac{1}{2}v_0 t^*$. Откуда время $t^* = 2l/v_0 = 2 \cdot 8/700 = 2{,}28 \cdot 10^{-2}$ с. Соответствующее ускорение $w = v_0/t^* = 700/(2{,}28 \cdot 10^{-2}) = 30{,}7$ км/с^2.

Далее определяем силу, которую нужно приложить, чтобы сообщить телу массой m ускорение w. Для этого воспользуемся уравнением основного закона динамики:

$$F = m \cdot w = 4{,}4 \cdot 30702 = 135{,}1 \cdot 10^3 \text{ кГ}.$$

Этой силе соответствует максимальное давление при выстреле

$$p = F/A = 135{,}1 \cdot 10^3/181{,}5 = 744{,}3 \text{ кГ/см}^2 = 74,4 \text{ МПа},$$

где $A = \pi d^2/4 = \pi \cdot 15{,}2^2/4 = 181{,}5$ см^2, d – диаметр отверстия ствола.

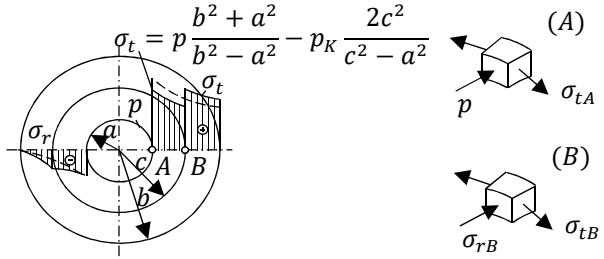


Рис. 2

Рассмотрим орудийный ствол, составленный из двух, соединённых с натягом Δ толстостенных цилиндров (рис.2). Для определения напряжений под действием внутреннего давления воспользуемся решением Ламэ [2].

С учётом равнопрочности цилиндров ($\sigma_{\text{экв}A} = \sigma_{\text{экв}B}$) эквивалентное напряжение находится по формуле

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \sigma_3 = p\frac{2b^2}{b^2 - a^2}\left[1 - \frac{1}{\frac{b^2}{b^2 - c^2} + \frac{c^2}{c^2 - a^2}}\right] \qquad (6)$$

Из условия минимума (6) при $c = \sqrt{ab}$ (условия Гадолина) получим

$$\sigma_{\text{экв}}^{min} = pb/(b - a). \qquad (7)$$

Примем – материал нержавеющая сталь 20Х13 с пределом текучести $\sigma_{\text{т}}$ = 400 МПа и модулем упругости $E = 218$ ГПа.

По формуле (7) с учётом коэффициента запаса $n_{\text{т}}$ = 4 из условия прочности

$$\sigma_{\text{экв}} = p\frac{b}{b - a} = \frac{\sigma_{\text{т}}}{n_{\text{т}}}$$

при $a = d/2 = 0{,}076$ м находим радиусы цилиндров $b = 0{,}297$ м и $c = \sqrt{a \cdot b} = 0{,}150$ м. Откуда получим: толщина внутреннего цилиндра $h_1 = c - a = 0{,}074$ м $= 7{,}4$ см, толщина наружного цилиндра $h_2 = b - c = 0{,}147$ м $= 14{,}7$ см.

Наружный цилиндр с натягом соединяется с внутренним цилиндром. Для заданного рабочего давления величина натяга определяется по формуле

$$\Delta = \frac{p}{E}\sqrt{a \cdot b} = \frac{74{,}4}{2{,}18 \cdot 10^5}\sqrt{76 \cdot 297} = 0{,}0513 \text{ мм}$$

Таким образом, для заданного калибра и дальности, с учётом механических свойств материала установлены основные геометрические параметры двуслойного орудийного ствола, удовлетворяющие условию прочности.

Список источников

1. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики – М.: Высш. шк., 1990 – 607 с.

2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов – М.: Изд–во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999 – 592 с.

УДК 539.3

Зыбина А.С., Иванова А.А.
Научный руководитель: Куликов Ю.А., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ СДВИГА НА ПРОГИБЫ БАЛОК ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ

Аннотация. *Представлены результаты расчёта прогибов балок при поперечном изгибе. Исследовано влияние деформаций сдвига на упругие перемещения.*

Ключевые слова: *трёхслойная балка, поперечный изгиб, перемещения, деформации сдвига.*

Одной из классических задач прикладной механики является задача теории изгиба балок, построенная на основании гипотезы плоских сечений Бернулли-Эйлера. На основе этой гипотезы строится теория чистого изгиба. В условиях поперечного изгиба влиянием поперечных сил на прогибы балок обычно пренебрегают, считая, что они оказывают слабое влияние на перемещения.

Рассмотрим однопролётную шарнирно опёртую балку, нагруженную сосредоточенной силой *F*.

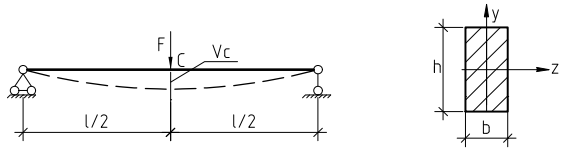


Рис. 1

Для расчёта прогибов воспользуемся интегралами Максвелла-Мора:

$$\Delta = \int_L \frac{M_z \overline{M}_z}{EI_z} dx + k \int_L \frac{Q_y \overline{Q}_y}{GA} dx,$$

Здесь M_z и Q_y – изгибающий момент и поперечная сила от внешней нагрузки; $\overline{M}_z$ и $\overline{Q}_y$ – изгибающий момент и поперечная сила от единичной силы; EI_z и GA/k – жёсткости поперечного сечения балки при изгибе и сдвиге; $k=6/5$ – коэффициент формы при сдвиге, который учитывает неравномерное распределение касательных напряжений по коорди-

нате y;

$A = bh$ и $I_z = \frac{bh^3}{12}$ – площадь и осевой момент инерции сечения.

Для балки на рис. 1 определим прогиб V_C [1]. Получим

$$\Delta_{изг} = \int_L \frac{M_z \bar{M}_z}{EI_z} dx = \frac{Fl^3}{48EI_z}, \qquad \Delta_{сдв} = k \int_L \frac{Q_y \bar{Q}_y}{GA} dx = \frac{12kEI_z}{GAl^2},$$

$$V_C = \Delta_{изг} + \Delta_{сдв} = \frac{Fl^3}{48EI_z}\left(1 + \frac{12kEI_z}{GAl^2}\right).$$

Считаем материал – сосна [2]: E = 10 ГПа – модуль упругости вдоль волокон, G = 550 МПа – модуль сдвига поперёк волокон. Второе слагаемое в скобках определяет прогиб за счёт деформаций сдвига.

На рис. 3 (слева) показан график зависимости прогиба балки V_c от соотношения размеров l/h. Видно, что при l/h<15 дополнительный прогиб за счёт деформаций сдвига составляет около 10% от перемещений изгиба. При увеличении l/h>15 полный прогиб асимптотически приближается к единице.

Далее рассмотрим трехслойную конструкцию (рис.2) с несущими слоями толщиной h = 0,7 мм из алюминиевого сплава с модулем упругости E = 70 ГПа (модулем сдвига G = 0 МПа) и лёгким заполнителем толщиной H = 3,7 мм из пенопласта с модулем сдвига G=55,7 МПа (модулем упругости E = 0 ГПа).

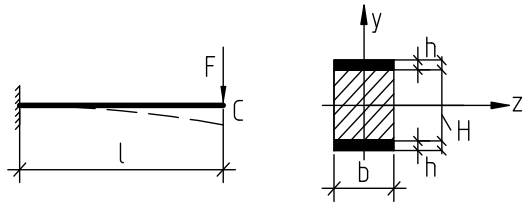


Рис. 2

Выражение для прогиба V_c с учетом деформаций сдвига представим в виде [3]:

$$V_c = \frac{Fl^3}{3EI_z} + k\frac{Fl}{GA} = \frac{Fl^3}{3EI_z}\left(1 + k\frac{3EI_z}{GAl^2}\right),$$

$$I_z = 2\frac{bh^3}{12} + 2bh\frac{H^2}{4} = \frac{bh^3}{6}\left(1 + 3\frac{H^2}{h^2}\right),$$

Обозначим

$$\alpha = k\frac{3EI_z}{GAl^2} = k\frac{3Ebh^3\left(1+3\frac{H^2}{h^2}\right)}{6Gbhl^2} = k\frac{Eh^3\left(1+3\frac{H^2}{h^2}\right)}{GHl^2}.$$

На рис 3 (справа) представлен график зависимости прогиба балки V_c от соотношения размеров l/H. Констатируем, дополнительный прогиб от деформаций сдвига даже при l/H=30 составляет более 40% от перемещений изгиба.

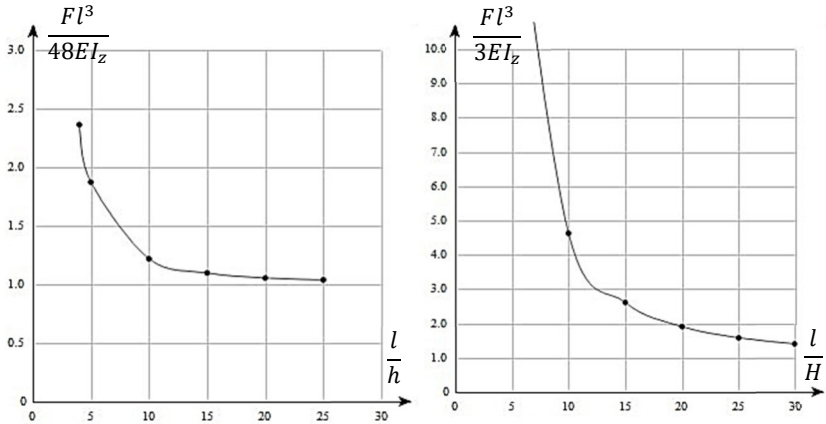


Рис. 3

Таким образом, деформации сдвига играют важную роль в поведении балочных конструкций при изгибе. Для коротких балок (при l/h<15), изготовленных из материалов с малой сдвиговой жёсткостью, поперечные силы оказывают заметное влияние на упругие перемещения. Для них, при определении прогибов, следует учитывать влияние поперечных сил. Для трёхслойных конструкций типа сэндвич деформации сдвига оказывают решающее влияние на погибы, включая достаточно длинные балки (l/H=30).

Список источников

1. Тимошенко С.П., Дж. Гере. Механика материалов. – М.: Мир, 1976 – 669 с.

2. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1980 – 247 с.

3. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. – М.: Машиностроение, 1988 – 272 с.

УДК 539.3

Казанкина А.С.
Научный руководитель: Иванов О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕРЖНЕЙ В УПРУГОЙ СРЕДЕ

Аннотация. *Рассматривается задача механики деформируемого твердого тела, связанная с изучением устойчивости гибких стержней. По итогам исследования построен график зависимости критической силы от жесткости упругого основания и сделан вывод.*

Ключевые слова: *критическая сила;* коэффициент постели*, стержень.*

Устойчивость — способность системы сохранять текущее состояние при влиянии внешних воздействий.

В механике, равновесие называется устойчивым, если система, будучи выведенной из этого состояния каким-либо воздействием, вновь возвращается в исходное состояние после удаления воздействия.

Важно учитывать устойчивость этих элементов, чтобы избежать их потери несущей способности из-за бокового изгиба. Актуальность данной проблемы заключается также в строительстве в сложных геологических и сейсмоактивных условиях, где преимущественно заболоченные, мерзлые или подверженные землетрясению грунты.

В инженерной практике часто встречаются элементы конструкций, контактирующие с упругой средой.

Расчет стержня на упругом основании сводится к решению контактной задачи между конструкцией и основанием. Реакция со стороны основания в произвольной точке принимается пропорциональной прогибу:

$$q = cy\ .$$

Стержень вдоль всей своей длины лежит на сплошном упругом основании (Рис.1), жесткость которого определяется величиной c – коэффициента постели; c – погонная нагрузка, вызывающая осадку основания, равную единице. На стержень будут действовать сжимающая сила и давление со стороны основания. Дифференциальное уравнение для отклоненного состояния стержня можно записать в виде [1, 2]:

$$EJ\frac{d^2y}{dx^2} = EJy'' = -M_x = -(Py + M_o),$$

где M_o – изгибающий момент от сил упругого основания.

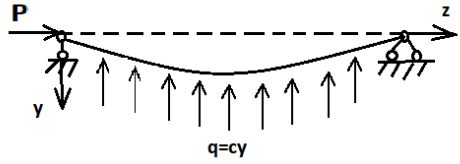


Рис. 1.

Дифференцируя дважды данное уравнение получаем:

$$EJy^{IV} = -(Py'' + M_o'')$$

Введем обозначение $\frac{P}{EJ} = \alpha^2$ и, учитывая, что $M_o'' = q = cy$, после преобразования получим дифференциальное уравнение в виде:

$$y^{IV} + \alpha^2 y'' + \frac{c}{EJ}y = 0$$

Решение дифференциального уравнения можно записать в виде ряда:

$$y = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin\frac{k\pi z}{l},$$

что удовлетворяет граничным условиям данного стержня. Подставив в дифференциальное уравнение, получим:

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \left[\left(\frac{k\pi}{l}\right)^4 - \alpha^2\left(\frac{k\pi}{l}\right)^2 + \frac{c}{EJ}\right]\sin\frac{k\pi z}{l} = 0$$

или

$$\left(\frac{k\pi}{l}\right)^4 - \frac{P}{EJ}\left(\frac{k\pi}{l}\right)^2 + \frac{c}{EJ} = 0$$

Обозначив $\gamma = \frac{cl^4}{\pi^4 EJ}$ и $P_э = \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$, получаем формулу для критической силы:

$$P_{кр} = P_э\left(k^2 + \frac{\gamma}{k^2}\right)$$

В безразмерном виде: $P_{кр}^{*} = \frac{P_{кр}}{P_{э}} = \left(k^2 + \frac{\gamma}{k^2} \right)$

На основе полученной формулы проведен анализ устойчивости стержня при k=1: $P_{кр}^{*} = \frac{P_{кр}}{P_{э}} = (1 + \gamma)$. Ниже приведены графики зависимости.

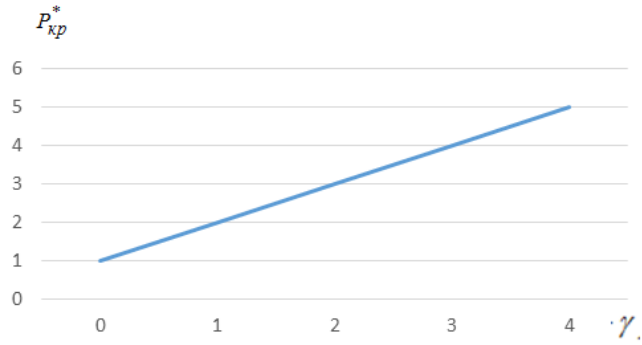


Рис. 2

Из графика видно, что критическая сила возрастает пропорционально с увеличением жесткости упругого основания.

Список источников

1. Киселев В.А. Строительная механика: Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений. Учебник для вузов / В.А. Киселев. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.

2. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни / Власов В.З. – Издание второе, переработанное и доп. – М.: Физматгиз, 1959. – 568 с.

УДК 539.3

Кудрявцева К.С., Иванов С.П.
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ НЕРАЗРЕЗНОЙ БАЛКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ

Аннотация: *выполнен расчет неразрезной балки при изменении геометрических параметров. Представлены распределения усилий в балке в зависимости от изменения различных параметров.*

Ключевые слова: *балка, жесткость, пролеты, моменты.*

Рассмотрена трехпролетная балка, загруженная равномерно распределенной нагрузкой (рис. 1). Расчет выполнялся методом перемещений. Симметрия конструкции позволила упростить расчет [1].

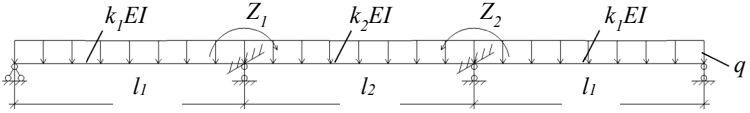


Рис.1 Расчетная схема балки

Составляется одно каноническое уравнение, т. к. $Z_1 = -Z_2$

$$r_{11}Z_1 + R_{1p} = 0 \qquad (1)$$

Решая уравнение (1), после преобразований получены следующие формулы в зависимости от изменения жесткостей пролетов при $l_1 = l_2 = l$: для опорного момента $M_{on}=r_1q$; для максимального момента в среднем сечении центрального пролета $M_{max} = r_2q$; для угла поворота опорного сечения $Z_1=r_3q$. Построена конечная эпюра M (рис. 2). Коэффициенты r_i имеют вид:

$$r_1 = \frac{l^2(k_1+k_2)}{4(3k_1+2k_2)},\ r_2 = \frac{l^2}{8}\frac{k_1}{3k_1+2k_2},\ r_3 = \frac{l^3}{24EI(3k_1+2k_2)}. \qquad (2)$$

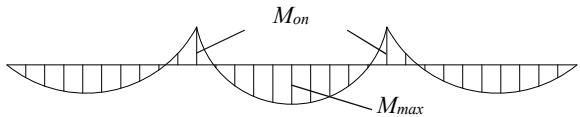


Рис. 2. Эпюра моментов М

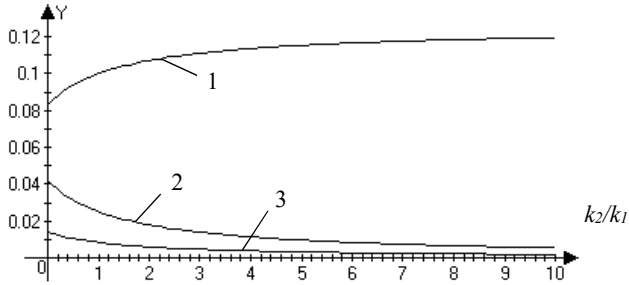


Рис. 3. График зависимости $M_{оп}$, M_{max}, Z_1 от k_2/k_1 при $l_1=l_2=l$

На основании полученных формул построены графики M_{on}, M_{max} и Z_1 соответственно 1 – 3 (рис.3).

При увеличении жесткости крайних и среднего пролетов опорный момент (кривая 1) асимптотически приближается к значениям, соответствующим однопролетным балкам с жесткими заделками на концах. При существенной разнице в жесткостях пролетов можно исключить из рассмотрения более жесткие пролеты.

Увеличение жесткости среднего пролета вызывает асимптотическое приближение максимального изгибающего момента (кривая 2) в этом пролете к нулю, т.е. повышение жесткости пролета снижает величину моментов.

При существенной разнице в жесткостях пролетов угол поворота меняется (кривая 3) незначительно. При большой жесткости среднего пролета – стремится к нулю, для крайних пролетов – к $ql^3 / 72$.

Далее меняем длину пролетов (рис. 3) при условии постоянства жесткости по всей длине. Из расчета получены следующие формулы: $M_{on}=r_4 q$ – опорный момент; $M_{max}=r_5 q$ – максимальный момент в среднем сечении центрального пролета; $Z_1=r_6 q$ – угол поворота опорного сечения. Коэффициенты r_i имеют вид:

$$r_4 = \frac{l_1^3 + l_2^3}{8l_1 + 12l_2},\ r_5 = \frac{2l_1(l_2^2 - l_1^2) + l_2^3}{8(2l_1 + 3l_2)},\ r_6 = \frac{1}{EI}\frac{2l_1 l_2^3 - 3l_1^3 l_2}{48l_1 + 72l_2}. \qquad (3)$$

Полученные зависимости указанных выше параметров от соотношения длин пролетов представлены в виде графиков на рис.4.

При соотношении длин пролетов равном $l_2 / l_1 = 0,6$ опорный момент принимает минимальное значение. При дальнейшем увеличении длины крайних пролетов опорный момент увеличивается, аналогично при увеличении длины среднего пролета.

Максимальный изгибающий момент принимает нулевое значение при соотношении длин пролетов равном $l_2 / l_1 = 0,84$. При последующем увеличении длины крайних и среднего пролетов его величина возрастает.

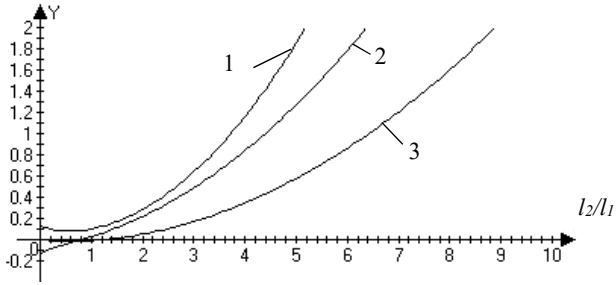


Рис.4. График зависимости $M_{оп}$, M_{max}, Z_1 от соотношения l_2/l_1

Угол поворота опорного сечения равен нулю при $l_2 / l_1 = 1,22$. При увеличении длины крайнего пролета угол поворота уменьшается, стремясь к нулю, с увеличением длины среднего – увеличивается.

Таким образом, при существенной разнице в жесткостях пролетов можно упростить расчетные схемы конструкций, убрав из рассмотрения пролеты с большей жесткостью. В этом случае, оставшиеся пролеты можно рассматривать как балки с защемлением. Изменяя длину пролетов, можно добиться снижения величин $M_{оп}$, M_{max}, что позволяет уменьшить напряжения и деформации в конструкции. Поэтому рациональный выбор геометрических параметров является важным фактором, обеспечивающим надежность, долговечность и эффективность многопролетных балок.

Список источников

1. Иванов С.П. Строительная механика: курс лекций / С.П. Иванов, О.Г. Иванов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 308 с.

УДК 539.3

Ожиганов А.А., Иванов С.П.
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЁТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ НЕЛИНЕЙНОЙ ДВУХСТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: *в статье рассматривается расчет двухстержневой системы с учётом геометрической нелинейности. Приводится оценка влияния геометрической нелинейности на напряжённо-деформированное состояние в зависимости от изменения угла между стержнями.*

Ключевые слова: *двухстержневая система, геометрическая нелинейность.*

Геометрическая нелинейность - это нарушение линейной зависимости между нагрузкой и перемещениями [1]. Такое наблюдается при возникновении перемещений, сравнимых с размерами самих стержней.

Цель работы-изучить напряжённо-деформированное состояние системы при изменении угла α_0 (рис. 1).

Задачи:

1. вывести формулу для решения двухстержневой системы с учётом геометрической нелинейности;
2. построить графики напряжённо-деформированного состояния двухстержневой системы в зависимости от угла α.

Решение геометрически нелинейной двухстержневой системы.

Пусть двухстержневая симметричная система (рис. 1) растягивается силой P (толстой линией показан вид после деформации). Найдём связь между нагрузкой P и перемещением узла A, учитывая геометрическую нелинейность системы.

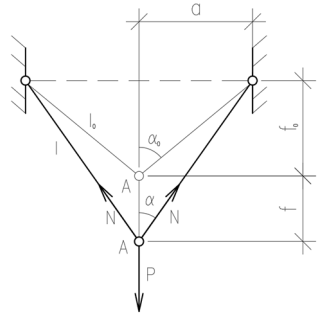


Рис. 1. Двухстержневая система

Составляя уравнение равновесия для узла, получим:

$$P = 2N\cos\alpha$$

Выразим N и $\cos\alpha$ через перемещение f. Для этого найдём относительное удлинение ε:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\sqrt{\alpha^2 + (f_0 + f)^2}}{l_0} - 1, \qquad (1)$$

где l_0 и l - длины стержня соответственно до и после деформации;

f - перемещение узла A.

Вводя параметр безразмерного перемещения:

$$\xi = \frac{f}{l_0}$$

в формулу (1), преобразуем её следующим образом:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + 2\xi\cos\alpha_0 + \xi^2} - 1 \qquad (2)$$

Согласно рис. 1,

$$\cos\alpha = \frac{f_0 - f}{l} = \frac{f_0 - f}{\sqrt{\alpha^2 + (f_0 + f)^2}} = \frac{\cos\alpha + \xi}{\sqrt{1 + 2\xi\cos\alpha_0 + \xi^2}} = \frac{d\varepsilon}{d\xi} \qquad (3)$$

Для получения геометрически линейного решения в формуле (2) пренебрегаем величиной ξ^2 и принимаем:

$$\varepsilon = \sqrt{1 + 2\xi\cos\alpha_0 + \xi^2} - 1 = \xi\cos\alpha.$$

Введём безразмерный параметр:

$$P^* = \frac{P}{2EA}.$$

Отсюда геометрически линейное решение:

$$P^* = \frac{P}{2EA} = \xi\cos^2\alpha_0. \qquad (4)$$

Получаем конечную формулу с учётом геометрической нелинейности, учитывая (2) и (3):

$$P^* = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 2\xi\cos\alpha_0 + \xi^2}}\right)(\cos\alpha_0 + \xi). \qquad (5)$$

На основе формул (4), (5) построены графики (рис. 2) зависимости $P^* - \xi$ от изменения угла α_0

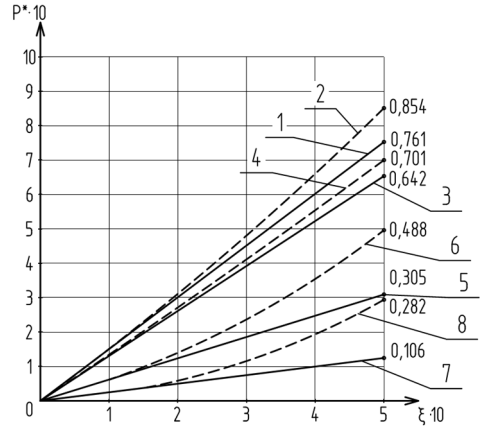


Рис. 2. Графики зависимости $P^* - \xi$

Графики 1, 3, 5, 7 (рис. 2) соответствуют линейной теории при углах $\alpha_0 =$ 30, 45, 60, 75 градусов. Графики 2, 4, 6, 8 построены с учётом геометрической нелинейности при этих же углах α_0.

Из анализа графиков видно, что с увеличением угла между стержнями влияние геометрической нелинейности на перемещения узла увеличивается.

Список источников

1. Лунаш П.А. Основы нелинейной строительной механики / П.А. Лунаш. - Москва : Стройиздат, 1988. - 256 с.

УДК 539.3

Снигирева А.А.
Научный руководитель: Иванов О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕГУЛИРОВАНИЕ УСИЛИЙ СМЕЩЕНИЕМ ОПОРЫ

Аннотация. *В статье исследуется зависимость между положением силы и смешением опоры.*

Ключевые слова: *неразрезная балка, метод сил, статически неопределимая система, смещение опоры.*

Статически неопределимая система – это конструкция, силовые факторы в элементах которой невозможно определить только из уравнений равновесия (уравнений статики).

Статическая неопределимость возникает в том случае, когда число наложенных на систему связей оказывается больше, чем это необходимо для обеспечения ее равновесия. При этом некоторые из этих связей становятся как бы «лишними», а усилия в них – лишними неизвестными. По числу лишних неизвестных устанавливают степень статической неопределимости системы. Важно отметить, что термин «лишние» связи является условным, так как эти связи необходимы для обеспечения прочности и жесткости системы, хотя и «избыточны» с точки зрения ее равновесия.

Задачи регулирования предполагают использование классических методов строительной механики [1, 2]. Наиболее широко применяемым общим методом раскрытия статической неопределимости стержневых и рамных систем является метод сил. Он заключается в том, что заданная статически неопределимая система освобождается от дополнительных связей как внешних, так и взаимных, а их действие заменяется силами и моментами. Величина их в дальнейшем подбирается так, чтобы перемещения в системе соответствовали тем ограничениям, которые накладываются на систему отброшенными связями. Таким образом, при указанном способе решения неизвестными оказываются силы. Отсюда и название «метод сил». Такой прием не является единственно возможным. В строительной механике широко применяются и другие методы, например метод деформаций, в котором за неизвестные принимаются не силовые факторы, а перемещения в элементах стержневой системы.

Раскрытие статической неопределимости любой рамы методом сил начинается с отбрасывания дополнительных связей. Система, освобожденная от дополнительных связей, становится статически определимой. Она носит название основной системы.

Неразрезными называют балки, лежащие более чем на двух опорах и не имеющие промежуточных шарниров. Крайние опоры могут быть или шарнирными, или защемленными.

Задача: Пусть на неразрезную балку (рис. 1) в первом пролете действует подвижная сила P на расстоянии x от заделки. Правая опора смещается на расстояние равное Δ. Проанализировать влияние положения нагрузки в первом пролете на значение осадки крайней правой опоры, при которой момент в заделке равен нулю.

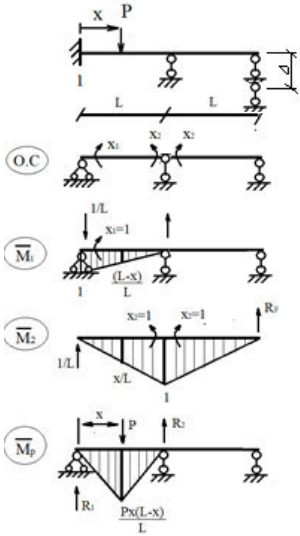


Рис. 1.

Для решения задачи используем метод сил, определив степень статической неопределимости, построим основную систему.

Составим каноническое уравнение метода сил:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1p} + \Delta_{1\Delta} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2p} + \Delta_{2\Delta} = 0$$

Построив эпюры M_1, M_2 и M_P от действия сил, определим момент в заделке от каждого фактора отдельно.

Система уравнений только при осадке опоры имеет вид:

$$\frac{l}{3EJ}X_1^{\Delta} + \frac{l}{6EJ}X_2^{\Delta} + 0 = 0$$

$$\frac{l}{6EJ}X_1^{\Delta} + \frac{2l}{3EJ}X_2^{\Delta} + \frac{\Delta}{l} = 0$$

Откуда момент в заделке от осадки равен:

$$X_1^{\Delta} = \frac{6\Delta EJ}{7l^2}$$

Система уравнений только при действии силы P:

$$\frac{l}{3EJ}X_1^{P} + \frac{l}{6EJ}X_2^{P} + \frac{P}{6EJ}\frac{x}{l}(l-x)(2l-x) = 0$$

$$\frac{l}{6EJ}X_1^{P} + \frac{2l}{3EJ}X_2^{P} + \frac{P}{6EJ}\frac{x}{l}(l-x)(l+x) = 0$$

Откуда момент в заделке от силы равен:

$$X_1^{P} = \frac{12Plx^2 - 7Pl^2x - 5Px^3}{7l^2}$$

Так как момен в заделке должен быь равен нулю, то получим:

$$X_1 = X_1^{\Delta} + X_1^{P} = \frac{6\Delta EJ}{7l^2} + \frac{12Plx^2 - 7Pl^2x - 5Px^3}{7l^2} = 0$$

Откуда

$$\Delta = \frac{P}{6EJ}\left(5x^3 + 7l^2x - 12lx^2\right)$$

На основе полученного уравнения приведен график зависимости осадки опоры от положения нагрузки на рис. 2.

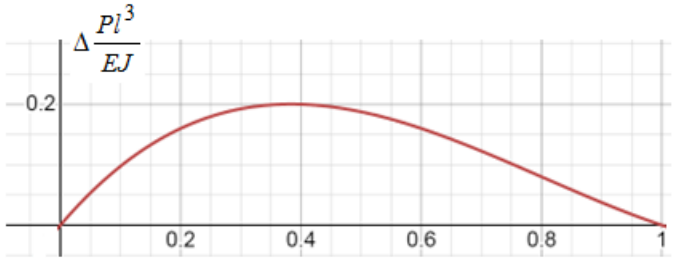


Рис. 2.

Из графика видно, что наибольшее смещение необходимо при положении нагрузки на расстоянии 0,384*l* от заделки, а при положении над опорами момент в заделке не возникает. Между положением нагрузки и осадкой опоры кубическая зависимость.

Список источников

1. Иванов С.П. Строительная механика: курс лекций / С.П. Иванов, О.Г. Иванов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 308 с.

2. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация): учебное пособие для строит. спец. вузов / Н.П. Абовский, Л.В. Енджиевский, В.И. Савченков [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1978. – 188 с.

Секция «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

УДК 004.921

Басов Д.В.
Научный руководитель: Бакулина И.Р., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: СОКРАЩЕНИЕ ЧИСЛА ЭСКИЗОВ В КОМПАС-3D

Аннотация. *Особенностью процедур создания твердотельных моделей в КОМПАС-3D является их многовариантность, что позволяет оптимизировать дерево построений и сократить количество эскизов. В работе рассмотрены подход к созданию объемной модели детали, направленный на уменьшение числа эскизов без потери точности и качества модели.*

Ключевые слова: *твердотельное моделирование, эскиз, формообразующие операции.*

В данной статье рассмотрен пример построения объемной модели детали с использованием среды КОМПАС-3D, где особое внимание уделено оптимизации процесса создания модели за счет уменьшения количества эскизов. Построение таких моделей является важным заданием при изучении курса начертательная геометрия и инженерная графика, так как способствует развитию навыков трехмерного моделирования, пространственного воображения и повышает эффективность работы студентов.

Отличительной особенностью создания твердотельных моделей является их многовариантность, что позволяет выбирать различные подходы к построению [1]. Однако на начальных этапах сценарий построения модели может быть неоптимальным, что приводит к избыточному количеству эскизов и усложнению дерева построений.

В статье рассмотрен пример создания модели детали с использованием традиционного подхода, где каждый элемент модели формируется отдельным эскизом и операцией выдавливания (рис. 1).

На первом этапе выбирается плоскость для создания эскиза основания детали. С помощью инструментов на панели *«Геометрия»* строится окружность (рис. 1, а). Для преобразования плоской фигуры в объемную используется операция *«Выдавливание»* на панели *«Элементы тела»*.

Задается необходимое расстояние, и формируется первый объемный элемент (рис. 1, б).

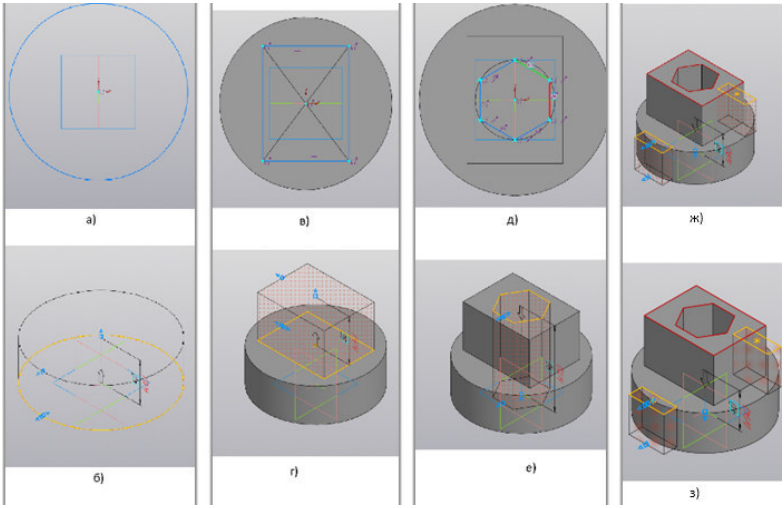


Рис. 1. Создание модели с помощью первого способа:
а, в, д, ж - создание эскизов; б, г - использование формообразующей операции «Выдавливание»; е, з - использование формообразующей операции «Вырезать выдавливанием»

На втором этапе создается еще один эскиз, в котором строится прямоугольник (рис. 1, в). Затем снова применяется операция *«Выдавливание»* для создания второго объемного элемента (рис. 1, г).

На третьем этапе формируется новый эскиз, где с помощью инструмента *«Многоугольник»* создается контур для вырезания отверстия в модели. Для выполнения этой задачи используется операция *«Вырезать выдавливанием»* (рис. 1, д, е).

На четвертом этапе создается еще один эскиз, в котором строятся два прямоугольника (рис. 1, ж). Затем с помощью операции *«Вырезать выдавливанием»* выполняется удаление лишнего материала (рис. 1, з).

Такой метод, хотя и является интуитивно понятным, приводит к увеличению числа эскизов и усложнению дерева построений.

Далее предложен оптимизированный подход, при котором контур детали создается в одном эскизе, а различные области этого эскиза используются для формирования объемных элементов с разной толщиной выдавливания (рис. 2).

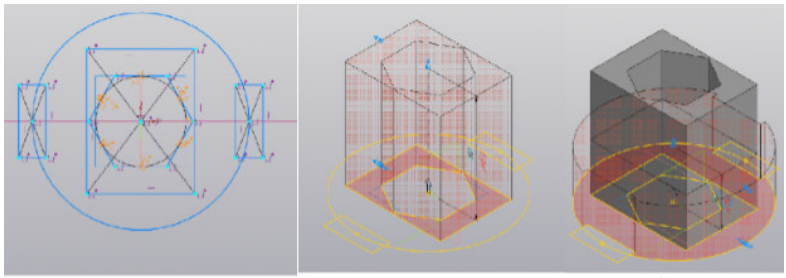


Рис. 2. Создание модели с помощью оптимизированного метода
а) Создание областей эскиза, б) «Выдавливание» средней части детали, в) «Выдавливание» основания детали

Во втором методе процесс построения модели значительно упрощается. Мы создаем всего один эскиз, на котором выполняем несколько фигур: окружность, прямоугольник и многоугольник. Затем, используя операцию *«Выдавливание»*, применяем к каждой фигуре разное расстояние, что позволяет сразу сформировать все необходимые объемные элементы модели. Такой метод позволяет значительно сократить количество эскизов, упростить дерево построений и ускорить процесс создания модели.

Выполненное задание демонстрирует, что применение оптимизированных методов построения моделей в КОМПАС-3D не только упрощает работу, но и способствует более глубокому пониманию принципов трехмерного моделирования, что особенно важно для студентов, изучающих инженерную графику.

Список источников

1. Большаков В.П. Компас-3D для студентов и школьников. Черчение, информатика, геометрия. / В.П. Большаков//СПб.: БХВ-Петербург, 2010.–304 с.

УДК 004.92

Бачурина И.А.
Научный руководитель: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗНОШЕННЫЕ ИЛИ ПОВРЕЖДЕННЫЕ ДЕТАЛИ

Аннотация. *В статье рассматриваются возможности обратного проектирования по восстановлению технической документации на поврежденные детали на примере создания электронной модели и чертежа колеса зубчатого.*

Ключевые слова: *обратное проектирование, деталь, зубчатое колесо, расчет зубчатого колеса, электронная модель, конструкторская документация.*

На практике бывает необходимость замены поврежденных деталей, выпуск которых прекращен, они отсутствуют в наличии, и техническая документация на них утрачена. Если деталь повреждена или изношена, но по ней ещё можно выявить основные геометрические и конструкционные характеристики, то на помощь приходит обратное проектирование. Обратное проектирование (Reverse Engineering) — это процесс анализа и реконструкции существующих объектов, систем или деталей с целью понимания их структуры, функции и работы. Этот метод часто применяется для изучения и модификации изделий, а также для создания новых решений на основе уже существующих. Главная цель обратного проектирования – получение чертежа, 3D модели и спецификации изделия. А затем на основе полученной конструкторской документации происходят процессы производства, эксплуатации и модернизации изделий.

Целью данной работы является разработка конструкторской документации детали «Колесо зубчатое» по оригиналу детали в системе КОМПАС 3D. Процесс обратного проектирования состоит из нескольких этапов, начиная от определения целей обратного проектирования и заканчивая анализом результатов испытаний готового прототипа. Количество этапов может варьироваться в зависимости от специфики проекта и области применения. Для достижения поставленной цели в данной работе освещаются этапы обратного проектирования до разработки конструкторской документации включительно.

На первом эта была выявлена потребность восстановления детали «Колесо зубчатое». Далее был произведен визуальный осмотр для выявления его состояния и особенностей, выявлены повреждения.

На следующем этапе обратного проектирования выполняются измерения детали или 3D-сканирование. Использование 3D-сканера для создания цифровой модели детали значительно ускоряет процесс анализа и позволяет получить высокую точность. В данной работе 3D-сканирование не использовалось. Был выполнен эскиз детали, произведены измерения и расчет основных параметров цилиндрического зубчатого колеса.

Третьим этапом является создание CAD-модели и конструкторской документации. Для создания чертежа и 3D-модели зубчатого колеса в «КОМПАС 3D» использовалось приложение «Валы и механические передачи 2D». Данное приложение позволяет выполнить расчет зубчатого колеса и создать его чертеж, а также сгенерировать трехмерную твердотельную модель.

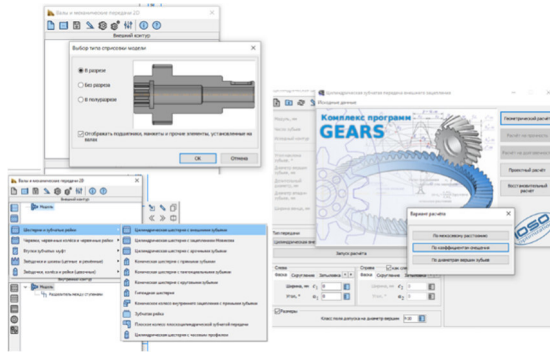


Рис. 1. Инструментальные панели приложения «Валы и механические передачи 2D»

Для расчета и создания чертежа в открывшемся окне приложения выбираем «Новая модель», тип отрисовки модели «В разрезе». В разделе «Элементы механических передач» выбираем «Шестерни и зубчатые рейки», «Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями».

Далее выполняется автоматизированный расчет. Используем «Геометрический расчет», «По коэффициенту смещения». На первой и второй странице расчета необходимо ввести нужные параметры, нажать на кнопку «Запуск расчета», выбрать необходимый объект построения (в данном случае – шестерня). По полученному расчету генерируется изображение зубчатого венца на чертеже.

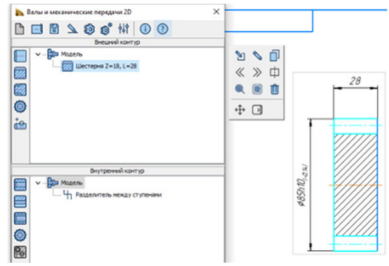


Рис. 2. Этап создания зубчатого венца в приложении «Валы и механические передачи 2D»

Далее добавляем поэтапно недостающие элементы: в окнах «Внешний контур» и «Внутренний контур» добавляем «Цилиндрические ступени», для «Внутреннего контура» добавляем ещё фаски и шпоночный паз. На чертеже зубчатого колеса, используя инструмент «Генерация вида слева» создаем изображение, после чего изменяем его до местного вида, удалив лишние элементы на виде слева. Наносим размеры, заполняем основную надпись.

В соответствии с ГОСТ 2.403-75 ЕСКД «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес» на чертеже зубчатого колеса должна быть помещена таблица параметров зубчатого венца. В приложении таблица сформируется автоматически при использовании соответствующего инструмента. На заключительном этапе генерируем твердотельную модель. Модель будет сформирована в новом файле «Деталь».

Обратное проектирование является важным инструментом в современном инженерном проектировании и производстве. Оно позволяет не только изучать существующие изделия, но и создавать новые решения, основываясь на лучших практиках и идеях. Применение современных CAD-систем, таких как Компас-3D, позволяет успешно реализовывать проекты, обеспечивая быстрое проектирование и высокое качество.

Список источников

1. ГОСТ 2.403-75 ЕСКД «Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес».

2. Обратный инжиниринг. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://promzyfra.ru/articles/obratnyy-inzhiniring-chto-eto-prostymi-slovami/

УДК 004.928

Булдакова Ю.М., Парфенов С.А.
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ И РАЗБОРКИ ДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА В КОМПАС-3D

Аннотация. *Рассматривается алгоритм создания анимации пошаговой сборки и разборки изделия на примере сборочной единицы «Делительное устройство» в приложении «Механика: Анимация» системы трехмерного проектирования КОМПАС-3D.*

Ключевые слова: *твердотельное моделирование, сборка, анимация, моделирование процессов, компьютерная графика, система КОМПАС-3D.*

В системе автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС-3D имеется приложение «Механика: Анимация», с помощью которого можно моделировать процесс «разборки-сборки» изделия. Создание ролика имитирующего сборку и разборку изделия рассмотрим на примере сборочной единицы «Делительное устройство» [1].

Перед началом работы с приложением «Механика: Анимация» необходимо собрать трехмерную модель сборки делительного приспособления фрезерного станка. Устройство состоит из оригинальных деталей (рис. 1): зубчатых колес, валика, пружины, корпуса, крышки, втулок, пальца, рычага, фиксатора, ручки, и стандартных – шпонок, гайки, шайбы, винта, штифта, болтов. В процессе моделирования оригинальных деталей использовались различные инструменты САПР: скругления, фаска, условное изображение резьбы, средства библиотек «Валы и механические передачи 3D» и «Стандартные изделия», которые значительно сокращают процесс формирования моделей. Взаимное расположение компонентов сборки определяется создаваемыми позиционирующими сопряжениями: соосность, совпадение, параллельность и т.д.

На основании полученной трехмерной модели сборки разрабатывается анимация процесса разборки делительного приспособления фрезерного станка (рис. 2). Последовательность перемещений деталей – анимацию, можно разбить на несколько шагов (см. рис. 3). При запуске библиотеки в окне анимации всегда присутствует «Шаг №1». Для создания очередного шага анимации необходимо выполнить команды

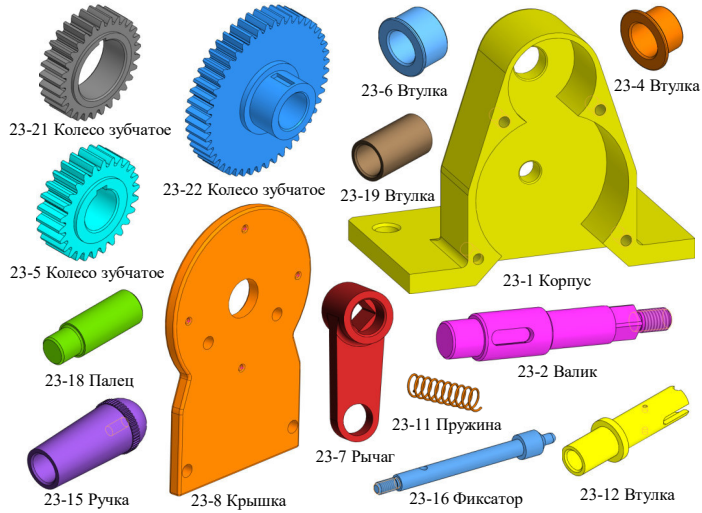


Рис. 1. Оригинальные детали, входящие в сборочную единицу

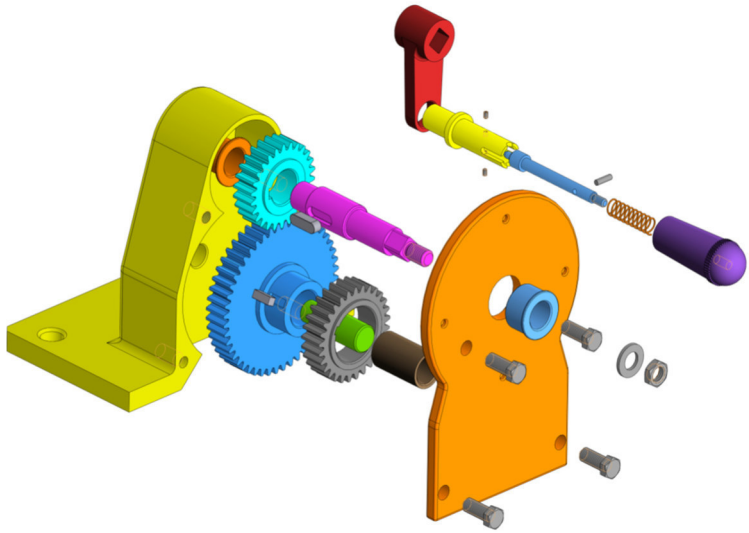


Рис. 2. Пример анимации разборки

меню «Шаг» → «Добавить шаг». Каждому шагу могут соответствовать различные виды движения деталей и параметры. Все эти движения

можно задавать как последовательно, так и параллельно друг с другом (на одном шаге). Направление поступательного движения компонентов сборки задается при помощи траекторий – ломаных, в окне параметров необходимо выбрать направление, скорость или время перемещения вдоль траектории. При работе библиотеки меняется состояние сопряжений компонентов сборки. Чтобы отключить сопряжения, наложенные на компоненты, мешающие перемещению компонентов на шаге, необходимо выполнить команду «Исключить из расчета» перед созданием очередного шага. Для создания имитации сборки повторяем все пункты, только перемещаем компоненты в противоположном направлении.

После создания сценария анимации можно воспроизвести процесс «разборки-сборки» делительного приспособления фрезерного станка. С этой целью необходимо выполнить команду меню «Воспроизведение». Функция «Создавать видеоролик» позволяет записать интерактивное руководство по «разборке-сборке» делительного приспособления в видеофайл, доступный для просмотра в видеопроигрывателе без использования среды КОМПАС-3D.

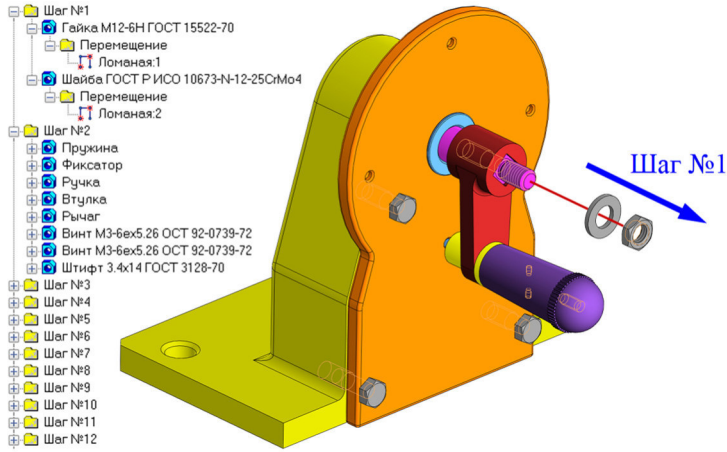


Рис. 3. Сценарий анимации

Список источников

1. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей. Под ред. В.В. Рассохина. Учебное пособие для втузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1974. – 72 с.

УДК 004.928

Булдакова Ю.М., Парфенов С.А.
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ РАБОТЫ ДЕЛИТЕЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА В КОМПАС-3D

Аннотация. *На примере моделирования работы делительного приспособления фрезерного станка описываются приемы работы в приложении «Механика: Анимация» системы трехмерного проектирования КОМПАС-3D.*

Ключевые слова: *компьютерная графика, твердотельное моделирование, сборка, анимация, моделирование процессов, система КОМПАС-3D.*

В современные системы автоматизированного проектирования (САПР) интегрированы приложения и библиотеки, которые упрощают задачу конструктора по разработке проектов любой сложности. В среде проектирования КОМПАС-3D имеется приложение «Механика: Анимация», которое позволяет наглядно продемонстрировать работу различных механизмов и взаимодействие их составляющих друг с другом.

Перед началом работы с приложением «Механика: Анимация» необходимо создать документ КОМПАС-3D – трехмерная модель сборки (*.a3d). Моделирование сборки «Делительного приспособления» [1] в системе КОМПАС-3D начинается с создания оригинальных деталей: зубчатых колес, валика, пружины, корпуса, крышки, втулок, пальца, рычага, фиксатора и ручки. Построение трехмерной твердотельной модели заключается в многократном добавлении и вычитании объемов, и наиболее часто требует использования операций выдавливания и вращения эскиза. В процессе моделирования деталей использовались различные инструменты САПР: скругления, фаска, условное изображение резьбы, средства библиотек «Валы и механические передачи 3D» и «Стандартные изделия», которые значительно сокращают процесс формирования моделей.

Для моделирования процессов растяжение и сжатие пружины создаем параметрическую модель пружины. С помощью команды «Спираль цилиндрическая» создаем кривую, указав способ построения «По числу витков и шагу» и в поле «Шаг» переменную p. Для выдавливания сечения проволоки по созданной пространственной кривой, воспользуемся командой «Элемент по траектории».

Взаимное расположение компонентов сборки определяется создаваемыми позиционирующими сопряжениями: соосность, совпадение, касание и т.д. С целью визуализации движения зубчатой передачи наложим на ведущее и ведомое зубчатые колеса сопряжение механической связи: «Вращение – вращение». Настройка взаимосвязи (рис. 1) сводится к указанию в дереве построения или окне сборки элементов, которые будут вращаться, их осей вращения и соотношения – передаточного числа. После наложения сопряжения «Вращение – вращение» вращение любого из колес будет приводить к вращению другого колеса.

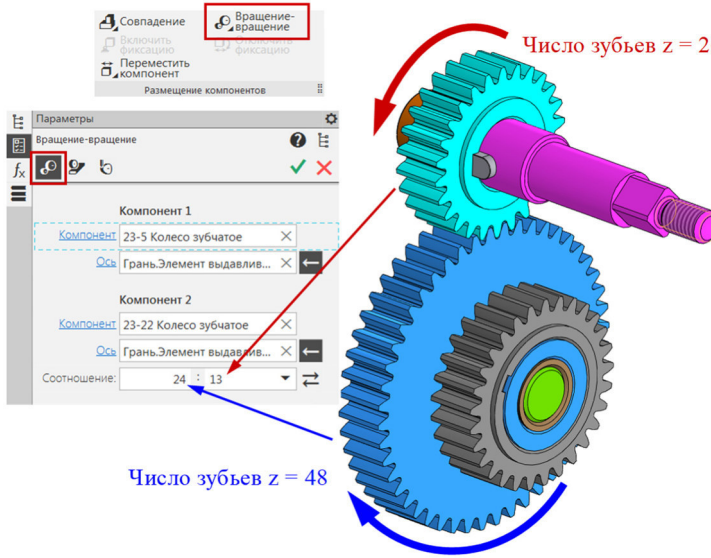


Рис. 1. Сопряжение механической связи «Вращение–вращение»

На основании полученной трехмерной модели сборки разрабатывается анимация процесса работы делительного приспособления фрезерного станка (см. рис.2). Для этого понадобится изменение переменной p и задания вращения ведущего зубчатого колеса, а сам сценарий анимации будет включать в себя три шага: «Шаг №1» – оттягивание ручки и сжатие пружины надетой на фиксатор, «Шаг №2» – поворот валика с ведущей шестерней, «Шаг №3» – возвращение фиксатора пружиной в первоначальное положение.

На первом и третьем шагах анимации необходимо выбрать переменную p: «Компоненты и переменные» → «Выбрать переменную». Появится окно выбора переменных. Интервал изменения переменной и

время деформации пружины необходимо откорректировать, используя команды меню: «Параметры» → «Переменные» → «Редактировать параметры». На «Шаге №2» выбираем компонент сборки – ведущее зубчатое колесо, указав для него ось вращения. В окне «Параметры вращения» вводим угол поворота, время/частоту вращения.

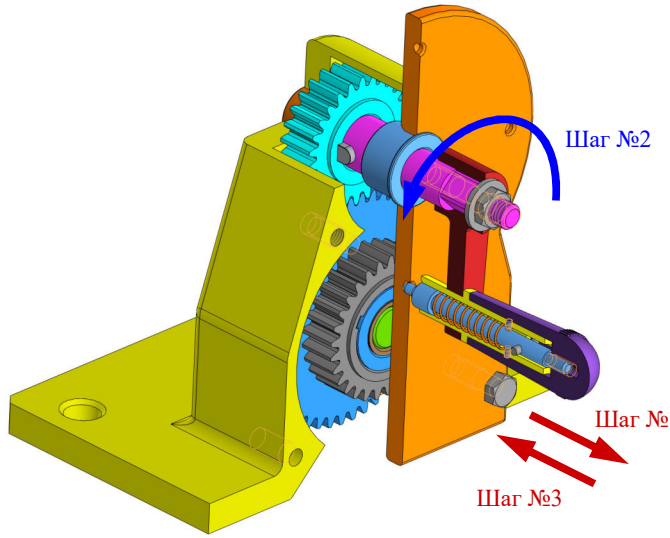


Рис. 2. Модель сборки «Делительного приспособления» в КОМПАС-3D

После создания сценария анимации можно воспроизвести работу делительного приспособления фрезерного станка. Для этого надо выполнить команду меню «Воспроизведение». На экране появляется управляющая панель с кнопками. Функция «Создавать видеоролик» позволяет записать анимацию в видеофайл, доступный для просмотра в видеопроигрывателе без использования среды КОМПАС-3D.

Список источников

1. Альбом заданий для выполнения сборочных чертежей. Под ред. В.В. Рассохина. Учебное пособие для втузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1974. – 72 с.

УДК 004.928

Булдакова Ю.М., Черезов Н.С.
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ АНИМАЦИИ РАБОТЫ ПНЕВМОАППАРАТА КЛАПАННОГО В КОМПАС-3D

Аннотация. *На примере моделирования работы пневмоаппарата клапанного рассматриваются приемы работы в приложении «Механика: Анимация» системы трехмерного проектирования КОМПАС-3D.*

Ключевые слова: *компьютерная графика, твердотельное моделирование, сборка, анимация, моделирование процессов, система КОМПАС-3D.*

КОМПАС-3D – система автоматизированного проектирования, обладающая всеми современными средствами для разработки проектов любой сложности. В среде проектирования КОМПАС-3D имеется приложение «Механика: Анимация», которое позволяет визуализировать работу механизмов, проводить тестирование и оптимизацию проектируемых устройств, а также создавать обучающие и информационные материалы. Рассмотрим алгоритм создания анимации в системе КОМПАС-3D имитирующей работу пневмоаппарата клапанного [1].

Перед началом работы с приложением «Механика: Анимация» необходимо создать документ КОМПАС-3D – трехмерная модель сборки. Моделирование сборки «Пневмоаппарат клапанный» в системе КОМПАС-3D начинается с создания оригинальных деталей: маховичок, шпиндель, втулка, гайка накидная, кольцо, крышка, прокладки, кольцо стопорное, клапан, корпус, штуцер. Построение трехмерной твердотельной модели заключается в многократном добавлении и вычитании объемов, и наиболее часто требует использования операций выдавливания и вращения эскиза. В процессе моделирования деталей использовались различные инструменты САПР: скругления, фаска, условное изображение резьбы, средства библиотеки «Стандартные изделия», которые значительно сокращают процесс формирования моделей.

Взаимное расположение компонентов сборки определяется создаваемыми позиционирующими сопряжениями: соосность, совпадение, параллельность и т.д. С целью имитации поступательно-вращательного движения шпинделя установим сопряжение механической связи «Вращение – перемещение» между деталями «Шпиндель» и «Крышка». Настройка взаимосвязи (рис. 1) сводится к указанию в дереве построения или окне сборки: первого компонента – «Шпиндель» и оси его вра-

щения, второго компонента – «Крышка» и траектории, задающей направление перемещения. Для расчета соотношения перемещений компонентов применим формулу: 2π/P, где P – шаг резьбы. Необходимо также обратиться к команде «На расстоянии» и на основании пользовательской переменной «L» задать расстояние (рис. 2), например, между гранями элементов деталей «Клапан» и «Корпус».

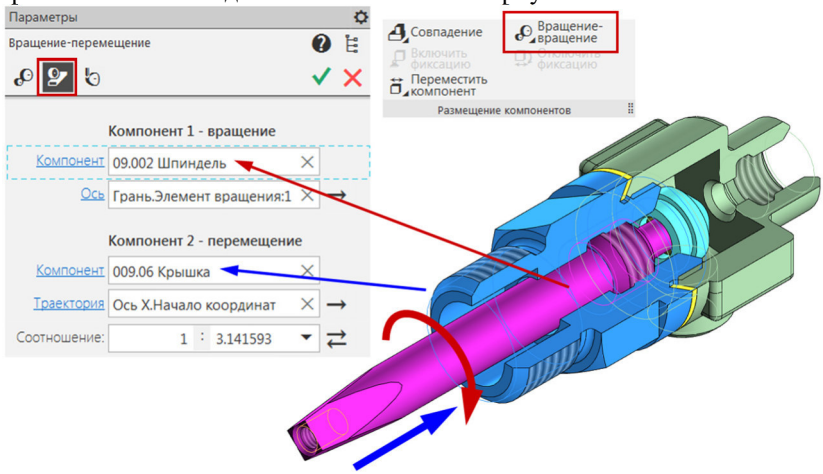


Рис. 1. Сопряжение механической связи «Вращение–перемещение»

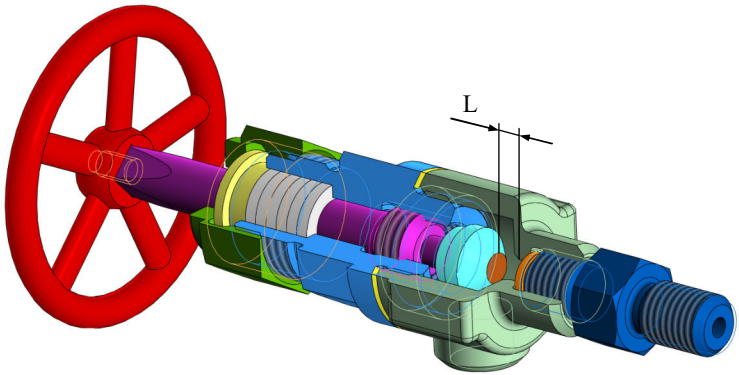


Рис. 2. Позиционирующее сопряжение «На расстоянии»

На основании полученной трехмерной модели сборки разрабатывается анимация процесса работы пневмоаппарата клапанного (рис. 3). Для этого понадобится изменение переменной «L», а сам сценарий анимации будет включать в себя два шага: «Шаг №1» – шпиндель, двигаясь по

резьбе в крышке корпуса, передает движение клапану, который перекрывает входное отверстие, «Шаг №2» – открытие входного отверстия. Чтобы начать работу с переменной, необходимо выбрать в окне анимации переменную: «Компоненты и переменные» → «Выбрать переменную». Появится окно выбора переменных. Интервал изменения переменной «L» и время (скорость) поступательно-вращательного движения шпинделя необходимо откорректировать, используя команды меню: «Параметры» → «Переменные» → «Редактировать параметры».

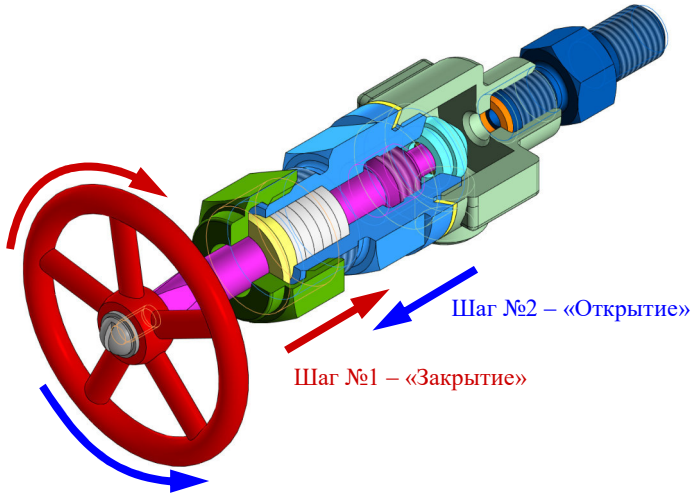


Рис. 3. Модель сборки «Пневмоаппарат клапанный» и сценарий анимации

После создания сценария анимации можно воспроизвести работу пневмоаппарата клапанного. Для этого надо выполнить команду меню «Воспроизведение». На экране появляется управляющая панель с кнопками «Пуск» («►»), «Стоп» («■»), «Пауза» («▮▮») и «Создавать видеоролик» («●»). Функция «Создавать видеоролик» позволяет записать анимацию в видеофайл, доступный для просмотра в видеопроигрывателе без использования среды КОМПАС-3D.

Список источников

1. Аксарин П.Е. Чертежи для деталирования [Текст] : [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов]. – Москва: Машиностроение, 1978. – 132 с.

УДК 004.928

Булдакова Ю.М., Черезов Н.С.
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ РАЗНЕСЕННОЙ СБОРКИ ПНЕВМОАППАРАТА КЛАПАННОГО В КОМПАС-3D

Аннотация. *Рассматривается создание разнесенной сборки пневмоаппарата клапанного в системе трехмерного проектирования КОМПАС-3D.*

Ключевые слова: *компьютерная графика, твердотельное моделирование, сборка, режим разнесения компонентов, система КОМПАС-3D.*

Разнесенная сборка – полностью созданная модель сборочной единицы, но детали, входящие в состав модели разнесены на различное расстояние. Разнесенные сборки необходимы для создания иллюстраций каталогов и инструкций по сборке изделий. С помощью разнесенной модели механизма можно также сымитировать процесс его последовательной сборки и разборки. Рассмотрим создание разнесенной сборки в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D на примере сборочной единицы «Пневмоаппарат клапанный» [1].

Моделирование сборки «Пневмоаппарат клапанный» начинается с создания оригинальных деталей (рис. 1): маховичок, шпиндель, втулка, гайка накидная, кольцо, крышка, прокладки, кольцо стопорное, клапан, корпус, штуцер. Построение трехмерной твердотельной модели детали заключается в многократном добавлении и вычитании объемов, и наиболее часто требует использования операций выдавливания и вращения эскиза. В процессе моделирования деталей использовались различные инструменты САПР: скругления, фаска, условное изображение резьбы, средства библиотеки «Стандартные изделия», которые значительно сокращают процесс формирования моделей. Стандартные крепежные изделия: винт В.М5-6g×9 ГОСТ 17473-80, шайба А.5.37 ГОСТ 11371-78, вставляем в сборку из библиотеки стандартных изделий: «Приложения» → «Стандартные изделия» → «Вставить элемент» → «Библиотека стандартные изделия» → «Стандартные изделия». Взаимное расположение компонентов сборки определяется создаваемыми позиционирующими сопряжениями: соосность, совпадение и т.д.

Трехмерная сборка в своем окончательном виде не дает полного представления о взаимном расположении компонентов (см. рис. 2). Для

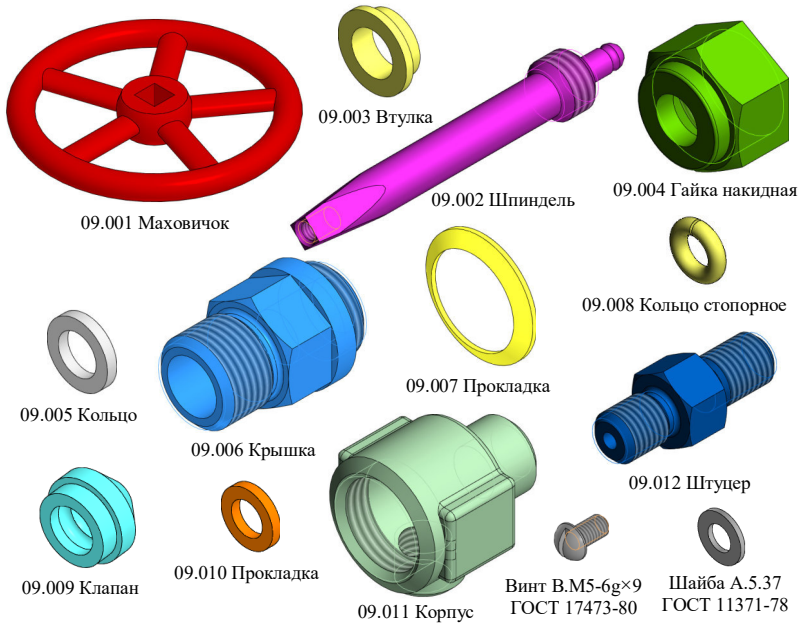


Рис. 1. Детали, входящие в сборочную единицу «Пневмоаппарат клапанный»

облегчения восприятия применяется разнесенный вид (рис. 3) – в нем компоненты «раздвигаются» в пространстве.

Для отображения компонентов сборки в разнесенном виде в системе КОМПАС-3D используется команда «Разнести компоненты». Для вызова команды в главном меню выбираем «Вид» → «Режим разнесения компонентов сборки» → «Разнести компоненты».

После вызова команды на панели параметров появляются элементы настройки параметров разнесения. В поле «Шаги разнесения» отображаются шаги разнесения компонентов. Настройка параметров разнесения сводится к указанию в дереве построения или окне сборки компонентов, участвующих на каждом шаге разнесения. Выбранные компоненты подсветятся в графической области, их названия появятся в поле «Компоненты». Далее необходимо задать направление разнесения и расстояние перемещения компонентов.

После завершения процесса настройки параметров разнесения сборка будет отображена в соответствии с заданными параметрами. В графической области модели появится значок «Режим разнесения компонентов сборки».

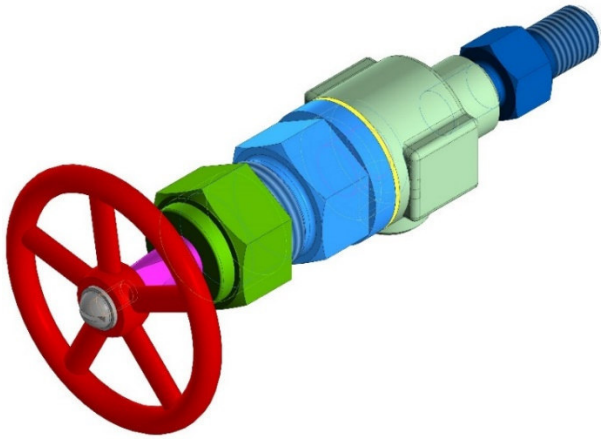


Рис. 2. Модель сборки «Пневмоаппарат клапанный»

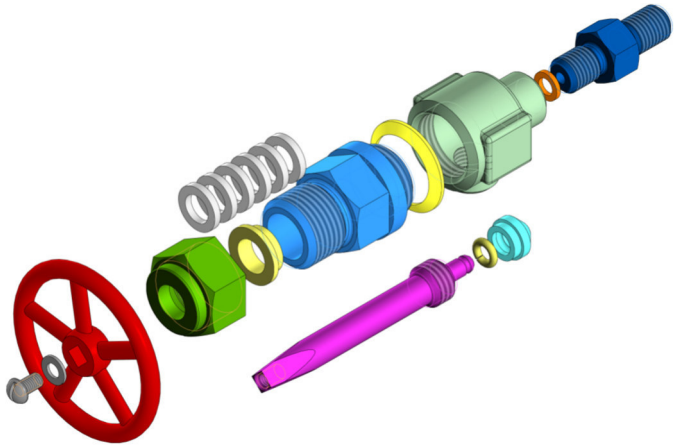


Рис. 3. Разнесенная схема сборки «Пневмоаппарат клапанный»

Список источников

1. Аксарин П.Е. Чертежи для деталирования [Текст] : [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов]. – Москва: Машиностроение, 1978. – 132 с.

УДК 514; 624.03

Захарова А.А.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. препод.
Поволжский государственный технологический университет

СБОРКА МОДЕЛИ ДЕРЕВЯННОГО БРЕВЕНЧАТОГО СРУБА «В ЧАШУ» В КОМПАС-3D

Аннотация. *В данной работе представлена сборка 3D модели деревянного бревенчатого сруба «в чашу» в учебной программе КОМПАС-3D V23.*

Ключевые слова: *3D модель, способ создания модели сборки.*

Деревянные срубы, особенно в традиционном исполнении, становятся всё более популярными среди частных застройщиков и в рамках проектов строительных организаций. На практике часто применяется сборка бревен «в чашу». А создание модели объекта строительства в компьютерных программах позволяет наглядно представить творческий замысел заказчика.

Целью работы является предоставить сборку модели деревянного бревенчатого сруба бани «в чашу» в КОМПАС-3D.

Для реализации творческого замысла представлен эскиз (рис. 1). В данной работе рассмотрен пример создания 3D модели сборки деревянной бревенчатой бани в КОМПАС-3D как сборки отдельных рядов сруба.

Для создания моделей бревен был проведен анализ их геометрических форм. Так, для первого ряда бревна по ширине имеют форму половины цилиндра, по длине – цилиндр, имеющий вырезы под чашу, имеющих также форму половины цилиндра, представленных в сборке на рисунке 2. Причем для каждого бревна, имеющие конструктивные отличия, в КОМПАС-3D создавалась отдельная модель детали – бревна, с указанием в названии (обозначении): номер бревна в эскизе и ряд в срубе, материал заменялся на древесину и цвет подбирался вручную. Моделирование бревен производили при помощи инструментов «Геометрия» - «Окружность» и «Дуга», и, операции «Элемент выдавливания», а чашу в бревне можно создать, используя те же инструменты, но операцией «Вырезать выдавливанием». Так для создания сборки первого ряда сруба нам понадобились модели бревен, диаметром 25 см, расположен-

ных по ширине (два бревна №1, длиной 2,5 м; №2 и №3 – 6м; №4 – 3,5 м) и по длине (бревна №5, длиной 2,5 м; №6, №7 и №8 – 6 м).

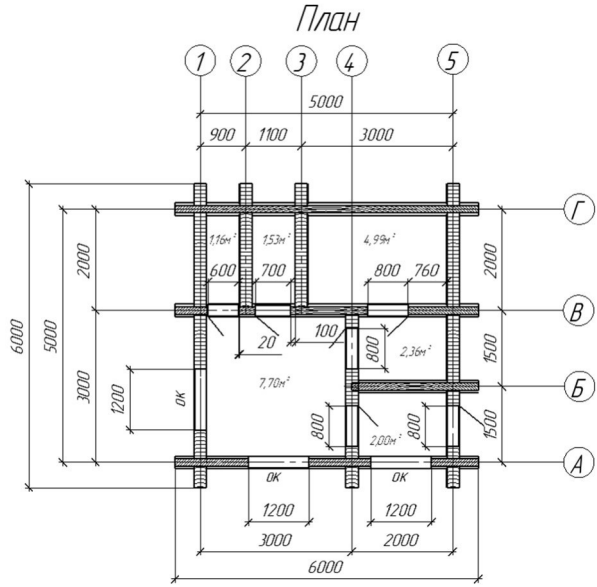


Рис.1. Эскиз сруба

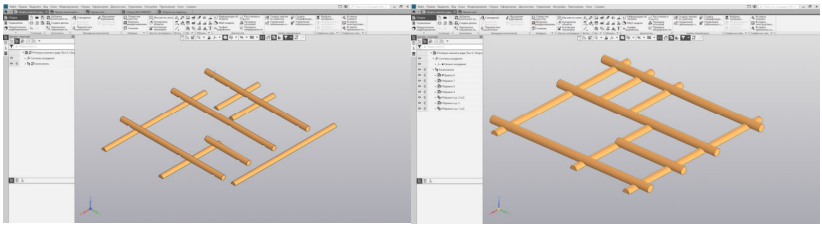


Рис.2. Сборка первого ряда

Конструктивной особенностью второго и последующих рядов, является желоб, имеющий форму части цилиндра, высотой 50 мм от края бревна и вырезанный во всю длину. Так, для второго и последующих рядов бревна по ширине и длине имеют форму цилиндра, имеющий вырезы под желоб и чашу. Причем в бревнах по длине чаша будет на 25 мм выше, а по ширине так же половину цилиндра (рис. 3).

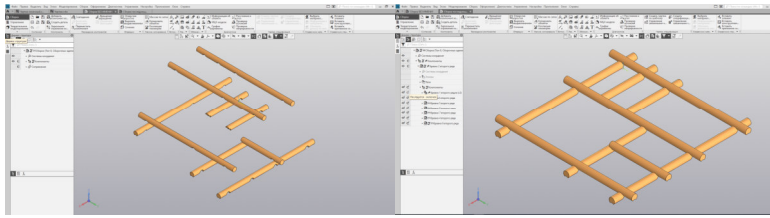


Рис.3. Сборка второго ряда

Далее, чтоб собрать сборку были выполнены следующие действия: в документе «Сборка» в КОМПАС-3D «Компоненты» добавляли компоненту сборки второго ряда, размещение компонентов через «Совпадение» и «На расстоянии». До той высоты сруба, которая нам необходима. В данной работе высота сруба составила 2,65 м. (рис. 4). Кроме того, на модели вырезаны оконные и дверные проемы, также согласно эскизу, представленного на рисунке 1.

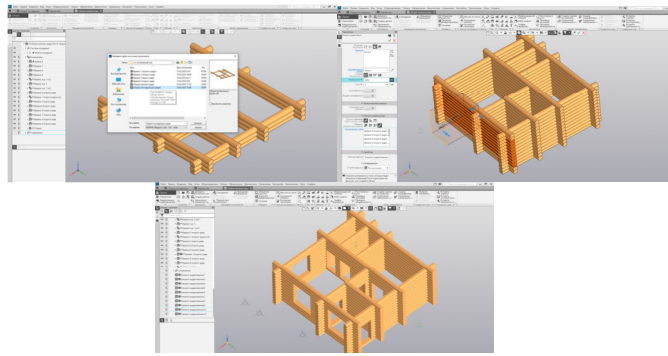


Рис.4. Сборка модели деревянного бревенчатого сруба «в чашу» в КОМПАС-3D

В процессе работы над проектом сборки модели деревянного бревенчатого сруба «в чашу» в среде Компас 3D были реализованы ключевые аспекты как традиционных методов деревянного строительства, так и современных технологий проектирования. Использование Компас 3D позволило визуализировать модели бревен с различными конструктивными особенностями, а также и сам процесс сборки бревен каждого ряда по отдельности и рядов между собой.

УДК 514.1

Иванова А.И.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. препод.
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ОКОННОГО НАЛИЧНИКА В КОМПАС 3D

Аннотация. *В данной работе представлено создание 3D модели оконного наличника в учебной программе КОМПАС 3D V21.*

Ключевые слова: *3D модель, способы моделирования, КОМПАС 3D.*

Изучение начертательной геометрии и инженерной графики способствует развитию пространственного воображения, что является важным навыком для инженеров. В современном мире, где информационные технологии и программное обеспечение для проектирования играют ключевую роль, инженеры все чаще используют компьютерные программы для создания электронных чертежей и моделей. Это не только упрощает и ускоряет процесс проектирования, но и позволяет легко вносить изменения в проекты. В сфере деревообработки трёхмерное моделирование играет ключевую роль. Оно позволяет наглядно представлять индивидуальные идеи творческого замысла.

Целью работы является создание трехмерной модели оконного наличника в КОМПАС 3D.

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие **задачи:**

- выяснить какие геометрические формы встречаются в архитектурных элементах, таких как наличники и узоры на них;
- представить индивидуальный проект – создание 3D модели оконного наличника.

Стандартные размеры для одностворчатых окон согласно ГОСТ 24700-99 составляют: ширина - 870 мм, длина - 1400 мм.

Результаты.

Проанализировав геометрические формы оконного наличника, представленного в эскизе творческого замысла автора (рис. 1), создана модель основного контура наличника (рис.2, а) - прямоугольник, с размерами стандартного деревянного одностворчатого окна. В нем же задан

архитектурный элемент узора контура наличника (рис.2, б), с помощью сочетания инструментов "Автолиния" и "Дуга" КОМПАС 3D.

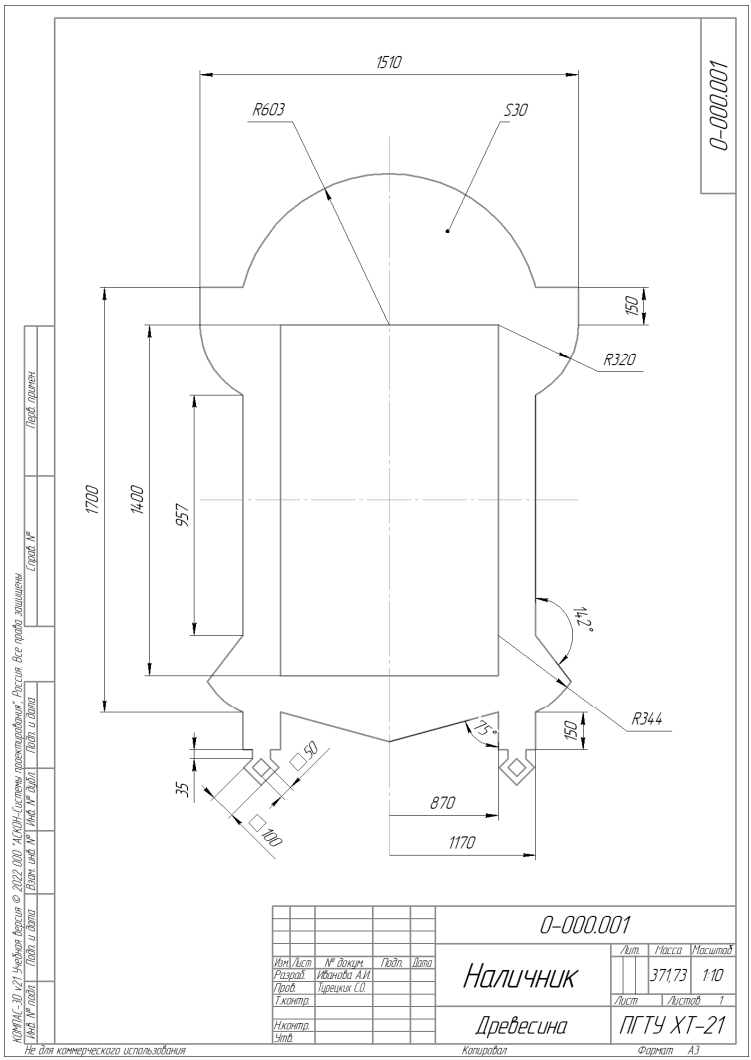


Рис. 1. Чертеж оконного наличника

Операцией "Элемент выдавливания" задали толщину контура наличника 30 мм. Узоры к наличнику, такие как «серёжки» (рис.2, в), «фартук» (рис.2, г) и «крыло» (рис.2, д), были созданы, используя инструменты геометрии ("Отрезок", "Дуга", "Усечь кривую", "Прямоугольник"). Также использовалась операция "Элемент выдавливания". Цвет наличника (синий) задавали «вручную» в свойствах создания модели детали (рис.2).

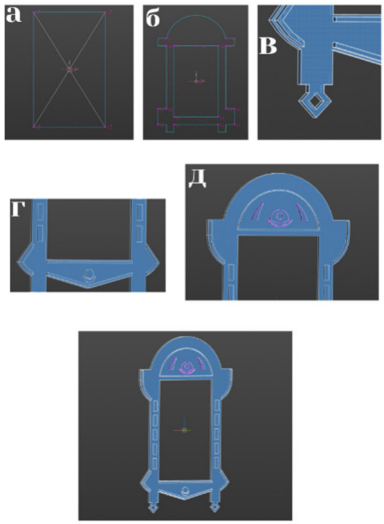


Рис. 2. Этапы создания модели оконного наличника в Компас 3D

С помощью компьютерного моделирования возможно создание трехмерных моделей, включающие декоративные элементы. В данной работе хотелось показать, что даже такая деталь, как наличник, может стать объектом вдохновения и творчества. Каждый этап этого процесса раскрывает возможности КОМПАС 3D и как инструмента для воплощения идей. В созданной модели отражены размеры и геометрические формы контура наличника, а также предложены узоры для его украшения, в чем была проявлена фантазия автора в области дизайна архитектурных элементов. Таким образом, если отталкиваться от стандартных размеров окна, можно индивидуально воссоздать модель уникального наличника для него.

УДК 515.2

Изиков П.А.
Научный руководитель: Бакулина И.Р., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕАЛИЗАЦИЯ АНИМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ С РАЗРЕЗАМИ В ПРОГРАММЕ BLENDER 3D

Аннотация. *В статье представлено создание 3D-модели детали и дальнейшей анимации образования простых разрезов в программе Blender 3D 4.4.0.*

Ключевые слова: *3D- модель, разрезы, анимация.*

Для студентов, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика», актуальна проблема недостаточного развития пространственного воображения, что вызывает трудности при выполнении заданий и понимание дисциплины в целом. Традиционные методы обучения, опирающиеся на плоские чертежи, часто не позволяют в полной мере передать сложность трехмерных объектов и их взаимосвязей. Blender, напротив, дает возможность визуализировать эти объекты в динамике, раскрывая их внутреннюю структуру и облегчая понимание принципов начертательной геометрии и инженерной графики. Эти модели, наглядно демонстрирующие внутреннее строение объектов, становятся незаменимым инструментом в образовании, инженерии и многих других областях.

Цель работы: реализовать анимационные модели деталей с простыми разрезами для повышения уровня визуального восприятия и упрощения понимания студентом изучаемой темы.

Задачи: 1) создать 3D-модель детали; 2) выяснить, какой разрез является целесообразным; 3) создать анимацию разреза и показать модель с полученным разрезом.

Для создания моделей и анимации мы использовали программу Blender 4.4.0. Выбор пал именно на эту программу, потому что, имея не менее широкий функционал по сравнению со своими платными аналогами, она менее требовательна к системе, бесплатна, а также имеет открытый исходный код, что позволяет при необходимости добавлять в программу свои функции и дополнения.

Для реализации анимации была создана простая кубическая сцена из трех плоскостей и камер, а так же настроено фоновое освещение (рис. 1).

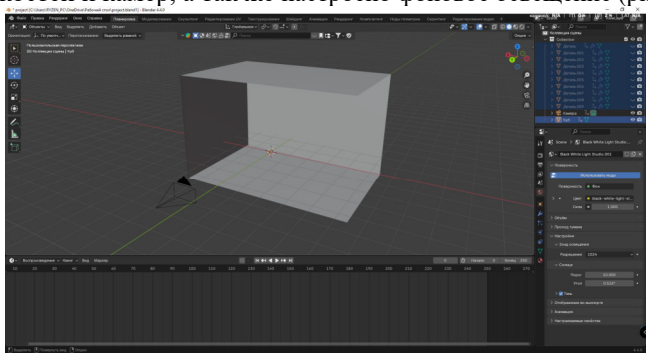


Рис. 1. Сцена

Объектом для примера послужит деталь, ввиду своей простой формы, что позволяет легче понять образование сечения объекта (рис. 2).

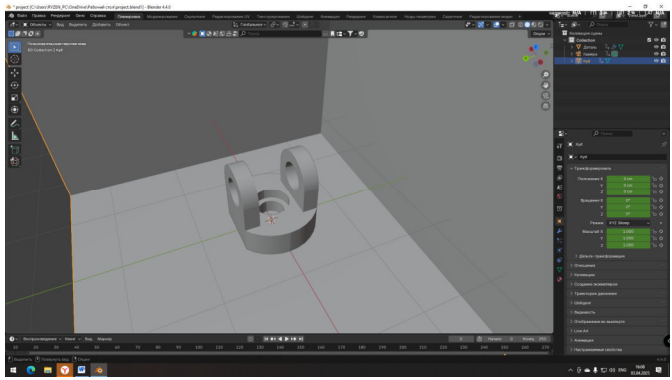


Рис. 2. Модель детали

Чтобы разрезать деталь, используем бесплатный инструмент “Bool Tool” и куб.

Для разрезания детали с помощью “Bool Tool” и куба:

1. Добавляют куб в нужное место детали (место разреза должно попасть внутрь куба) (рис. 3).
2. Переходят во вкладку «Правка» - «Логические операции».

3. Выбирают «Difference».
4. Получают деталь с разрезом (рис. 4).

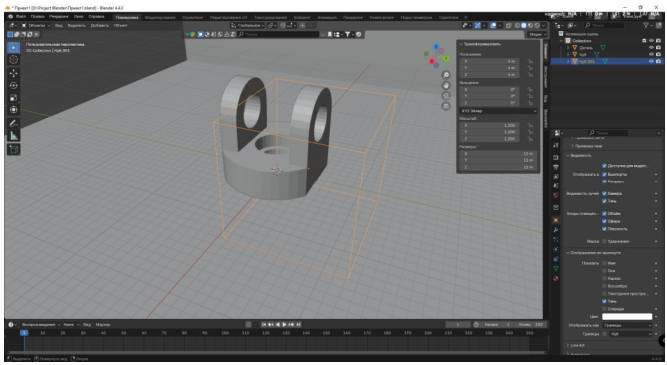


Рис. 3. Ввод куба для разреза

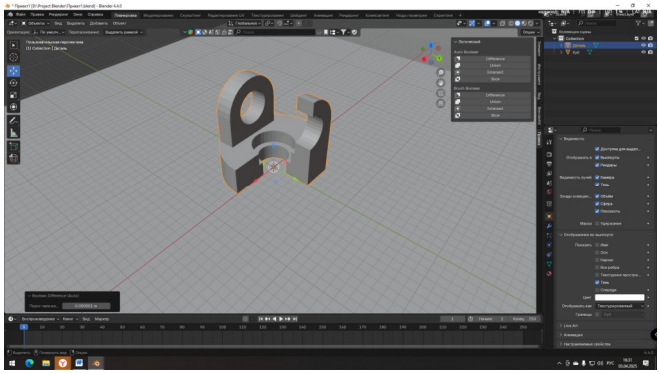


Рис. 4. Деталь с разрезом

Выводы: реализована анимационная модель детали с простыми разрезами, найдено практическое применение реализованной задачи в работе, как преподавателей, так и студентов. Анимация позволяет наглядно показать разрез детали и изображение его на чертеже, что значительно облегчает понимание изучаемой темы. Эта работа была продолжена и практически реализованы также анимационные модели построения простых разрезов на примере других деталей.

УДК 514, 624.03

Кожевникова Ю.А.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СПОСОБА СОЗДАНИЯ 3D МОДЕЛИ СБОРКИ НИЖНЕГО РЯДА ДЕРЕВЯННОГО СРУБА В КОМПАС 3D

Аннотация. *В данной работе проведён анализ способа создания трёхмерной модели сборки нижнего ряда деревянного сруба.*

Ключевые слова: *3D модель, моделирование в Компас 3D, деревянный сруб.*

Сруб – это конструкция из брёвен, соединённых между собой в определённой последовательности, образующая стены дома, бани, колодца, беседки и других строений. Основным материалом для сруба являются брёвна. Традиционно используются хвойные породы дерева, такие как сосна, ель, лиственница и кедр. Брёвна для сруба по виду обработки могут быть оцилиндрованными, строгаными и рублеными. Углы сруба соединяются различными способами: «в чашу» (с остатком), «в лапу» (без остатка), и «в тёплый угол». Для реализации модели по эскизу автора (рис.1) в Компас 3D выбран сруб из оцилиндрованного бревна и соединением углов «в чашу».

Целью работы является анализ способа создания 3D модели сборки нижнего ряда деревянного сруба в КОМПАС 3D.

Первый ряд (окладной) – это основа сруба. Перед началом моделирования определяется, какие брёвна будут цельными, а какие половинчатыми. В данном случае, цельные брёвна укладываются по ширине, а половинчатые – по длине. Диаметр всех брёвен для модели по эскизу (рис. 1) равен 250 мм. Длина цельных брёвен составляет: 3000, 4500, 5000, 5500, 6000 мм; половинчатых - 3000, 5000, 6000 мм (рис.2).

Для создания любой модели детали в Компас 3D необходимо изначально провести анализ геометрических форм создаваемых объектов. Так все брёвна имеют цилиндрическую форму, и чаши – части цилиндров.

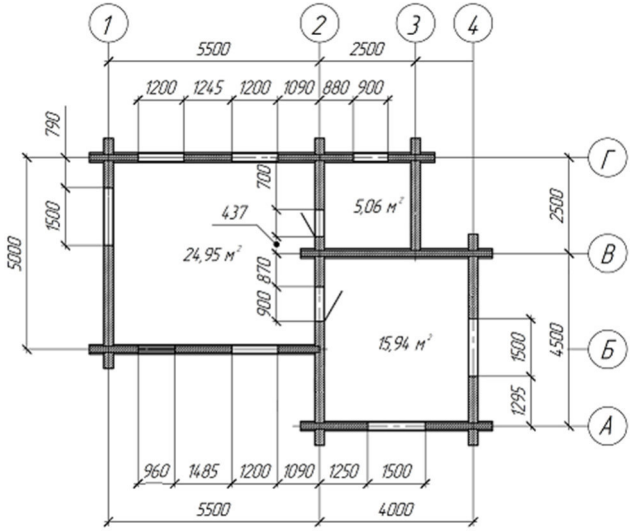


Рис.1. Эскиз сруба по творческому замыслу автора

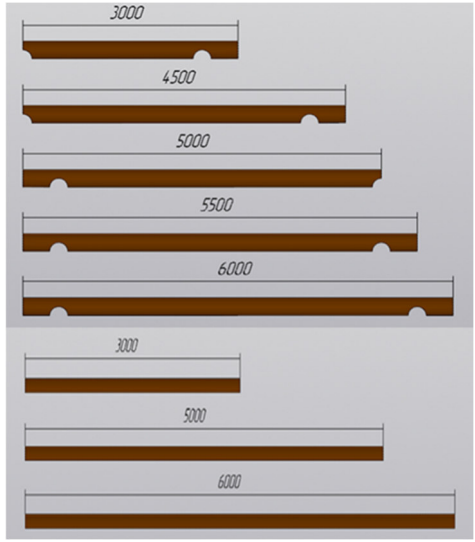


Рис.2 Модели брёвен для первого ряда

Результат работы. Для создания модели сборки 1 ряда в КОМПАС 3D, необходимо в первую очередь создать модель каждого бревна (рис.2). Выбрав нужные оси координат, создаётся эскиз: в данной сборке для брёвен, расположенных по длине сруба, используются инструменты «Геометрия» - «Окружность», а по ширине – «Дуга». С помощью операции «Элемент выдавливания» модель бревна становится объемной, в «Расстоянии» указывается необходимая длина. В цельных брёвнах выпиливаются чаши. Они располагаются на расстоянии 350…500 мм от концов бревна. Для создания данной модели принято 500 мм. Создаются эскизы чаш, которые вырезаются с помощью операции «Вырезать выдавливанием».

После создания моделей брёвен можно приступать к сборке. Сначала, согласно размерам эскиза (рис. 1), располагаются половинчатые брёвна. Первое бревно размещается с координатами (0;0;0), другие брёвна располагаются относительно него. Далее произвольно располагаются цельные брёвна и при помощи команды «Размещение компонентов» - «Совпадение» указываются места сборки, как показано на рисунке 3.

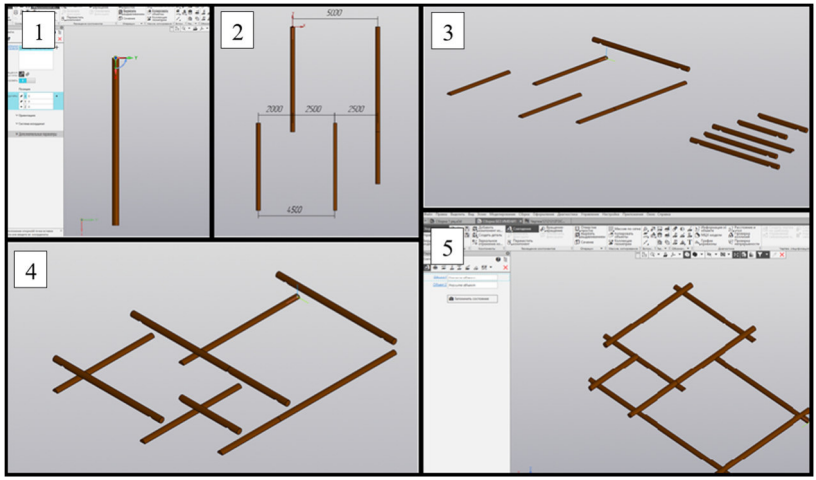


Рис.3 Способ создания сборки 1 ряда

Выводы. Представленный способ создания модели сборки нижнего ряда деревянного сруба в КОМПАС 3D является не единственным возможным, но, на наш взгляд, одним из эффективных в применении.

УДК 624; 069.29

Коновалова Ю.Н.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТВОРЧЕСКОГО ЗАМЫСЛА СРЕДСТВАМИ КОМПАСА 3D НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ БАНИ И ИНТЕРЬЕРА В НЕЙ

Аннотация. *В статье представлено создание 3D модели деревянной бревенчатой бани и интерьера в ней в учебной программе Компас 3D V22 для визуализации творческого замысла автора.*

Ключевые слова: *3D модель, способы моделирования, Компас 3D.*

3D моделирование играет важную роль в проектировании строительных объектов, что позволяет создавать модели проектируемых зданий и визуализировать творческий замысел планировки в нем.

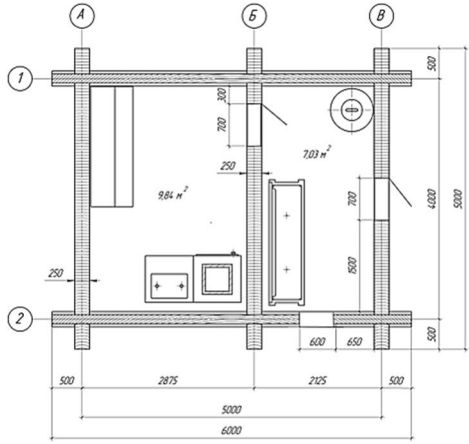


Рис. 1. План бани с интерьером

Цель работы: создать трехмерную модель бани с её интерьером в КОМПАС 3D согласно плану, представленному на рисунке 1.

3D-визуализация – это процесс, где происходит обработка и отрисовка элементов компьютерной графики с применением специального программное обеспечение и инструментария, предназначенного для работы с 3D [1].

Результаты. Для создания любой модели детали необходимо провести анализ геометрических форм создаваемых объектов.

Бревна деревянного сруба имеют цилиндрические формы, крыша – треугольная призма, окна и двери – четырёхугольные призмы. Архитектурный элемент - наличник состоит из комбинации нескольких фигур (рис. 2).

Элементы интерьера, такие как печь, диван, полати имеют также призматическую форму, а бак – цилиндрическую (рис. 3).

Модель бани представлена как сборка сруба, крыши, пола, окна, дверей. Причем модель сруба тоже есть сборка отдельных моделей бревен.

Окно и двери созданы с помощью инструмента «Геометрия» - «Прямоугольник» и операций твердотелого моделирования «Элемент выдавливания» и «Вырезать выдавливания». Стеклопакет смоделирован также, как и дверь, но в нем откорректирована прозрачность на стекле, а для наличника - заготовили раму, а после начали вырезать узоры или выдавливать их, где верхняя часть наличника создавалась с помощью инструмента «Геометрия» - «Дуга».

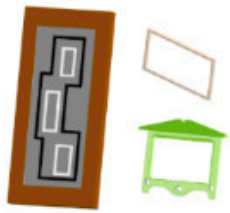


Рис. 2. Образцы моделей архитектурных и конструктивных элементов в Компас 3D

Используя инструменты «Геометрия», создаются модели полати, диванчика, печки, бака для горячей воды применяя операции «Элемент выдавливания» и «Скругление», а для бочки для холодной воды - «Элемент по сечениям» и «Элемент вращения» (рис. 3).

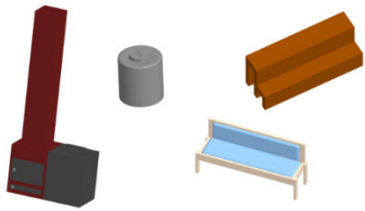


Рис. 3. Образцы моделей элементов интерьера в Компас 3D

Компоновка мебели внутри бани представлена на рисунке 4.

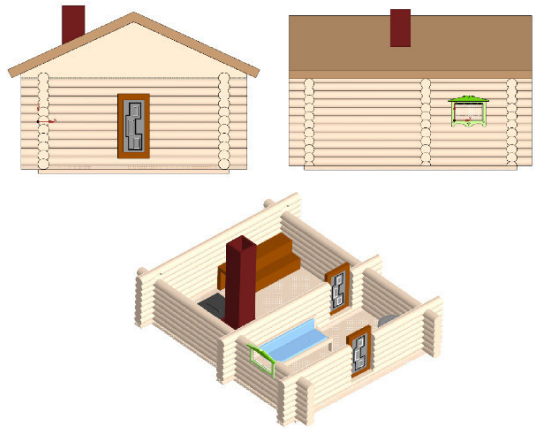


Рис. 4. Компоновка мебели в Компас 3D

Выводы. Операции «Элемент выдавливания» в Компас 3D V22 применяли для формообразования моделей отдельных бревен сруба бани, создания конструктивных и архитектурных элементов, а для создания моделей интерьера бани – «Элемент вращения», Элемент по сечениям», «Элемент выдавливания». Для фотореалистичной визуализации созданных моделей деревянного наличника, диванчика, дверей, для текстуры выбран материал древесина (сосна), фон экрана сменили на белый цвет, затем для создания блика устанавливали определённый процент таких параметров как яркость, прозрачность.

Список источников

1. 3D-визуализация: правила создания и инструменты [Электронный ресурс] // https://gb.ru/blog/3d-vizualizatsiya/ (дата обращения 25.03.2025)

УДК 004.92

Курбатова Л.В.
Научный руководитель: Ломакина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПАНДУСА В ПРИЛОЖЕНИИ «ОБОРУДОВАНИЕ: МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ» КОМПАС-3D

Аннотация. *Рассмотрены этапы проектирования стационарного металлического пандуса в приложении «Оборудование: Металлоконструкции» Компас-3D.*

Ключевые слова: *металлоконструкции, КОМПАС-3D, проектирование.*

На рынке металлоконструкций востребована не только стандартная продукция, но и есть необходимость проектирования и изготовления нестандартных изделий.

В рамках данной работы рассмотрено проектирование стационарного металлического пандуса у внешней лестницы в приложении «Оборудование: Металлоконструкции» Компас-3D для обеспечения самостоятельного подъема ко входу в здание маломобильных групп населения.

Согласно СП 59.13330.2020, пандус – это сооружение, предназначенное для сопряжения поверхностей пешеходных путей на разных уровнях, состоящее из одного или нескольких маршей, имеющих наклонную поверхность с продольным уклоном и, при необходимости, горизонтальные поверхности.

Технические и функциональные характеристики пандусов должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51261-2022 и СП 59.13330.2020.

Техническое задание на проектирование пандуса представлено в таблице:

Объект	
	Крыльцо неосновной входной группы здания. Высота препятствия 600 мм.
Требование к конструктивному исполнению	
Несущая рама. Каркас несущей рамы из профильной трубы 40х40 мм с толщиной стенки 3 мм с шагом между поперечными перекладинами 400 мм. *Опорные стойки* из профильной трубы 40х40 мм с толщиной стенки 3 мм, опорный фланец размером 150х150 мм из стального листа толщиной 3 мм. *Поручни*. Труба диаметром 38 мм с толщиной стенки 2 мм. *Настил.* Стальной лист. По продольным краям изделия колесоотбойники высотой 40 мм.	

Рассмотрим этапы построения пандуса в программе Компас-3D.

1. Построение конструкции пандуса начинается с создания его трехмерного каркаса, который является эскизом конструкции. (рис. 1, а).

2. При помощи команды «Профили по образующим» из каталога профилей задаем необходимый тип, размер металлопроката элементам конструкции с учетом ориентации профиля (рис. 1, б).

а) б) в)

г) д) е)

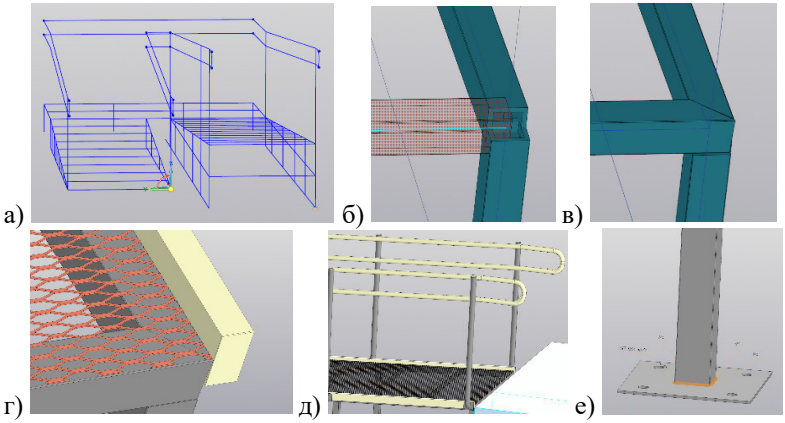


Рис.1. Этапы построения

3. После назначения профилей прорабатываем узлы металлоконструкции. При помощи команд «Угловая разделка», «Усечь профиль» корректируем стыки и длину профилей (рис. 1, в).

4. Создаем покрытие из листового материала толщиной 3 мм. Так как поверхность пандуса должна быть нескользкой, выделена цветом или текстурой [2], то создаем просечно-вытяжной лист (рис. 1, г). Лист можно создать как отдельный компонент и далее добавить его в сборку, так и создать его «на месте».

5. Создаем опоры для поручней и добавляем их в сборку. Опора представляет собой гнутую трубу диаметром 38 мм с толщиной стенки 2 мм с приваренный пятаком. Согласно ГОСТ Р 51261-99, высота поручней должна быть 900 мм.

6. Моделируем парные перила для пандуса. Они непрерывны по всей длине и строго параллельны поверхности пандуса (рис. 1, д).

7. На фланцах опор делаем монтажные отверстия. Добавляем в модель необходимые обозначения сварных швов (рис. 1, е).

Таким образом используя приложение «Оборудование: Металлоконструкции» Компас-3D достаточно быстро была получена трехмерная модель пандуса (рис. 2).

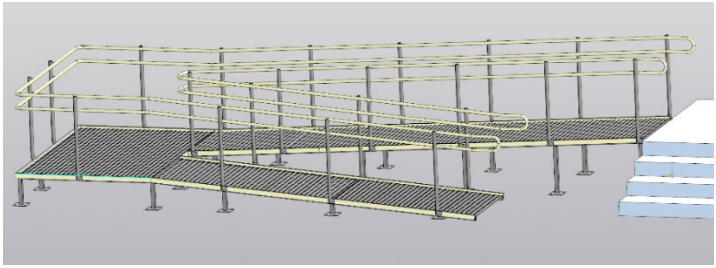


Рис. 2. Трехмерная модель пандуса

Приложение «Оборудование: Металлоконструкции» Компас-3D обладает широким функционалом для моделирования металлоконструкции. Библиотека Компас-3D содержит обширный перечень материалов и сортаментов, которая помогает инженерам не тратить время на создание стандартных элементов с нуля. Подобный инструмент значительно сокращает время проектирования новых изделий и помогает реализовывать различные инженерные идеи.

Список источников

1. ГОСТ Р 51261-2022 Устройства опорные стационарные для маломобильных групп населения. Типы и общие технические требования.

2. СП 59.13330.2020 Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. СНиП 35-01-2001 (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 904/пр) (ред. от 31.05.2022).

УДК 004.92

Моисеев К.Д.
Научный руководитель: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ДЕТАЛИ И ЕЁ ОФОРМЛЕНИЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС 3D

Аннотация. *В статье рассматриваются требования к выполнению и оформлению электронной модели детали на примере выполнение ЭМД «Седло» в КОМПАС 3D.*

Ключевые слова: *электронная модель детали, конструкторский документ, геометрическая модель, атрибут геометрической модели, 3D аннотация.*

Процесс интеграции цифровых технологий в рабочие процессы значительно изменяет способы разработки и производства изделий. Одной из важных современных тенденций автоматизированного проектирования изделий является переход на моделеориентированное проектирование (англ. MBD – Model Based Definition). Основной смысл подхода заключается в том, что вся необходимая для подготовки производства и непосредственно производства информация закладывается в 3D-модель изделия. Это дает возможность сделать 3D-модель главным конструкторским документом и источником данных для изготовления и контроля изделия и позволяет отказаться от чертежа, как обязательного документа на всех этапах жизненного цикла изделия, начиная от проектирования и заканчивая утилизацией.

Требования к выполнению и оформлению электронных моделей деталей изделий машиностроения и приборостроения регламентируют стандарты: ГОСТ 2.052-2021; ГОСТ 2.053-2013; ГОСТ 2.056-202.

Согласно ГОСТ 2.052-2021 документированная электронная модель детали – это электронный документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю, оформленный по ГОСТ 2.051-2013. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.

При разработке конструкторской документации конструкторским документам присваиваются коды документа согласно ГОСТ 2.102—2013. В

пункте 5.7 говорится, что в обозначении основных конструкторских документов код документа не указывается. Но если планируется совместное использование электронной модели детали и чертежа, то электронной модели детали в обозначении присваивается код МД. При выполнении ЭМД в КОМПАС 3D это задается в свойствах модели.

Электронная модель изделия представляет собой совокупность геометрических элементов, атрибутов модели и 3D аннотаций. Геометрические элементы определяют геометрию изделия. Все что определяет форму и размеры элементов – это основная геометрия (моделирование с помощью формообразующих команд), все что не является элементами детали, но используется в процессе моделирования называется вспомогательной геометрией (точки, оси, плоскости, эскизы и др.). Атрибуты модели – это дополнительная текстовая информация, связанная с геометрическим элементом модели или моделью в целом. К атрибутам относят свойства модели такие как обозначение, наименование, материал. 3D аннотации представляют собой нерафическую информацию о детали, к ним можно отнести размеры на 3D модели, простановку шероховатости, баз, допуски формы и расположения, технические требования.

К ЭМД как к электронному документу предъявляется ряд требований: 1) все номинальные значения размеров должны получаться из геометрической модели, то есть каждая точка геометрии ЭМД должна быть измеряема в выбранной системе измерения; 2) 3D аннотации, выполненные в модели, должны быть необходимыми и достаточными для указанной цели выпуска ЭМД (например, изготовления изделия, контроля изготовления изделия); 3) если в геометрии ЭМД и 3D аннотациях, ассоциированных с моделью, не содержатся все необходимые данные, то это должно быть указано в технических требованиях (например: «Маркировать заводской номер с внутренней стороны корпуса по ТУ...»); 4) наглядность должна обеспечиваться таким образом, чтобы при различной ориентации модели все аннотации сохраняли читаемость.

Оформление ЭМД «Седло» представлено на рис. 1. Для корректного отражения размеров модели в КОМПАС 3D рекомендуется указывать размеры в эскизах при создании элементов модели. Используем команду «производные размеры» для проявления размеров на 3D модели из дерева построения. Размеры в дереве построения имеются и в эскизах, и в операциях (например, расстояние выдавливания). Команда «разместить произвольные размеры» позволяет скорректировать их расположение в графической области. Для понимания внутреннего устройства детали используют секущие плоскости.

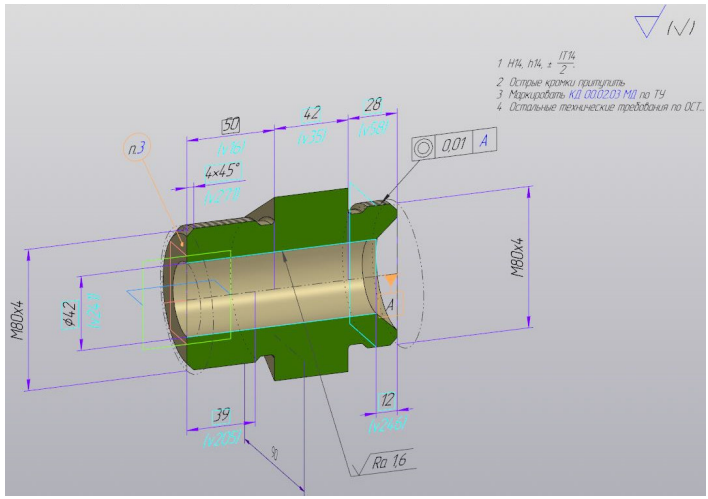


Рис. 2. – Электронная модель детали «Седло»

Электронная модель детали является основным конструкторским документом, который не только заменяет традиционные чертежи, но и расширяет функциональные возможности проектирования и производства. Она служит универсальным инструментом для визуализации, анализа, производства и контроля качества, придавая процессу проектирования более интегрированный и эффективный подход. В условиях современного производства это становится критически важным для достижения конкурентных преимуществ.

Список источников

1. ГОСТ 2.052-2021 ЕСКД Электронная модель изделия.
2. ГОСТ 2.053-2013 ЕСКД Электронная структура изделия.
3. ГОСТ 2.056-2021 ЕСКД Электронная модель детали.
4. ГОСТР2.521-2021 ЕСКД Электронная конструкторская документация.
5. ГОСТ2.102-2013 ЕСКД Виды и комплектность конструкторских документов.

УДК 51 (062)

Нуримбет А.А.
Научные руководители: Нуримбетов А.У., д-р техн. наук, профессор;
Жидекулова Г.Е., канд. техн. наук., доцент
Таразский университет им. М.Х.Дулати, РК

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСКРОЯ ЛОПАСТИ ВЕТРОУСТАНОВКИ ИЗ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. *В работе предложена программа РАС автоматического разбиения физически неоднородных составных областей произвольного очертания. Она предполагает определение граничных точек для исследуемой области и построение внутренних точек области так, чтобы учитывала физическую неоднородность слоев. Содержание программы РАС - построение координат слоев текущего сечения описывается на примере сечения вида авиационного профиля.*

Предлагаемая программа РАС автоматического разбиения физически неоднородных составных областей произвольного очертания многостадийна. Она предполагает:

I. Определение граничных точек для исследуемой области.

II. Построение внутренних точек области так, чтобы учитывала физическую неоднородность слоев.

Разработанная программа имеет свидетельство прав на объекты, охраняемые авторским правом внедрена [1].

Ключевые слова: *Фортран, авиационный профиль, спинка, корытце.*

I. **Определение граничных точек для исследуемой области.** Процесс определения граничных точек области состоит из одной процедуры. Исходные реперные точки на границе задаются вручную двумя основными опорными точками - началом и концом. Если граничные линии лежат не на одной прямой, то дополнительными точками задается число звеньев ломаной, на которое подразделяется граничная линия.

Дальнейшее построение координат внутренних слоев сечения полностью автоматизировано. Содержание программы РАС - построение координат слоев текущего сечения в дальнейшем описывается на примере сечения вида авиационного профиля [1].

II. **Построение внутренних точек области**. Исходными параметрами для установления координат отдельных слоев являются граничные

координаты "спинки" x_j^c и " корытца" x_j^k (j= 1,2), а также толщина монослоя t_c.

При проведении расчетов, на границе сечении известно множество точек разбиения для "спинки" C_j (j=1,2,..., M) и для "корытца" K_m (m=1,2,...,N), имеющих координаты x_j^c, x_j^k, (j=1,2) соответственно и расположенных друг от друга, начиная с начала "спинки" и "корытца", на расстояниях, равных толщине t_c монослоя (рис. 1).

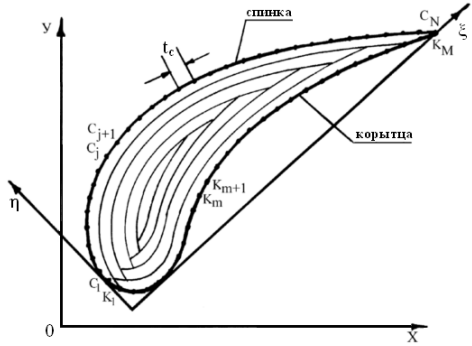


Рис.1. Глобальная и местная система координат

Дальнейшее построение удобно осуществлять в местной системе координат, у которой ось абсцисс ξ совпадает с линией, соединяющей середины отрезков C_1K_1 и C_MK_N начальных и конечных точек "спинки" и "корытца", т.е. $\xi_{H,j}=0.5(x_{1,j}^c+x_{1,j}^k)$, ($j$=1,2) $\xi_{K,j}=0.5(x_{M,j}^c+x_{N,j}^k)$,

Ось ординат $\xi_2=\eta$ ортогональна оси $\xi_1=\xi$ и проходит через начальную точку $\xi_{н,j}$ (рис.2).

Максимальная толщина c_{max} сечения профиля определяет число слоев K_c в текущем сечении $K_c=entier(c_{\max}/(2\cdot t_c))+1$.

Слои прилегающие к "спинке" профиля (или к ее " корытцу"), могут пересекать линию "корытца" ("спинки"). Поэтому при проведении вычислении постоянно приходится сравнивать координаты линий, ограничивающих текущий слой и линий "корытца" или "спинки". Локальная система (ξ,η) выбрано так, что указанные сравнения ограничиваются лишь сравнением ординат линии текущего (расчетного) слоя и линий "спинки" или "корытца" профиля.

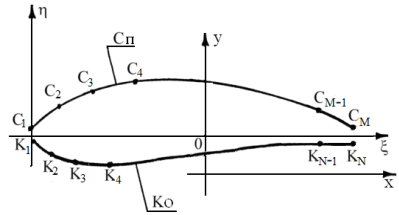


Рис. 2. Сп - “спинка”, Ко - “корытца”

Вычисления координат точек, оформляющих внутренние слои, начинается со входной кромки (точка C_1) по линии, ограничивающей "спинку" профиля. После построения множества точек C_j и K_m, окаймляющую внутреннюю поверхность нового слоя у "спинки" и "корытца", соответственно, их координаты являются исходными для установления координат следующего слоя. Это продолжается до тех пор, пока не будут найдены координаты всех возможных слоев K_c в рассматриваемом сечении профиля. После построения слоя уточняются координаты пересечения нового слоя со старым слоем "корытца", а также начало и конец каждого слоя "спинки" и "корытца" (рис. 3. Координаты и номера построенных точек при необходимости можно получить их изображение с помощью отдельной процедуры (рис.3).

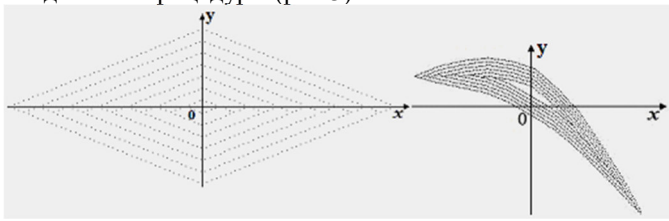


Рис. 3. Машинный раскрой по точкам сечения ромбовидной формы и авиационного профиля слоистого стержня

Список источников

1. Нуримбетов А.У., Орынбаев С.А., Куттыбаев Г.У., Омаров Ж.Т., Нұрымбет А.Ә., Әуесжанов Д.С. Программа для ПК «Проектирование раскроя деталей произвольного поперечного сечения из слоистых композиционных материалов»//Свидетельство о внесении в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №7588, от 17 января 2020г., РК.

УДК 515.2

Решетнева К.К.
Научный руководитель: Полушина Т.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖЕ РЕАЛЬНОЙ ДЕТАЛИ

***Аннотация**. Сравниваются решения задачи построения линии пересечения поверхностей детали, выполненные с использованием возможностей программы Компас-3D и посредством методов начертательной геометрии.*

***Ключевые слова**: литая деталь, способы построения линии пересечения поверхностей, Компас-3D.*

Судя по чертежу (рис.1), форму детали составляют поверхности цилиндров и поверхности тора. На главном изображении видно, что на виде пересекаются тор и цилиндр большего диаметра, а в разрезе можно наблюдать, что пересекаются тор и цилиндр меньшего диаметра. На чертежах такие линии пересечения обычно показывают приближенно, тогда как для точного изготовления литейной формы при литье такой детали требуется построить линию пересечения имеющихся поверхностей методами начертательной геометрии.

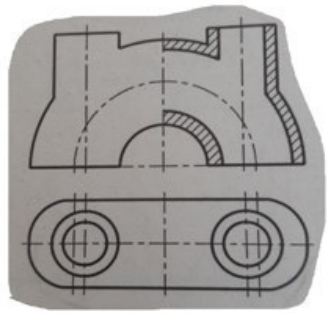


Рис.1

На примере данной литой детали проверим, насколько точными являются построения линии пересечения поверхностей, со-

ставляющих деталь, построенные компьютером в среде Компас-3D, по сравнению с построенными методами начертательной геометрии посредством традиционной «ручной» графики.
Для начала построим 3-D модель детали (рис.2). Чертеж такой детали, выполненный в Компас-3D, выглядит, как показано на рисунке 3.

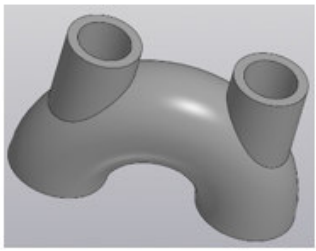


Рис.2

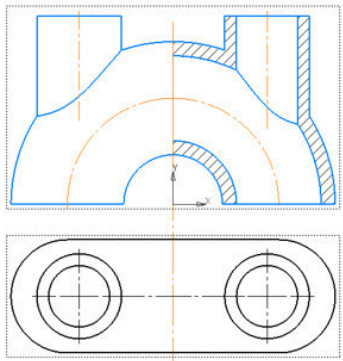


Рис.3

Далее построим линию пересечения наружных и внутренних поверхностей детали с поверхностями наружного и внутреннего торов соответственно. Для построения можно использовать метод вспомогательных секущих фронтальных плоскостей уровня или использовать построение точек линии пересечения исходя из принадлежности их поверхностям тора. Задача решалась по принадлежности с использованием 2-D графики в Компас-3D (рис.4).
Сравним результаты решения. Даже поверхностный взгляд позволяет сказать, что оба решения (рис.3 и рис.4) практически не отличаются. Отсюда вывод: возможности Компаса-3D вполне соответствуют потребностям реального производства в части построения линии пересечения поверхностей, составляющих форму конкретных деталей.

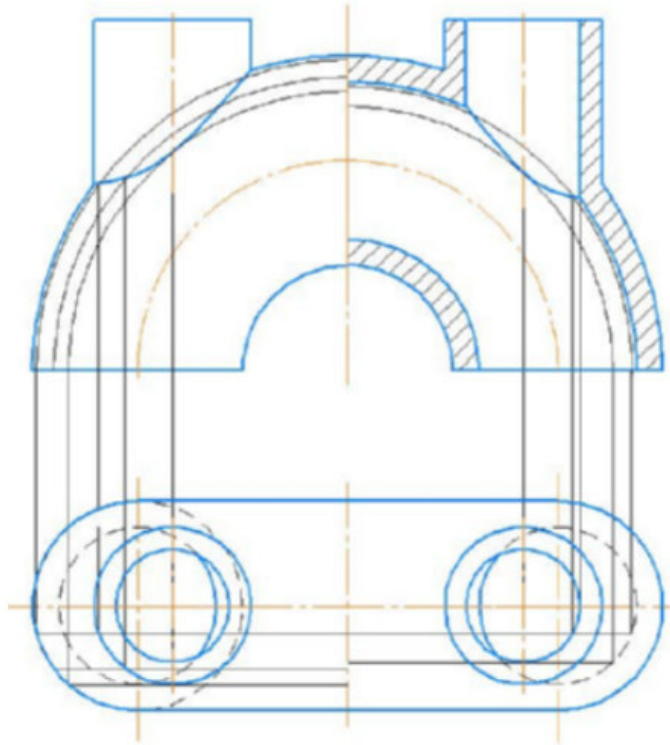


Рис.4

Список источников

1. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей / Особенности и методы чтения чертежей. – 8 изд., перераб. – М.: Высш. шк. 1987. 320 с.

2. Королев Ю.И. Инженерная графика: Учебник для вузов/ Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина – СПб.: Питер, 2011. 464 с.

УДК 514.1

Семёнова О.А.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЦИЛИНДРЫ В ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ В КОМПАС 3D: ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. *В статье представлено практическое применение цилиндров в трехмерном моделировании на примере создания 3D модели деревянного дома в учебной программе Компас 3D V21 для визуализации.*

Ключевые слова: *цилиндры, 3D модель, Компас 3D.*

Трехмерное проектирование с использованием цилиндров имеет множество перспективных направлений в применении. Так, например, цилиндрические формы встречаются в производстве различных изделий, таких как контейнеры, бутылки, упаковка, бытовая химия; в медицине при создании протезов и имплантатов; во многих машинах и устройствах применяются цилиндрические компоненты, такие как валы, шестерни, резервуары, топливные баки и корпуса; в области искусства и дизайна интерьеров при ходе создания мебели, светильников и декоративных элементов; в архитектуре цилиндрические элементы часто используются в дизайне колонн, куполов и других конструктивных элементов.

Цель работы: представить практическое применение цилиндров в трехмерном моделировании на примере создания 3D модели бревенчатого дома в КОМПАС 3D.

Для достижения поставленной цели были выдвинуты следующие **задачи:**

- проанализировать практическое применение цилиндров;
- представить индивидуальный проект – создание 3D модели деревянного дома.

Построить цилиндры в КОМПАС 3D можно при помощи операций "Элемент выдавливания", "Элемент вращения" и "Элемент по сечениям" (рис. 1). Причем, для модели дома бревна взяты оцилиндрованные, то есть имеет форму цилиндра, диаметром 26 см и длиной 7 м. При этом, используя первый способ, создается эскиз на плоскости XY инструмен-

том «Геометрия» - «Окружность», диаметром 260 мм и, используя операцию «Элемент выдавливания», созданный эскиз выдавливается на расстояние 7000 мм. Во втором случае, на плоскости XZ инструментами: «Геометрия» - «Вспомогательная линия» и «Отрезок» через начало координат проводится вспомогательная линия, на ней строится осевая линия и от нее на расстоянии 130 мм- параллельный отрезок, длиной 7000 мм, и, используя операцию «Элемент вращения», создается модель цилиндра. В последнем случае, для начала задана «смещенная плоскость» от плоскости XY на расстоянии 7000 мм, на ней и на плоскости XY, создан одинаковый эскиз, как и в первом случае, и, используя операцию «Элемент по сечениям», указав области созданных эскизов образуется модель того же бревна.

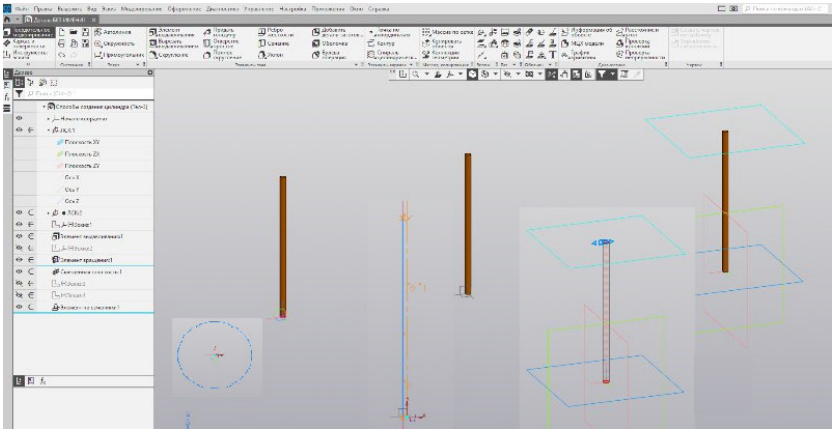


Рис.1. Способ создания модели цилиндра в Компас 3D

Результаты. В данной работе рассмотрен пример применения цилиндров на практике на примере создания 3D модели бревенчатого дома в КОМПАС 3D. Причем сруб дома смоделирован только для визуализации творческого замысла, без учета габаритных размеров, без расчетов перекрытия, вида соединений бревен между собой, путем пересечения стен сруба, состоящих из цилиндрических компонентов, используя инструменты "Геометрия" и "Элемент выдавливания"(рис. 2).

Для визуализации полного решения творческого замысла также в модель сруба можно добавить окна, двери, крышу и пол (рис.3).

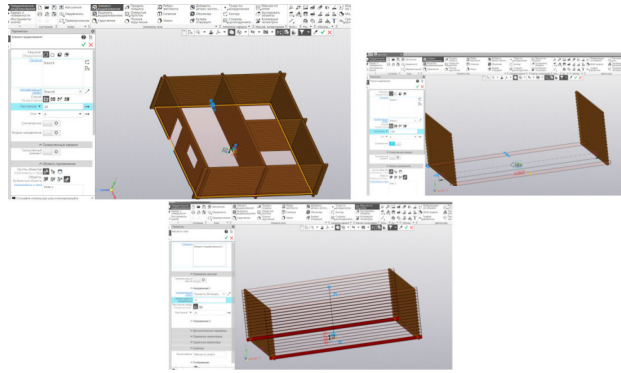


Рис.2. Практическое применения цилиндров в трехмерном моделировании на примере создания 3D модели деревянного дома в Компас 3D

Рис.3. Практическое применения цилиндров в трехмерном моделировании на примере создания 3D модели деревянного дома в Компас 3D

Выводы. Цилиндрические формы и элементы имеют широкое применение в различных отраслях. Так в деревянном домостроении они способствует созданию функциональных и устойчивых архитектурных решений. А применение цилиндров в трехмерном моделировании не только улучшает визуализацию, но и демонстрирует, как простые геометрические формы могут быть взаимосочетаемы, взаимно расположены друг к другу.

УДК 004.92:003.62

Смоленцев П.А.
Научный руководитель: Бакулина И.Р., канд. тех. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СКЕЛЕТНЫЕ ШРИФТЫ

Аннотация. *Статья представляет собой обзор скелетных шрифтов – уникального класса типографики, характеризующегося минимализмом и использованием тонких линий. Рассмотрены история их возникновения, начиная с конца XIX века и влияния движения Баухаус, а также их особенности. Описана область применения скелетных шрифтов.*

Ключевые слова: *скелетные шрифты, линейные шрифты, контурные шрифты, инженерная графика, дизайн, цифровые технологии.*

Скелетные шрифты, также известные как линейные или контурные, представляют собой уникальный класс типографики, который отличается минималистичным дизайном и отсутствием заливки. Эти шрифты состоят из тонких линий, которые повторяют контуры букв, что делает их особенно привлекательными для различных областей, таких как инженерная графика, архитектура, веб-дизайн и реклама. В данной статье мы подробно рассмотрим историю возникновения скелетных шрифтов, их особенности, применение в различных сферах, а также современные тенденции и перспективы их использования.

Скелетные шрифты имеют долгую и интересную историю. Их корни уходят в эпоху рукописных текстов, когда мастера каллиграфии стремились к экономии чернил и пергамента. В средние века, когда началось массовое производство книг, появились первые печатные шрифты, которые можно считать предшественниками современных скелетных шрифтов. Настоящий всплеск популярности скелетных шрифтов произошел в XIX веке с развитием печатного дела. Это время характеризовалось поиском новых форм и стилей в типографике. В 1920-х годах немецкий инженер и типограф Герберт Байер разработал шрифт "Universal", который стал одним из первых примеров скелетного шрифта, адаптированного для технических нужд. Этот шрифт стал символом функционального дизайна и оказал значительное влияние на последующие поколения дизайнеров [1].

Скелетные шрифты обладают рядом уникальных характеристик, которые делают их незаменимыми в определенных областях:

1. Минимализм и лаконичность. Отсутствие заливки позволяет сосредоточить внимание на форме букв, что особенно важно в технической документации и чертежах (рис.1).
2. Четкость и читаемость. Тонкие линии обеспечивают высокую контрастность, что делает текст легко читаемым даже при уменьшении размера.
3. Универсальность. Скелетные шрифты могут использоваться как в печатных, так и в цифровых форматах, сохраняя свою четкость и аккуратность.
4. Экономия пространства. Благодаря своей структуре, такие шрифты занимают меньше места, что позволяет размещать больше информации на ограниченной площади. Это свойство делает их особенно полезными в технических чертежах и схемах.
5. Эстетическая привлекательность. Скелетные шрифты обладают уникальным визуальным стилем, который может добавить современный и стильный акцент к любому проекту.

В инженерной графике скелетные шрифты играют важную роль, так как они позволяют передавать информацию максимально точно и без излишеств. Они используются для обозначения размеров, подписей, технических характеристик и других элементов на чертежах. Одним из наиболее известных примеров является шрифт "ISOCP", разработанный для использования в соответствии с международными стандартами ISO [2]. Этот шрифт широко применяется в машиностроении, архитектуре и других технических дисциплинах. Скелетные шрифты также активно используются в CAD-системах (Computer-Aided Design), где точность и четкость отображаемой информации имеют критическое значение. Инженеры и архитекторы используют их для создания профессиональных чертежей, которые легко воспринимаются и интерпретируются.

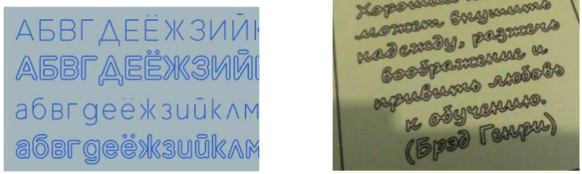


Рис. 1. Примеры скелетных шрифтов

С развитием цифровых технологий скелетные шрифты получили новое дыхание. Они активно используются в веб-дизайне, интерфейсах программного обеспечения и мобильных приложениях. Современные

дизайнеры экспериментируют с толщиной линий, добавляют анимацию и другие эффекты, чтобы сделать такие шрифты более выразительными. В последние годы наблюдается рост интереса к минималистичному дизайну, что также способствовало увеличению популярности скелетных шрифтов. Они часто используются в логотипах, рекламных материалах и упаковке, где требуется создать запоминающийся и стильный визуальный образ. С учетом текущих тенденций в дизайне и технологии, можно ожидать, что они будут продолжать эволюционировать. Например, с развитием технологий дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) скелетные шрифты могут найти новое применение в создании интерактивных интерфейсов и визуальных коммуникаций. Кроме того, с увеличением интереса к устойчивому дизайну и экологии, скелетные шрифты могут стать символом минимализма и рационального использования ресурсов. Дизайнеры могут использовать их для создания более экологически чистых и экономичных решений [3].

Скелетные шрифты представляют собой значимый элемент типографики, объединяющий функциональность и эстетику. Их история, особенности и широкое применение делают их незаменимыми в различных сферах, включая инженерную графику, дизайн и цифровые технологии. Понимание принципов работы с такими шрифтами является важным навыком для студентов направления информатики и вычислительной техники, так как это способствует созданию четких и профессиональных визуальных решений, необходимых в разработке интерфейсов, визуализации данных и других областях IT. С учетом современных тенденций и перспектив, скелетные шрифты будут продолжать развиваться, находя новые применения в дизайне, коммуникациях и цифровой среде.

Список источников

1. Байер Г. "Типографика и инженерная графика". – М.: Издательство технической литературы, 1985

2. ISO 3098-1:2015 "Техническая документация. Шрифты для технических чертежей".

3. Ларсон Э. "Дизайн шрифтов: от традиций к современности". – М.: Издательство "Дизайн", 2020.

УДК 744; 62-4

Смышляев Д.А.
Научный руководитель: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАЗНАЧЕНИЯ И ФУНКЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация. *В статье рассматриваются различия между конструктивными и технологическими элементами деталей. Описываются их назначения и функции, которые необходимо учитывать при проектировании и производстве.*

Ключевые слова: *конструктивные элементы детали, технологические элементы детали, изображение на чертежах.*

Во многих областях инженерии и в машиностроение важную функцию выполняют конструкционные и технологические элементы детали. Согласно ГОСТ 2.101-68, деталью машиностроения называется изделие, изготовленное из однородного материала без применения сборочных операций. Детали должны образовываться сочетанием элементарных геометрических тел, требующих для изготовления и обработки их поверхности минимальное количество простейших производственных операций. В детали можно выделить элементы конструкции и конструктивно-технологические элементы. Эти понятия следует различать. Для примера можно рассмотреть зубчатое колесо. Зубчатый венец, ступица – это элементы конструкции, а шпоночный паз в отверстии ступицы – это конструктивный элемент.

Целью данной работы является выявление различий между конструктивными и технологическими элементами детали для лучшего понимания их назначения и функций. Под конструктивным и технологическим элементом детали понимают местные изменения ее формы или поверхности для придания ей дополнительных свойств при изготовлении, сборке или эксплуатации. Размеры конструктивно-технологических элементов относительно формы и поверхности детали не велики и в целом не меняют их. Конструктивные и технологические элементы многообразны. Форма и размеры каждого элемента детали определяются выполняемыми функциями.

Конструктивные элементы детали обеспечивают выполнение деталью ее рабочих функций. Кроме конструктивных элементов многие де-

тали в своем составе имеют технологические элементы. Они могут выполнять роль опор детали при обработке (центровые отверстия), обеспечивать удобство сборки деталей (фаски, проточки), создавать возможность свободного выхода инструмента, например, при нарезании резьбы, зубьев зубчатого колеса.

Согласно ГОСТ Р 2.005-2023 ЕСКД «Термины и определения» Конструктивный элемент - это часть детали, характеризуемая типовыми конструкторско-технологическими решениями или параметрами. Примерами конструктивных элементов являются: шлицы, резьбы, подсечки, ребра жесткости, лыски, скосы, пазы и пр. Назначение: форма и размеры; прочность и надежность; сопряжения; функциональность

Технологический элемент - это элемент, который обеспечивает технологичность изготовления детали и её дальнейшую обработку (ГОСТ Р 2.005-2023). Назначение: обработка; упрощение производства; качество; унификация и стандартизация. Примерами являются - направляющие, фаски для снятия заусенцев, технологические отверстия, метки для контроля размеров. В таблице 1 представлены отличия конструктивных элементов от технологических.

Таблица 1.

Отличия элементов	
Конструктивные элементы	Технологические элементы
Назначение	
Обеспечивает функциональность детали, её взаимодействие с другими деталями.	Служит для обеспечения возможности изготовления детали, её обработки, сборки или контроля.
Присутствие на готовой детали	
Всегда присутствует.	Может быть удален после изготовления детали (например, литник, припуск).
Определение	
Определяется функциональным назначением детали и условиями её работы.	Определяется технологическим процессом изготовления детали.
Влияние на проект	
Влияют на механическую прочность и эксплуатационные характеристики	Влияют на методы и оборудование, необходимые для изготовления.
Обозначение на чертеже	
Обязательно обозначается на чертеже с указанием размеров, формы	Может обозначаться на чертеже, особенно если требуется специальная

и допускаемых отклонений.	обработка или контроль.
Проектирование	
Проектируется конструктором	Проектируется технологом

Для примера рассмотрим изображения элементов на детали, представленной на рисунке 1. К конструктивным элементам относятся лыска, шпоночный паз и резьба, а к технологическим элементам фаска, канавка для выхода шлифовального круга и центровое отверстие.

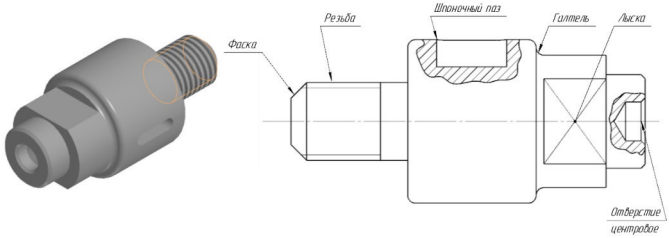


Рис. 1. Конструктивные и технологические элементы

При проектировании деталей и узлов необходимо учитывать как конструктивные, так и технологические элементы, чтобы обеспечить не только эффективность и надежность конструкции, но и оптимальность технологического процесса её производства. Это важно для достижения высоких стандартов качества и экономичности в производстве.

Список источников

1. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебное издание /Н.А. Бабулин. – М.: Высшая школа, 2005. – 454 с.

2. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М., Высшая школа, 2007.- 493 с.

3. ГОСТ Р 2.005-2023. ЕСКД Термины и определения. - Введ. 2024 - 01 -04. - Москва: Изд-во стандартов. - 19 с.

4. ГОСТ 2.101-2023. ЕСКД Виды изделий. – Введ. 2024-03-01- Москва: Изд-во стандартов. - 6 с.

УДК 515.2

Соколова Д.М.
Научный руководитель: Фоминых И.А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОВЛИ ЗДАНИЙ НА ПЛАНЕ

***Аннотация**. Рассматриваются способы построения линии пересечения элементов кровли зданий и сооружений.*

***Ключевые слова:** уклон скатов кровли, биссектриса угла, горизонтали, числовые отметки, интервал, линии и точки пересечения.*

В современном строительстве одной из ключевых задач является создание качественных и функциональных проектов зданий. Особое внимание при этом уделяется проектированию кровли, которая обеспечивает защиту здания от внешних воздействий и влияет на его эстетический вид. Правильное проектирование и монтаж линий пересечения кровли позволяет создать надежную и долговечную конструкцию, способную выдерживать различные внешние воздействия. Для правильного проектирования крыши здания архитекторы и строители пользуются планами кровли, которые выполняются без чертежа фасада. План должен содержать в себе сведения о линиях пересечения крыши, расположения конька, а так же планируемого уклона крыши проектируемого здания, то есть нужно построить геометрическую модель кровли на одной горизонтальной плоскости, не используя фронтальную проекцию.

Нас интересуют скатные крыши (с углом наклона более 2,5%). На рис. 1 представлено строение скатной крыши и название её элементов. Геометрия формы кровли может быть представлена различными поверхностями: призмой, пирамидой, конусом. Эти фигуры пересекаются между собой, образуя ребро, конёк или кривую линию пересечения соседних скатов.

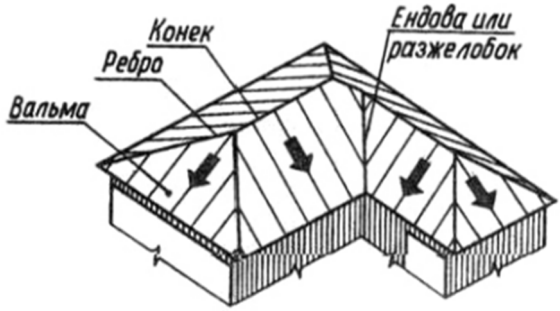


Рис.1

Уклон скатов зависит от материала кровли, климатических условий и архитектурного замысла. Когда скаты имеют одинаковый уклон, то при построении линий пересечения на плане кровли рис. 2 соблюдаются следующие правила:

1. Проекция линии пересечения скатов делит угол между линиями слива пополам.

2. Проекция линии пересечения параллельна линиям слива и расположена на равных расстояниях от них – «конек».

3. Если в точке сходятся две линии пересечения, то из нее идет третья.

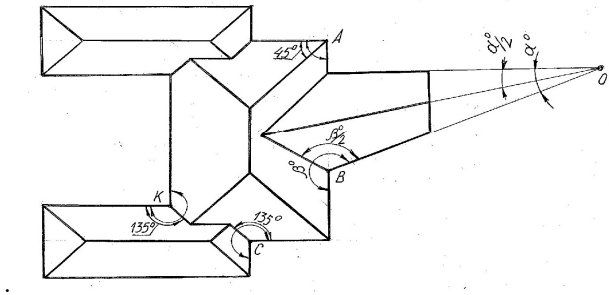


Рис.2

Для построения плана кровли здание делят на прямоугольники, перекрывающие друг друга и выходящие за наружный контур плана. Построение начинают с наиболее широкого прямоугольника.

Если скаты кровли имеют разный уклон и представляют комплекс различных поверхностей со сложными линиями пересечения, можно использовать алгоритмы построения линии пересечения поверхностей в проекциях с числовыми отметками. В этих проекциях построения осуществляются на одной горизонтальной плоскости, как и в нашем случае. На рис.3 представлена крыша, состоящая из призматической, представленной в плане прямоугольником и конической поверхности, представленной окружностью. Скаты крыши имеют разные уклоны. Для построения линий пересечения на каждом скате кровли проводим горизонтали через интервал, соответствующий уклону кровли, используя заданный масштаб. Отмечаем точки пересечения одноимённых горизонталей и проводим по ним линии пересечения заданных поверхностей (прямые и гипербола).

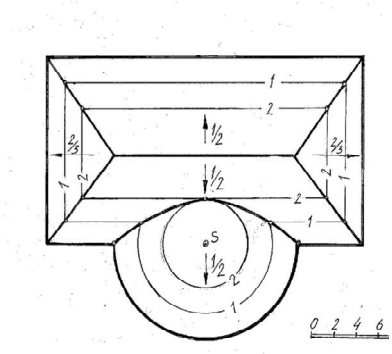


Рис.3

Алгоритмы решения позиционных задач начертательной геометрии в проекциях с числовыми отметками рекомендуется использовать на стадии разработки планов кровли проектируемых зданий и сооружений. Не нужен фасад крыши здания, что является обязательным условием для решения этой задачи другими способами.

УДК 004.4

Торбеева Д.А.
Научный руководитель: Швецов А.В., д-р эконом. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СПИРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ СТУДЕНЧЕСКОГО ПОРТАЛА

***Аннотация**. В статье рассматривается применение спиральной модели разработки программного обеспечения для создания студенческого портала. Исследование направлено на оценку эффективности данной методологии в контексте разработки информационных систем, анализ потенциальных рисков и предложение оптимизационных решений для улучшения процессов проектирования, создания и внедрения подобных систем. Приводиться пример спиральной модели для студенческого портала.*

***Ключевые слова:** спиральная модель, разработка ПО, студенческий портал, жизненный цикл проекта.*

В условиях возрастающих требований к функциональности и надежности таких систем применение проверенных методологий, вроде спиральной модели, помогает организовать разработку и снизить количество ошибок на каждом этапе жизненного цикла проекта. Исследование направлено на изучение применения спиральной модели для студенческого портала, включая оценку её эффективности, идентификацию потенциальных рисков и предложения по оптимизации процессов создания и внедрения подобных информационных систем. Изучение особенностей применения спиральных моделей в контексте студенческих порталов также способствует улучшению взаимодействия между разработчиками, преподавателями и студентами, что обеспечивает более эффективное управление образовательным процессом.

Спиральная модель разработки - это гибкая модель жизненного цикла разработки программного обеспечения, которая включает в себя последовательные и итеративные элементы. Отличием спиральной модели является особое внимание рискам, влияющим на организацию жизненного цикла ИС [3].

В схематическом представлении спиральная модель выглядит как спираль с множеством петель. Точное количество витков спирали неиз-

вестно и может варьироваться от проекта к проекту. Каждый цикл спирали называется фазой процесса разработки программного обеспечения. Точное количество этапов, необходимых для разработки продукта, может варьироваться менеджером проекта в зависимости от рисков проекта. Поскольку менеджер проекта динамически определяет количество этапов, он играет важную роль в разработке продукта с использованием спиральной модели. Основной упор делается на начальные этапы ЖЦ – анализ и проектирование, так как именно здесь проверяется и обосновывается реализуемость технических решений путем создания прототипов [2].

Спиральная модель для студенческого портала представлена на рисунке 1.

Рис 1. Спиральная модель

Риски при создании студенческого портала включают в себя:

- Портал может оказаться ненужным, если он не предлагает уникальных или полезных функций по сравнению с другими студенческими порталами.
- Может не хватить средств для разработки и поддержания качественного портала, особенно на начальных этапах.
- Создание и поддержка портала может быть сложной задачей, требующей знаний и навыков в области программирования, дизайна и маркетинга.

- Важно обеспечить безопасность личных данных студентов и преподавателей, а также защиту от взлома и утечки информации.

При первой и итерации мы планируем наш портал, анализируем все требования и риски, только затем начинаем разрабатывать наш проект. Наш первый прототип мы начинаем тщательно тестировать. Теперь приходит очередь второй итерации, тут мы уже исправляем все наши недочеты, что выявились только после тестирования, анализируем оставшиеся наши ошибки и начинаем улучшать наш студенческий портал. После окончательного тестирования и подготовки к эксплуатации мы наконец-то выпускаем наш продукт.

Исследование показало, что спиральная модель является эффективным подходом к разработке сложных информационных систем, таких как студенческий портал. Эта модель позволила обеспечить гибкость и адаптивность на всех этапах жизненного цикла проекта, минимизируя риски и ошибки. Применение спиральной модели способствовало более эффективному взаимодействию между всеми участниками образовательного процесса — разработчиками, преподавателями и студентами.

Список источников

1. Берг Д.Б. Б48 Модели жизненного цикла: учеб. пособие / Д.Б. Берг, Е.А. Ульянова, П.В. Добряк. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 74, [2] с.

2. Кумагина Е.А., Неймарк Е.А. Модели жизненного цикла и технологии проектирования программного обеспечения: учебно-методическое пособие / Е.А. Кумагина, Е.А. Неймарк. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2016. – 41 с.

УДК 674; 372

Шарнин Е.А.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В КОМПАС 3D

Аннотация. *В статье представлено создание 3D модели ракетки для бадминтона в учебной программе Компас 3D V22.*

Ключевые слова: *3D модель, способы моделирования, Компас 3D.*

Композитные конструкции – современные материалы, состоящие из двух или более различных компонентов.

В данной работе представлены методы компьютерного моделирования геометрически сложной конструкции – ракетки для игры в бадминтон, выполненного по размерам, снятым с изделия, представленного на рисунке 1.

Рис. 1. Фото ракетки с натуры

Цель работы: создание 3D модели бадминтонной ракетки в КОМПАС 3D.

Результаты. 3D моделирование играет важную роль в технологии деревообработки, позволяет визуализировать идеи и концепции, облегчает процесс создания сложных объектов и обеспечивает более глубокое понимание процесса.

Для создания модели ракетки (рис.1) был проведён анализ геометрических форм деталей, из которых она состоит. Так, пятка (рис. 2) имеет форму усеченной пирамиды, поэтому для ее моделирования в

КОМПАС 3D использовались инструменты «Геометрия» - «Прямоугольник» и операции твердотельного моделирования «Элемент по сечениям» и «Скругление».

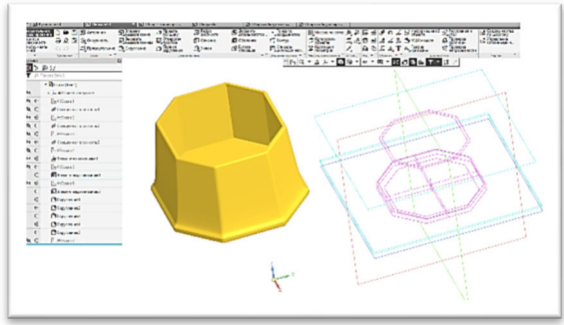


Рис.2. Создание модели детали «Пятка» для ракетки в КОМПАС 3D

Рукоять (рис. 1) состоит из призмы и усеченной пирамиды, и имеет цилиндрический вырез под стержень. Модель рукояти создана аналогично пятке, и в ней выполнено отверстие, для чего использовались инструменты «Геометрия» - «Окружность» и операции твердотельного моделирования «Вырезать выдавливанием» (рис. 2).

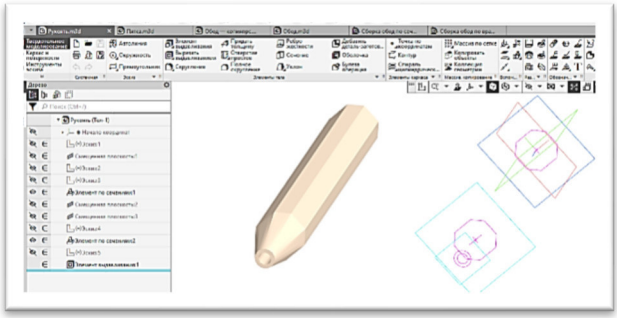


Рис.2. Создание модели детали «Пятка» для ракетки в КОМПАС 3D

Моделирование обода ракетки осуществлялось двумя способами. Первым из них являлся метод, основанный на «Элементе по сечениям», второй же на «Элементе вращения». К ободу был добавлен стержень,

выполненный аналогично пятке и рукояти с помощью операции «Элемент по сечениям».

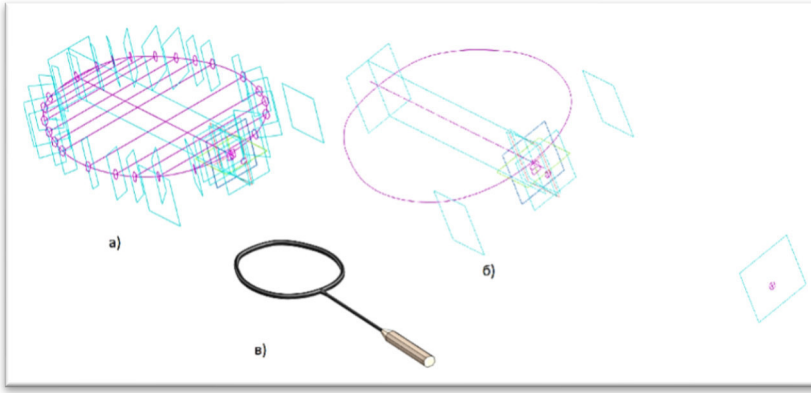


Рис. 3. Создание модели детали «Ракетка» в КОМПАС 3D:
а) обод – элемент по сечениям, б) обод – элемент вращения, стержень, в) сборка изделия «Ракетка для игры в бадминтон»

Сборка изделия (рис.3, в), состоящего из деталей: пятка, рукоять, ракетка - осуществлялась с применением известных приемов работы в программе КОМПАС 3D. Для сборки ракетки каждая деталь добавлялась как отдельная компонента, а затем, через размещение компонентов «Совпадение» и «На расстояние», фиксировалось их взаимное положение. В материале выбрана «Древесина». Цвет покрытия масла настраивался «Вручную».

Выводы. Обод для представленной ракетки был создан двумя способами. Анализируя и сравнивая оба метода, можно сделать вывод, что при использовании операции твердотельного моделирования «Элемент по сечениям» форма детали может быть более детализирована и совершенна, а при операции «Элемент вращения» - производится меньше затрат времени. Оба способа являются эффективными и актуальными в применении программы САПР, в частности Компас 3D, для создания компьютерных моделей сложных композитных конструкций.

Секция «ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

УДК 665.612.2

[1]Алиев Ф.Ю., [1]Джафарова И.А.
Научный руководитель: [2]Джавадова А.А., д-р техн. наук, профессор
Институт Экологии и Природных Ресурсов[1]
Институт Химии Присадок имени академика А. Кулиева[2]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ТИПА М-14Б$_2$

Аннотация. *По положительным результатам исследований, проведенных с добавлением различных биоцидов в состав смазочных масел, впервые для тепловозов, промышленных и большегрузных самозагружающихся транспортных двигателей созданы новые универсальные моюще-диспергирующие присадки и пакеты присадок различного назначения, устойчивые к биоповреждениям.*

Ключевые слова: *моторное масло, биоэкологичность, показатели качества, биоцид, пакеты присадок.*

Моторные масла используются в больших объемах, по сравнению с другими видами смазочных материалов. При транспортировке и хранении отработанных моторных масел в количестве более 50 % защита их стойкости от природных воздействий с помощью биоцидов увеличивает срок их службы [1].

С учетом масштабной эксплуатации моторного масла типа М-14Б$_2$, применяемого на судах, тепловозах и промышленных дизелях, разработана его устойчивая к биоповреждениям композиция: М-14Б$_2$ - Вископлекс-2-670; С-150; ДФ-11; α-арил-β-нитроэтен (α-фурил-β-нитроэтен); Вископлекс-5-309; ПМС-200А.

По результатам исследований подтверждена необходимость создания новых видов биоустойчивых аналогов смазочных материалов.

В результате исследований, проведенных в области создания биоустойчивых присадочных композиций для смазочных материалов различного назначения на основе многофункциональных моюще-диспергирующих присадок и пакетов присадок, установлено, что увеличить срок их службы можно за счет использования в качестве биоцидов

органических соединений различного состава. Для этого считается необходимым определение физико-химических и эксплуатационных свойств экологически и экономически важных биоустойчивых смазочных композиций, определяемых государственным стандартом [2; 3].

Был приготовлен опытный образец биоустойчивой смазки типа М-14$Б_2$ и определены все показатели качества по ГОСТу.

Таблица. Основные показатели качества опытного образца биоустойчивого моторного масла типа М-14$Б_2$

Название индикаторов	Стандарт	Метод испытаний
Кинематическая вязкость, 100^0С, $мм^2/с$	14 ± 0,5	По ГОСТу 33
Индекс вязкости не должен быть меньше	85	По ГОСТу 25371
Массовая доля механической смеси, %, не должно быть более	0,02	По ГОСТу 6370
Массовая доля воды, %, не должна быть более	След	По ГОСТу 2477
Температура воспламенения, определенная в закрытом тигле, не должна быть ниже ^{0}С	210	По ГОСТу 4333
Температура замерзания, ^{0}С, не должна быть выше	-12	По ГОСТу 20287
Коррозионная активность, $С_1$ и $С_2$ по ГОСТу 3778 на свинцовых пластинах г/$м^2$, не более	Нет	По ГОСТу 20502 метод А, вариант2
Моющее свойство, с ПЗВ, баллы, не более	0,5	По ГОСТу 5726
Щелочное число, мг КОН/1г, не менее	4,8	По ГОСТу 11362
Сульфатная зольность, %, не более	1,3	По ГОСТу 12417
Стойкость по индукционному циклу образования осадка, 50 часов	Продолжается	По ГОСТу 11063
Трибологические свойства (20±5) при температуре ^{0}С. - индекс ползучести (Из), Н (кгс), не более меньше - критическая нагрузка (Рк), Н (кгс), не менее	342(37) 784(80) 0,4	По ГОСТу 9490

- показатель истираемости постоянная 196Ч под (Ди), мм, не более		
Цвет по колориметру ЦНТ, единица ЦНТ (разбавленный 15:85) не более	3,0	По ГОСТу 20284
Плотность, 20^0С , не более	910	По ГОСТу 3900
Диаметр зоны уничтожения бактерий не менее	3,0	По ГОСТу 9.052
Диаметр зоны поражения грибов не менее, см	3,0	По ГОСТу 9.082

Свойство биоустойчивости вновь созданного биоустойчивого моторного масла, то есть площадь разрушения грибков и бактерий, было определено по ГОСТу 9.082 [4].

Из результатов испытаний видно, что все показатели биоустойчивого смазочного состава моторного масла $M14B_2$ по установленным нормам для масла, особенно свойства устойчивости к окислению, коррозии и истиранию, полностью соответствуют предъявляемым требованиям.

Список источников

1. Алиев Ф.Ю., Джавадова Х.А., Джафарова И.А. Сравнительное исследование биоцидов на биоустойчивость алкилфенолятных добавок // Сборник новостей Гянджинского филиала НАНА №1(79), Гянджа-2020, стр. 37-42.

2. Алиева Н.Т., Джавадова Х.А., Гурбанов А.С., Гусейнова Э.А., Аджамов К.Ю. Масла, смазки и технические жидкости. Учебные материалы, Баку-2018, с. 9-39.

3. Гадиров А.А., Нагиева Э.А., Казимзаде А.А. и т. д. Влияние состава присадка на его функциональные свойства // Journal of Radiation Researches 2018, Vol 5, №2, pp.210-212.

4. Javadova H.A., Javadova E.M., Abasova M.T., Jafarova İ.A., Yusifzadeh G.G., Dadashova T.A. New biostable lubricating composition for locomotive and industrial diesel engines International Scientific Journal ISJ Theoretical & Applied Science Philadelphia, USA 2021,Volume 97, İssue 05, published May 30, p.428-431.

УДК 547.792.8

Выскребенцев Д.А., Виноградов С.А.
Научный руководитель: Белоусова З. П., д-р хим. наук, доцент
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

СИНТЕЗ И РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 2-((1*H*-1,2,4-ТРИАЗОЛ-1-ИЛМЕТИЛ)ФЕНИЛ)-4-МЕТИЛБЕНЗОЛСУЛЬФОНАТА

Аннотация. *Синтезирован* 2-((1*H*-1,2,4-триазол-1-илметил)фенил)-4-метилбензолсульфонат, ранее *не описанный в литературных данных. Методами ТСХ и ИК спектроскопии подтверждена структура и чистота соединения. Рассчитана предполагаемая биологическая активность данного соединения в программе PASS Online.*

Ключевые слова: *1H-1,2,4-триазол, азолилметилфенолы, сульфонаты.*

1*H*-1,2,4-триазол и его *N*-гидроксисульфонатные производные известны широким спектром биологической активности. В настоящее время они находят применение в качестве противогрибковых и противовирусных агентов [1-2]. В последние годы значительный интерес вызывают сульфонаты на основе азолилметилфенолов, рассматриваемые в качестве перспективного класса лекарств, потенциально обладающих улучшенными характеристиками, касающимися их биодоступности. В данной работе синтезирован 2-((1*H*-1,2,4-триазол-1-илметил)фенил)-4-метилбензолсульфонат, а также рассчитана его предполагаемая биологическая активность. Целевое соединение получено в два этапа, исходя из 1*H*-1,2,4-триазола, 2-гидроксибензилового спирта и тозилхлорида. На первом этапе проводили сплавление 1*H*-1,2,4-триазола с 2-гидроксибензиловым спиртом. На втором этапе полученный 1,2,4-триазолилметилфенол подвергли реакции нуклеофильного замещения с тозилхлоридом, приводящей к образованию целевого продукта (см. рис.) [3– 5]. После всех этапов очистки он представлял собой бесцветные кристаллы. Структура и чистота соединения подтверждена ИК спектроскопией и методом ТСХ.

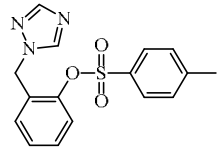


рис.1 2-((1*H*-1,2,4-триазол-1-илметил)фенил)-4-метилбензолсульфонат

Для предварительной оценки потенциала синтезированного тозилата был проведен прогноз спектра биологической активности с использованием программного обеспечения PASS Online [6]. Результаты расчетов указывают на высокую вероятность проявления активности в отношении немелкоклеточного рака легких (P_a>P_i). Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования 2-((1*H*-1,2,4-триазол-1-илметил)фенил)-4-метилбензолсульфоната в качестве потенциального противоопухолевого агента. Это подтверждает актуальность исследований и необходимость дальнейшего углубленного изучения его свойств, в том числе исключающих его токсичность.

Список источников

1. W.P. Teh, D.C. Obenschain, B.M. Black and F.E. Michael Catalytic Metal-free Allylic C–H Amination of Terpenoids // J. Am. Chem. Soc. - 2020. - №39. - P. 16716-16722.

2. J.F. Miller, C.W. Andrews, M. Brieger, E.S. Furfine, M.R. Hale, M.H. Hanlon, R.J. Hazen, I. Kaldor, E.W. McLean, D. Reynolds, D.M. Sammond, A. Spaltenstein, R. Tung, E.M. Turner, R.X. Xua and R.G. Sherrill Ultrapotent P1 modified arylsulfonamide HIV protease inhibitors: The discovery of GW0385 // Bioorg. Med. Chem. Lett. - 2006. - №7. - P. 1788-1794.

3. В.А. Осянин, П.П. Пурыгин, З.П. Белоусова Синтез 1Н- азол - 1-илметилфенолов и их гликозилирование // Здравоохранение 4. Башкортостана. - 2002. - № 2. - С. 126-127.

4. Осянин В.А., Пурыгин П.П., Белоусова З.П., П.Е. Красников Синтез 4-(1Н-азол-1-илметил)фенолов // Известия вузов. Сер. химия и химическая технология. - 2003. - Т. 46. Вып. 1. - С. 146-149.

5. H. Law, I. Baussanne, J.M.G. Fernandez, J. Defaye Regioselective sulfonylation at O-2 of cyclomaltoheptaose with 1-(p-tolylsulfonyl)-(1H)-1,2,4-triazole // Carbohydr. Res. - 2003. - V. 338, № 5. - P. 451–453.

6. Prediction of Activity Spectra for Substances (PASS) // URL: http://way2drug.com/passonline/predict.php (датаобращения: 01.04.2025).

УДК 539.376

Иванова Е.С., Насакин О.Е.
Научный руководитель: Насакин О.Е., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

МОДИФИКАЦИЯ СИНТЕЗА 2-АМИНО-6,7,8,9,10,11,12,13- ОКТАГИДРО-5Н-ЦИКЛОДОДЕКА[b]ПИРАН-3,4-ДИКАРБОНИТРИЛА

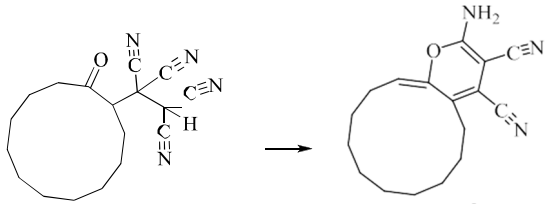
Аннотация *Производные пирана обладают достаточно высокой противовирусной активностью, однако их получение достаточно затруднительно. В связи с этим необходим поиск наиболее лёгкого и доступного способа циклизации. Нам удалось подобрать наиболее эффективные катализаторы для циклизации тетрацианоэтилированного циклододеканона в пирановое кольцо и модифицировать их синтезы.*

Ключевые слова: *производные пирана, циклододеканон, 1,1- диметил-2-метиленгидразон, тетрацианоэтилированные кетоны, ультразвуковой реактор, микроволновое излучение*

Производные пирана обладают достаточно высокой противовирусной активностью, однако их получение достаточно затруднительно. В связи с этим необходим поиск наиболее лёгкого и доступного способа циклизации. Нам удалось подобрать наиболее эффективные катализаторы для циклизации тетрацианоэтилированного циклододеканона в пирановое кольцо и модифицировать их синтезы.

Раннее нами было обнаружено, что тетрацианоэтильное производное цилододеканона **2** - 1-(2-оксододецил)этан-1,1,2,2-тетракарбонитрил циклизуется в производное пирана - 2-амино-6,7,8,9,10,11,12,13- октагидро-5Н-циклододека[b]пиран-3,4-дикарбонитрил при комнатной температуре. Некаталитическая реакция, при выдерживании тетрацианоэтилированного кетона в этилацетате при комнатной температуре, составила 54% целевого продукта. Мы решили ускорить процесс циклизации и испытали действие различных катализаторов: соляной, серной кислоты, гидроксидов натрия и калия, морфолина, щелочной раствор метилендиметилгидразона. Выходы целевого гетероцикла варьировались в диапазоне 57-70%. Наилучшие результаты наблюдались при катализе гидроксидом калия в смеси диоксан:вода (2:1), что составило 70%, и 1,1–диметил-2-метиленгидразоном в этилацетате - 69%. Схема

синтеза представлена на рисунке 1, сравнение активности упомянутых выше катализаторов - на рисунке 2.



2
54-70%

Рис. 1. Схема синтеза 2-амино-6,7,8,9,10,11,12,13-октагидро-5H- циклододека[b]пиран-3,4-дикарбонитрила - продукта 2

Таблица 1. Сравнение активности различных катализаторов циклизации в целевой продукт 2

Катализатор	Растворитель	Время (ч)	Выход продукта **2** (%)
-	EtOAc	24	54
HCl	EtOAc	3,5	57
H_2SO_4	EtOAc	3	59
NaOH	Диоксан:вода (2:1)	2,6	61
KOH	Диоксан:вода (2:1)	2	70
Морфолин	EtOAc	1,5	60
Щелочной раствор 1,1–диметил-2-метиленгидразона	EtOAc	0.5	69

Примечание: “Время (ч)” — время протекания реакции определялось с начала перемешивания реакционной смеси до выпадения целевого продукта 2 в осадок

Мы решили модифицировать синтез с катализом 1,1–диметил-2-метиленгидразона в этилацетате путём проведения реакции в ультразвуковом реакторе и при микроволновом излучении. При перемешивании раствора в ультразвуковом реакторе на водяной бане продукт 2 (рисунок 1) выпал в осадок через 10 минут. Перемешивание дополнительных 10 минут дало увеличение осадка. Последующее перемешива-

ние в том же временном диапазоне не привело к увеличению. Таким образом, конверсия тетрацианокетона 1 в целевой продукт 2 в ультразвуковом реакторе осуществилась с 80% выходом за

20 минут. Помещение реакционной смеси, охлаждённой до 5°С, в микроволновую печь на 30 минут увеличило выход целевого продукта 2 до 85%.

В связи с тем, что диоксан способен образовывать взрывоопасные перекиси, мы решили не проводить те же процедуры под катализом циклизации гидроксидом калия в системе диоксан:вода (2:1). Мы модифицировали условия реакции путём выдерживания данного раствора в марозильной камере 2,5 часа с последующим нагреванием ледяного раствора при 30 °С до перехода в жидкое агрегатное состояние. После этого в растворе появились кристаллы продукта 2. Выход составил 75%.

Таким образом, на основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Для циклизации 1-(2-оксододецил)этан-1,1,2,2-тетракарбонитрил в 2- амино-6,7,8,9,10,11,12,13-октагидро-5Н-циклододека[b]пиран-3,4- дикарбонитрил наиболее эффективны основные катализаторы;

2. Наиболее эффективными оказались методики синтеза, катализируемого щелочным раствором 1,1–диметил-2- метиленгидразона в этилацетате при следующих условиях:

-микроволновое излучение при 30 мин - выход 85%;

-перемешивание в ультразвуковом реакторе при 20 мин - выход 80%.

УДК 539.376

Иванова Е.С., Насакин О.Е.
Научный руководитель: Насакин О. Е., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

СИНТЕЗЫ НА ОСНОВЕ 1,1-ДИМЕТИЛ-2-МЕТИЛЕНГИДРАЗОНА

Аннотация. *Гептил - ракетное топливо на основе гидразина, характеризуется чрезвычайно высокой токсичностью, тератогенностью и способностью постоянно поглощать воду из атмосферы, теряя свои энергетические характеристики. Чтобы утилизировать топливо на основе гидразина в огромных количествах, его немедленно вводят в реакцию с водным раствором формалина с образованием значительно менее токсичного 1,1–диметил-2-метиленгидразона, Его полимеризуют в кислых условиях с последующим сжиганием, в результате чего образуется значительное количество вредных для растительного и животного мира оксидов азота «лисьи хвосты».*

Ключевые слова: *гидразин, 1,1-диметил-2-метиленгидразон, тетрацианоэтилированные кетоны, тетрацианоэтилен.*

1,1–Диметил-2-метиленгидразон был взят складского хранения. Очистка –перегонкой.

Тетрацианоэтилированные кетоны были получены по общей методике: соответствующий кетон смешивали с тетрацианоэтиленом в диоксане вместе с каталитическим количеством соляной кислоты (1 капля). Ход процесса определяли с помощью теста на гидрохинон (синий комплекс с тетрацианоэтиленом). После того, как синяя окраска перестала проявляться, раствор диоксана выдерживали при температуре 0-5 °С в морозильной камере в течение 10 минут. Затем к замороженной реакционной смеси добавляли холодную дистиллированную воду в объеме, равном объему раствора диоксана, для получения осадка. Желаемый продукт отфильтровывали и промывали водой. Каждый тетрацианоэтилированный кетон смешивали с МДГ в равном количестве в этилацетате. Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре до выпадения осадка. Целевые продукты отфильтровывали и перекристаллизовывали из изопропанола. Структуры были подтверждены методами ядерно-магнитного резонанса ^{1}H и ^{13}C, инфракракрасной и масс-

спектроскопии. Эти синтезы на основе 1,1–диметил-2-метиленгидразона за одну стадию дают бициклические соединения. Схемы описанных выше синтезов с предположительными интермедиатами сложных структур представлены ниже на рисунке 1.

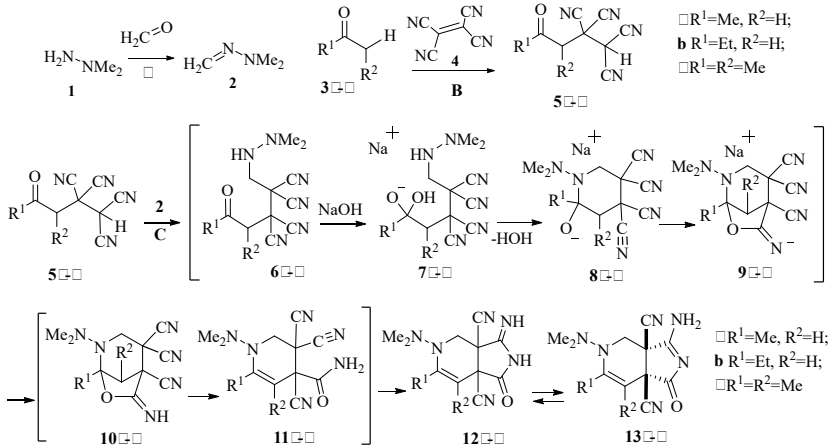


Рис. 1. Конвергентный синтез сложных гетероциклических структур при следующих условиях: **A:** водный раствор формалина (40%), перемешивание на магнитной мешалке , 0-5 °C, 1ч; **B:** диоксан, 20-25 °C, 12-24ч; **C:** этилацетат, 20-25 °C, NaOH, магнитная мешалка, 30 мин-1,5 ч.

Далее мы воспользовались невероятными возможностями полицианоорганической химии, которая в известных условиях способна к тандемным реакциям. Таким образом, нам удалось осуществить одностадийные химические превращения 1,1–диметил-2-метиленгидразона в сложные гетероциклические структуры, обладающие интересными структурными каркасами и перспективными для молекулярного дизайна и фармацевтической химии.

УДК 66.094.39

Мордашов И.Е., Васильева С.Ю., Насакин О.Е.
Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ СОЕВОГО МАСЛА МЕТОДОМ ЯМР ^{1}H СПЕКТРОСКОПИИ

Аннотация. *Исследована реакция эпоксидирования соевого маслав присутствии добавок катализатора фталцианина кобальта методом ЯМР ^{1}H спектроскопии.*

Ключевые слова: *фталцианин кобальта, катализатор, эпоксидирование соевого масла, ЯМР ^{1}H спектроскопия.*

Растительные масла являются перспективным материалов для создания новых продуктов в химической отрасли. Это в первую очередь относится к получению новых пластификаторов пластических масс, например к созданию продуктов с оксирановыми кольцами, например эпоксидированное соевое масло.

Эпоксидированное соевое масло получают по реакции Прилежаева – воздействию перекиси водорода в кислой среде, например в присутствии муравьиной кислоты. Однако в отсутствии катализатора данная реакция протекает медленно и неполностью, более того, при избытке кислоты, может протекать реакция раскрытия эпоксидных колец, с образованием гликолей, при избытке перекиси водорода образуется большое количество пероксидных групп, которые приводят к получению разветвленных полимеров.

Поэтому в данной работе были проведены исследования по влиянию фталцианина кобальта на реакцию эпоксидирования соевого масла.

Эпоксидироваие соевого масла в присутствии фталцианина кобальта проводили следующим образом. В соевое масло при перемешивании добавляли в количестве 100 г добавляли при перемешивании 0,1 г фталцианина кобальта, 10 г концентрированной муравьиной кислоты и 30 г 30% раствора перекиси водорода. Реакции проводили при перемешивании сначала при комнатной температуре в течение 1 ч, а затем при нагревании до 60°С в течение 3 ч. Исследование эпоксидирования соевого масла проводили методом ЯМР ^{1}H спектроскопии. Все стандарты

и образцы масла были подготовлены для анализа ЯМР 1Н путем растворения 0,1 г образца в 2,0 мл дейтерированного хлороформа и помещения 750 мкл раствора в ЯМР-пробирку диаметром 5 мм. Параметры сбора данных - ширина спектра 10080 Гц, задержка релаксации 3 с, количество сканирований 64, время сбора данных 3,25 с, ширина импульса 90°. Общее время сбора данных составило 6,9 мин. Спектры ЯМР 1Н были записаны на спектрометре Bruker Avance 500 МГц.

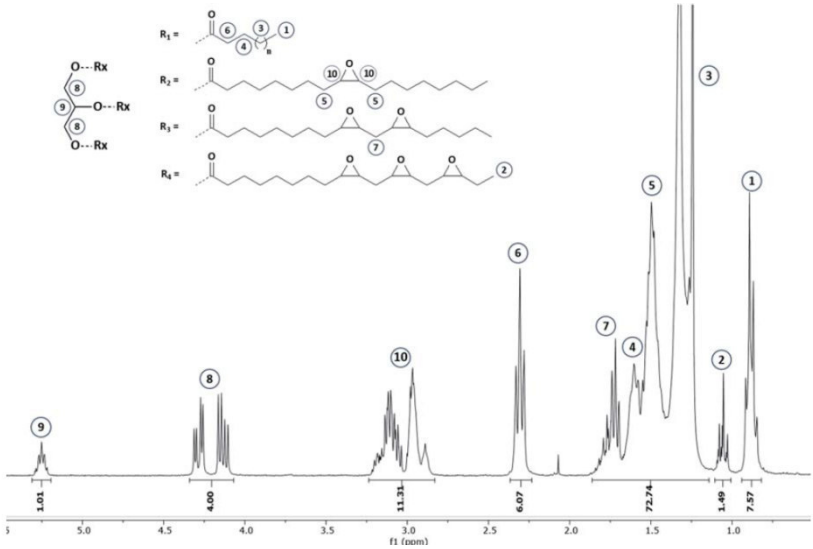


Рис. 1. ЯМР ^{1}H – спектр эпоксидированного соевого масла.

Исходное соевое масло не содержат эпоксидных групп. В частично эпоксидированном соевом масле (рис.1) сигналы, появляющиеся при ~3,00 ppm, указывали на образование эпоксидов, в то время как оставшиеся двойные связи давали сигналы при ~5,50 ppm.

УДК 66.094.39

Носкова А.Д., Васильева С.Ю., Насакин О.Е.
Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

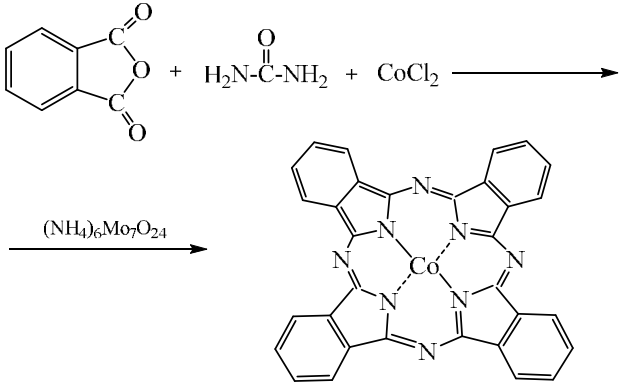
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФТАЛЦИАНИНА КОБАЛЬТА НА РЕАКЦИЮ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ СОЕВОГО МАСЛА

Аннотация. *Изучено влияние фталцианина кобальта на процесс эпоксидирования соевого масла. Установлено, что добавка 0,1% фталцианина кобальта способствует ускорению реакции эпоксидирования соевого масла.*

Ключевые слова: *фталцианин кобальта, катализатор, эпоксидирование соевого масла.*

Фталцианины металлов являются перспективными катализаторами реакций окисления непредельной связи различных органических соединений. Представляло интерес провести исследования по эпоксидированию соевого масла в присутствии фталцианина кобальта в качестве катализатора.

Синтез фталцианаина кобальта проводили при смешении фталевого ангидрида, мочевины, хлорида кобальта при добавлении аммония молибденовокислого, реакцию проводили при температуре 250°С в течение 30 мин в среде нитробензола.



В ИК-спектре фталцианина кобальта присутствуют колебания в области 1500-1530 см$^{-1}$, характерные для (мезоатомов –N=), валентные

колебания изоиндольных фрагментов в области 1420-1480 $см^{-1}$, колебания группировки -C=C-N= (пиррольный фрагмент) в области 1396-1407$см^{-1}$ и характеристичная для фталцианинов полоса в области1320-1365$см^{-1}$, сильные полносимметричные колебания изоиндольных фрагментов в области 1112-1120 $см^{-1}$.

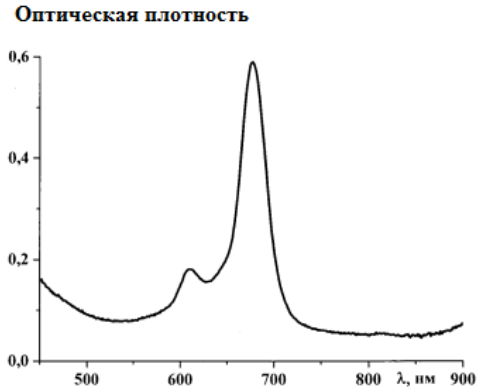


Рис.1. Уф-спектр фталцианина кобальта в растворе серной кислоты, концентрация 10^{-5} моль/л.

Для растворов фталоцианинов характерно наличие в УФ-спектре интенсивной Q-полосы в области 600–750 нм.

Эпоксидироваие соевого масла в присутствии фталцианина кобальта проводили следующим образом. В соевое масло при перемешивании добавляли в количестве 100 г добавляли при перемешивании 0,1 г фталцианина кобальта, 10 г концентрированной муравьиной кислоты и 30 г 30% раствора перекиси водорода. Реакции проводили при перемешивании сначала при комнатной температуре в течение 1 ч, а затем при нагревании до 60°С в течение 3 ч. Ход реакции контролировали методом УФ-спектроскопии по уменьшению полосы поглощения непредельных связей в области 300-350 нм, и методом определения йодного числа.

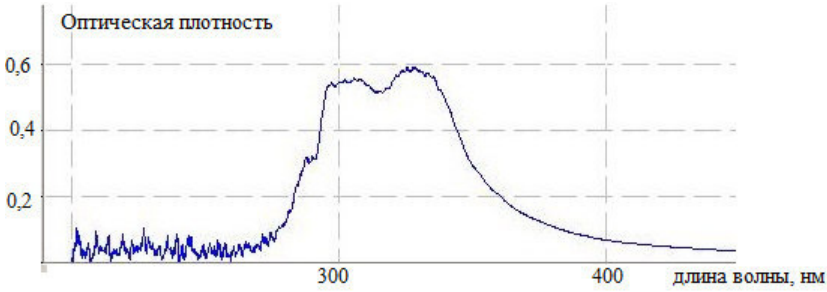
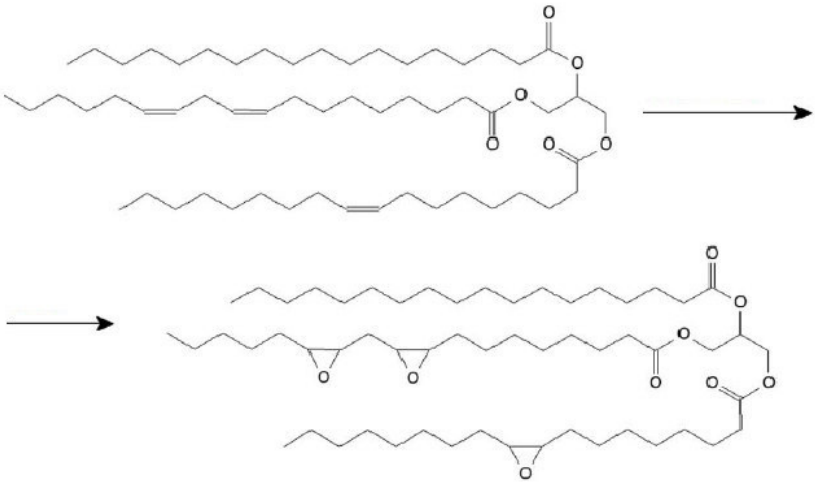


Рис.2. УФ-спектр соевого масла в растворе хлороформа, концентрация 10^{-5} моль/л.

В ходе реакции эпоксидирования протекает реакция образования оксирановых циклов в соевом масле по следующей схеме:



Исследования показали , что в ходе реакции эпоксидирования соевого масла изменяется йодное число от 120 до 12 г I_2/100г. Содержание эпоксидных групп в эпоксидированном масле составляет 6,3%.

УДК 547.781.4

Седова О.А., Нарыкина А.И.
Научный руководитель: Белоусова З.П., д-р. хим. наук, профессор
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва

РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 3-БЕНЗИЛ-1-[4-(БЕНЗИЛОКСИ)БЕНЗИЛ]-2-МЕТИЛ-1Н-ИМИДАЗОЛ-3-ИЙ ХЛОРИДА

Аннотация. *Рассчитана предполагаемая биологическая активность 3-бензил-1-[4-(бензилокси)бензил]-2-метил-1Н-имидазол-3-ий хлорида в программе PASS Online, ранее не описанного в литературных данных. Методами тонкослойной хроматографии и ИК-спектроскопии подтверждена чистота и структура соединения для дальнейших исследований.*

Ключевые слова: *имидазол, четвертичные соли, ионные жидкости.*

Как известно, имидазол и его производные проявляют ряд биологических свойств и широко применяются в качестве противогрибковых и антибактериальных препаратов. Также проводятся исследования этих соединений на противораковую активность [1], [2]. В последние несколько лет активно исследуются четвертичные соли имидазола в качестве перспективных лекарственных средств с высокой биодоступностью, т.к. эти соединения проявляют свойства ионных жидкостей. В данной работе рассчитана предполагаемая биологическая активность 3-бензил-1-[4-(бензилокси)бензил]-2-метил-1Н-имидазол-3-ий хлорида, полученного двухэтапным синтезом 2-метилимидазола и алкилирующих агентов [3 – 5]. Полученное соединение после всех этапов очистки представляет собой бледно-желтые кристаллы. Структура и чистота соединения подтверждена ИК-спектроскопией и ТСХ.

Произведенные расчеты в программе PASS Online показали, что полученный 3-бензил-1-[4-(бензилокси)бензил]-2-метил-1Н-имидазол-3-ий хлорид с высокой вероятностью проявляет противогрибковые, антиретровирусные и антибиотические свойства (Pa>Pi).

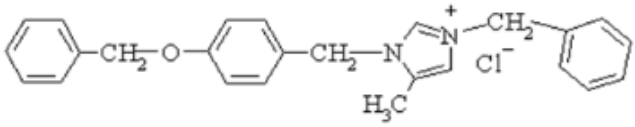


Рис. 1. 3-бензил-1-[4-(бензилокси)бензил]-2-метил-1Н-имидазол-3-ий хлорид

Таким образом, благодаря проведенным расчетам предполагаемой биологической активности, вычислены наиболее вероятные свойства 3-бензил-1-[4-(бензилокси)бензил]-2-метил-1Н-имидазол-3-ий хлорида для дальнейших биологических испытаний.

Список источников

1. Kadavakollu S. Clotrimazole as a Cancer Drug: A Short Review // Medicinal Chemistry. – 2014. – No 4. – P. 722-724.

2. Patel V. The role of ketoconazole in current prostate cancer care // Nature Reviews Urology. – 2018. – No 15. – P. 643-651.

3. Осянин В.А., Пурыгин П.П., Белоусова З.П. Синтез 1Н- азол - 1-илметилфенолов и их гликозилирование // Здравоохранение 4. Башкортостана. 2002. № 2. С. 126-127.

4. Осянин В.А., Пурыгин П.П., Белоусова З.П., П.Е. Красников Синтез 4-(1Н-азол-1-илметил)фенолов // Известия вузов. Сер. химия и химическая технология. 2003. Т. 46. Вып. 1. С. 146-149.

5. Нарыкина А.И., Белоусова З.П. Синтез N,N-диалкилированных производных 1-гидроксиметилимидазола. Бутлеровские сообщения А. 2024. Т.9. №4. Id.19.

УДК 547.791.8

Теняков Д.В., Виноградов С.А.
Научный руководитель: Белоусова З. П., д-р. хим. наук, доцент
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва

СИНТЕЗ И РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ 1-(4-(ПРОП-2-ИН-1-ИЛОКСИ)БЕНЗИЛ)-1*H*-1,2,3-БЕНЗОТРИАЗОЛА

Аннотация. *Осуществлен синтез 1-(4-(проп-2-ин-1-илокси)бензил)-1H-1,2,3-бензотриазола, ранее не описанного в литературных данных. Структура и чистота вещества подтвердили методами ИК спектроскопии и ТСХ. Компьютерное прогнозирование биологической активности произведено с помощью программы PASS Online.*

Ключевые слова: *бензотриазол, азолилметилфенолы, пропаргиловые эфиры.*

Структура 1,2,3-бензотриазола часто встречается в биологически активных молекулах. Известно, что некоторые его производные проявляют заметную антибактериальную и противоопухолевую активность [1-2]. В последнее время внимание привлекают пропаргиловые эфиры, полученные из азолилметилфенолов. Эти соединения считаются перспективными для разработки новых лекарств, с потенциально улучшенной биодоступностью. В рамках представленной работы синтезирован 1-(4-(проп-2-ин-1-илокси)бензил)-1*H*-1,2,3-бензотриазол, а также рассчитана его предполагаемая биологическая активность. Целевой продукт получен в два этапа из бензотриазола, 4-гидроксибензилового спирта и пропаргилбромида. На первом этапе проводилось сплавление бензотриазола с 4-гидроксибензиловым спиртом. На втором этапе бензотриазолилметилфенол алкилировали пропаргилбромидом (см. рис.) [3–5]. Полученное соединение представляет собой кристаллы бежевого цвета. Структура и чистота продукта подтверждена ИК спектроскопией и методом ТСХ.

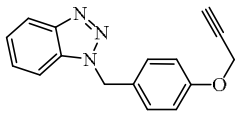


Рис. 1. 1-(4-(проп-2-ин-1-илокси)бензил)-1*H*-1,2,3-бензотриазол

Оценка потенциала биологической активности синтезированного вещества проведена методом компьютерного прогнозирования с помощью сервиса PASS Online [6]. Результаты расчетов указывают на то, что полученный 1-(4-(проп-2-ин-1-илокси)бензил)-1*H*-1,2,3-бензотриазол с высокой вероятностью может проявить противосудорожное действие ($P_a > P_i$).

Полученные данные подтверждают актуальность исследований и служат основанием для планирования экспериментальной проверки его активности *in vitro* и *in vivo*.

Список источников

1. F. Al-Omran, R. M. Mohareb and A. A. El-Khair Synthesis and Biological Effects of New Derivatives of Benzotriazole as Antimicrobial and Antifungal Agents // J. Heterocyclic Chem., - 2002. - №39. - P. 877-883.

2. D.A. Ibrahim, S.D. Khalaf, N. Abd Al-Salam Ahmed, A. H. DalafSynthesis, characterization and biological evaluation (antifungal and antibacterial) of new derivatives of indole, benzotriazole and thioacetyl chloride // Mater. Today Proc.- 2021. - №47. - P. 6201-6210.

3. Осянин В.А., Пурыгин П.П., Белоусова З.П. Синтез 1Н- азол - 1-илметилфенолов и их гликозилирование // Здравоохранение 4. Башкортостана. - 2002. - № 2. - С. 126-127.

4. Осянин В.А., Пурыгин П.П., Белоусова З.П., П.Е. Красников Синтез 4-(1Н-азол-1-илметил)фенолов // Известия вузов. Сер. химия и химическая технология. - 2003. - Т. 46. Вып. 1. - С. 146-149.

5. M. Ashooriha, M. Khoshneviszadeh, M. Khoshneviszadeh, S.E. Moradi, A. Rafiei, M. Kardan, S. Emami 1,2,3-Triazole-based kojic acid analogs as potent tyrosinase inhibitors: Design, synthesis and biological evaluation // Bioorg. Chem. - 2019. - №82. - P. 414-422.

6. Prediction of Activity Spectra for Substances (PASS) // URL: http://way2drug.com/passonline/predict.php (датаобращения: 01.04.2025).

УДК 542.8: 544.7

Адиятуллин З.А., Афанасьев Г.А.,
Зиновьева Е.Г., Калинин А.Г., Михадаров Д.Г.
Научный руководитель: Зиновьева Е.Г., канд. хим. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ НАПОЛНЕННЫХ ТЕПЛООТВОДЯЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПОГРУЖНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация. *В работе представлены результаты по изучению стабильности теплоотводящих составов, наполненных высокодисперсными оксидами магния и кремния, предназначенных для погружного охлаждения электротехнических объектов.*

Ключевые слова: *погружное охлаждение, теплоотводящие составы, наполненные составы, электротехника.*

Погружное (иммерсионное) охлаждение – это способ охлаждения объекта (обычно элекротехнического назначения) путем его погружения в теплоотводящую жидкость. В качестве теплоотводящих жидкостей можно применять теплоносители различной природы, например, синтетические, минеральные или силиконовые масла, фторуглероды, фторкетоны и др. В работах [1-6] нами определены оптимальные составы теплоносителей по комплексу физико-химических и теплофизических характеристик для металлических охладителей. В продолжение ранее начатых исследований были выбраны три теплоносителя на дифенилдифенилоксидной основе, кремнийорганических соединений и глубокоочищенных минеральных масел с целью получения наполненных составов, предотвращающих протечку теплоносителя через прокладки кожуха охладителя при погружном охлаждении. В качестве наполнителей применяли высокодисперсные оксиды магния и кремния, обладающие тиксотропными характеристиками. Были подобраны оптимальные соотношения компонентов теплоносителей по параметру вязкости и оценена их стабильность во времени. Установлено, что составы инертны по отношению к электротехническим объектам. В частности, при погружении отладочной платы STM32F103C6T6 на базе STM32 72 МГц

в наполненные составы работоспособность платы сохранятся и никаких видимых разрушений компонентов платы не наблюдается.

Таким образом, в работе изучено влияние добавок высокодисперсных минеральных наполнителей на стабильность, теплоотводящих составов; изучена работоспособность отладочной платы в погружной системе охлаждения в среде теплоотводящего состава.

Список источников

1. Зиновьева Е.Г., Калинин А.Г., Михадаров Д.Г. Изучение свойств теплоносителей для алюминиево-медных конструкций // Бутлеровские сообщения. 2023. Т. 73. № 3. С. 70-76.

2. Захаров Д.Е., Михайлова С.Ю., Зиновьева Е.Г., Кравченко Г.А., Ефремов Д.А., Калинин А.Г. Стойкость теплоносителей к напряженности электрического поля // Научному прогрессу – творчество молодых. 2024. № 1. С. 131-132.

3. Зиновьева Е.Г., Кравченко Г.А., Калинин А.Г., Михадаров Д.Г., Ефремов Д.А. Влияние напряженности электрического поля на удельную электропроводность теплоносителей // Вопросы электротехнологии. 2024. № 1 (42). С. 37-42.

4. Яковлева А.Б., Семенов И.В., Зиновьева Е.Г., Васильев И.Н., Михадаров Д.Г., Калинин А.Г. Изучение кинематической вязкости водно-органических теплоносителей // Сб. трудов XVIII Межд. мол. науч. конф. по естественно-научным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу – творчество молодых». Электронное научное издание. 2023. № 1. С. 241-242.

5. Васильев П.А., Калинин А.Г., Михадаров Д.Г., Зиновьева Е.Г. Гибридный медь-алюминиевый жидкостный охладитель // Силовая электроника. 2022. № 4 (97). С. 44-46.

6. Патент RU 217997 U1 от 28.04.2023.

УДК 577.164.2

Бутина Д.В., Денисова О.Н., Шарова Ю.А.
Научный руководитель: Денисова О.Н., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ХВОЕ ЗДОРОВЫХ И УГНЕТЁННЫХ ДЕРЕВЬЕВ ГОЛУБОЙ ЕЛИ *(PICEA PUNGENS)*

Аннотация. *Приведены результаты сравнительного изучения содержания витамина С в хвое разного возраста угнетённых и здоровых растений голубой ели (Picea pungens).*

Ключевые слова: *витамин С, аскорбиновая кислота, биологическая роль, количественное определение, йодатометрическое титрование, сравнительное содержание в хвое.*

Голубая ель *(Picea pungens)* – популярное дерево для озеленения в городе. Она выделяется на фоне других деревьев красивой плотной кроной, цветом хвои, сохраняя свою декоративность в зимних условиях. На площади Ленина напротив 1 корпуса ПГТУ голубые ели высажены в 70-х годах прошлого века. В последние годы деревья стали проявлять явные признаки угнетения: усыхание и отмирание хвои и нижних веток. В 2024 г. появилась информация об их возможном сносе.

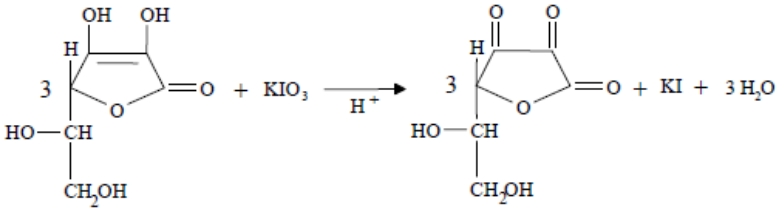
Целью нашей работы было исследование содержания аскорбиновой кислоты в хвое угнетённых и внешне здоровых деревьев голубой ели, произрастающих на площади Ленина, рассмотреть влияние состояния деревьев на этот показатель с целью выявления возможностей индикации угнетённого состояния деревьев *Picea pungens* по содержанию витамина С в хвое, а также оценить содержание аскорбиновой кислоты в зависимости от возраста хвои.

Хвоя ели является богатейшим источником аскорбиновой кислоты. Согласно литературным данным, в ней в 6 раз больше витамина С, чем в лимоне и апельсине, и в 25 раз больше, чем в луке и картофеле. Накопление аскорбиновой кислоты повышается в зимние и весенние месяцы, а летом наблюдается минимальное значение с постепенным повышением содержания осенью до зимнего максимума [1]. Возможно, это связано с тем, что аскорбиновая кислота повышает устойчивость растений к низким температурам и является одним из факторов адаптации растений к воздействию холода [2].

Витамин С встречается в растениях в трёх формах: L-аскорбиновая кислота с максимальной витаминной активностью, дегидроаскорбиновая

кислота, способная к восстановлению в аскорбиновую кислоту, и аскорбиген – форма, в которой аскорбиновая кислота связана с белками, нуклеиновыми кислотами, биофлавоноидами. Дегидроаскорбиновая кислота витаминным действием не обладает, аскорбиген наиболее устойчив к окислению. По результатам некоторых исследований аскорбиген может способствовать предупреждению онкологических заболеваний [3].

В работе использована фармакопейная методика определения витамина С методом йодатометрии [4]. Данный метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать йодат калия до свободного йода в кислой среде. При этом протекает реакция:



Аскорбиновая кислота *Дегидроаскорбиновая кислота*

Индикацию конечной точки титрования проводили по свежеприготовленному раствору крахмала в качестве индикатора. Избыточная капля раствора йодата калия реагирует с йодидом калия, выделяя йод, который указывает на конец титрования:

$$KIO_3 + 5\ KI + 6\ HCl = 3\ I_2 + 6\ KCl + 3\ H_2O.$$

Содержание аскорбиновой кислоты в хвое возрастом 1, 2, 3 года определяли в феврале 2025 г. в трёхкратной повторности сразу после отбора проб, поскольку оно заметно снижается по мере хранения растительного материала. Для этого навеску хвои 10 г растирали в фарфоровой ступке, объём водной вытяжки доводили до 50 мл, фильтровали через сухой фильтр. Затем проводили анализ согласно методике [3]. Влажность хвои определяли высушиванием до абсолютно-сухого состояния при температуре 110-115° С в течение четырёх часов.

Результаты анализа в мг/100 г свежей и мг/100 г абсолютно-сухой (*ас*) хвои приведены в таблице. Снижения содержания витамина С в хвое угнетённых елей *Picea pungens* не выявлено. Напротив, найдено превышение среднего содержания аскорбиновой кислоты в хвое угнетённых деревьев по сравнению с хвоей здоровых деревьев в 1,8 раза. Можно предположить, что это является своеобразной адаптационной реакцией дерева на снижение биомассы хвои. Максимальное содержание витамина С выявлено в трёхлетней хвое как здоровых, так и угнетённых

деревьев, что хорошо согласуется с литературными данными по анализу хвои других видов хвойных растений [5].

Результаты анализа хвои на содержание витамина С

Объект		Содержание витамина С мг/100 г хвои	Влажность, W, %	Содержание витамина С мг/100 г *ас* хвои
Хвоя угнетённого дерева	б-1	40,2942	57,99	63,6608
	б-2	45,0182	56,78	70,5795
	б-3	155,6816	53,58	239,0958
	Средняя проба	80,3313	56,12	124.4454
Хвоя здорового дерева	з-1	26,3969	58,86	41,9341
	з-2	47,3114	54,97	73,3185
	з-3	60,4832	52,69	92,3518
	Средняя проба	44,7305	55,51	69,2015

Примечание: б-1, б-2, б-3 – хвоя угнетённых деревьев, з-1. з-2, з-3 – хвоя здоровых деревьев голубой ели возрастом 1, 2, 3 года соответственно.

Список источников

1. Ягодин В.И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени. – Издательство Ленинградского университета, 1981. – 254 с.

2. Макаров А.А. Биологически активные вещества в растениях Якутии. – Якутск: Якутский научный центр СО АН СССР, 1989. – 155 с.

3. Трещалина Е.М. Аскорбигены – что мы о них знаем? – Вместе против рака. – 2000. – №4.

4. Государственная фармакопея российской федерации XII. Часть 1. – М.: Изд-во: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. – 704 с.

5. Зубарева, Е.В. Влияние автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* l.) в условиях г. Красноярска – Вестник КрасГАУ. – 2017. – №5. – С.131–136.

УДК 543.54.547

Васильева В.В.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ГИНГЕРОЛА В ИМБИРЕ

Аннотация: *приводится исследование содержания полифенольных соединений корневища имбиря спектрофотометрическим методом на основе водно-спиртовой вытяжки с хлоридом алюминия.*

Ключевые слова: *гингерол, имбирь, полифенольные соединения, спектрофотометрия, комплексообразователь, хлорид алюминия, экстракция, спектр поглощения.*

Основными компонентами в составе корневища имбиря являются эфирное масло и фенольные соединения – гингеролы и шогаолы. Другими компонентами являются зингероны и парадолы - все эти соединения являются веществами оксифенильной природы (фенольная основа) с оптимальной длиной фитильной цепи. Наличие оксифенильного фрагмента обусловливает антирадикальные свойства полифенольных соединений (ПФС). Оптимальная длина фитильной цепи полифенольных соединений имбиря позволяет им не только фиксироваться в липидном бислое биологических мембран, но и свободно циркулировать в жидких средах организма и обеспечивать, таким образом, генерализованное антирадикальное и антиоксидантное действие.

Гингерол – полифенольное растительное вещество, содержащееся в количестве 1-3 % преимущественно в корневище имбиря в форме эфирного масла, которое придаёт ему его специфический вкус и терпкий аромат. Особенности структуры полифенольных компонентов имбиря позволяют отнести их к потенциальным антиоксидантным соединениям. Гингеролы представляют собой наиболее распространенные соединения в свежих корнях. Шогаолы, дегидратированные производные гингеролов, встречаются только в небольших количествах в свежем корне; в основном встречаются в высушенных и термически обработанных корнях.

В данной работе приводится способ выделения полифенолов из корневищ имбиря, заключающийся в экстрагировании полифенольных соединений из корневищ имбиря *Zingiber officinale L.* с помощью раствора этанола спектрофотометрическим методом, в основе которого используется реакция комплексообразования ФС с $AlCl_3$ – эта реакция

является селективной для определения фенольных соединений и дает батохромный сдвиг спектра.

Приготовленный спиртовой экстракт имбиря спектрофотометрировали на спектрометре в диапазоне длин волн 200-500 нм до и после добавления равного объема 2% раствора $AlCl_3$. На рисунке 1 представлены спектры водно-спиртового поглощения раствора имбиря. Как видно из рисунка, имеются два максимума поглощения при длинах волн 270 и 360 нм, характерные для флавоноидов.

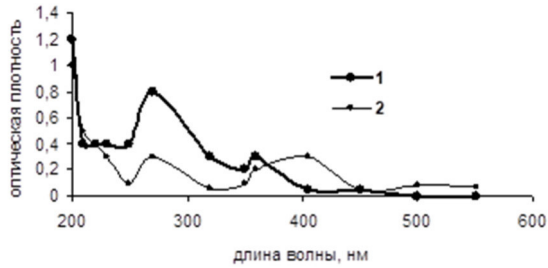


Рис. 1. УФ-спектры водно-спиртовых экстрактов имбиря: 1 - водно-спиртовой экстракт имбиря; 2 - водно-спиртовой экстракт с добавлением $AlCl_3$.

При регистрации спектра поглощения экстракта имбиря с 2% раствором $AlCl_3$ наблюдали сдвиг в длинноволновую область спектра до 405 нм, что подтверждает присутствие фенольных соединений в имбире и позволяет более точно оценить их содержание в растительной вытяжке.

Таким образом, методами спектрофотометрии исследован качественный состав биологически активных веществ имбиря. Установлено, что в его состав входят фенольные соединения, обладающие высокой биохимической и физиологической активностью. Наиболее качественный результат нами был установлен на основании водно-спиртовой вытяжки с использованием хлорида алюминия.

Список источников

1. Габрук Н.Г. Инструментальные методы в исследовании компонентного состава биологически активных веществ имбиря *(Zingiber officinale L.)* / Н.Г. Габрук, Л.В. Тхуан // Научные ведомости: Серия «Естественные науки», 2020. №3(74) Выпуск 10. С.25-34

УДК 678.7

Дрожжаков В.С.
Научные руководители: Курицын А.Н.;
Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ МЯГЧИТЕЛЕЙ НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО КАУЧУКА

***Аннотация**. Исследовано влияние различных мягчителей на реометрические свойства резиновой смеси на основе этиленпропилендиенового каучука, используемой для гуммирования металлических поверхностей.*

***Ключевые слова:** мягчители, этиленпропилендиеоновый каучук, резиновая смесь, реометрические свойства.*

В настоящее время одним из эффективных способов модификации резиновых смесей является введение в их состав мягчителей, которые способствуют улучшению пластичности, технологичности и физико-механических характеристик резин [1, 2]. Известно [3], что резины на основе этиленпропилендиеновых каучуков нашли широкое применение в промышленности. В связи с этим в данной работе изучено влияние различных мягчителей на реометрические свойства резиновой смеси на основе этиленпропилендиенового каучука. Исследуемая резиновая смесь включала этиленпропилендиеоновый каучук EPDM S505A, вулканизующий агент – серу; ускорители вулканизации – тиурам Д, каптакс; активатор вулканизации – оксид цинка; наполнители – технический углерод 324. В качестве мягчителей применялись масло индустриальное И-8А, нафтеновое масло НМР-12, нафтеновое масло НМР-40 и дибутилфталат (ДБФ) в количестве 8,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. В первом варианте резиновой смеси использовалось масло индустриальное И-8А, во втором и третьем вариантах - нафтеновые масла НМР-12 и НМР-40, в четвертом варианте - ДБФ. Резиновую смесь готовили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре валков 60-70 °С в течение 25 мин. Реометрические показатели резиновой смеси исследовались на реометре MDR 3000 Basic при 143 °С в течение

40 мин. В таблице представлены реометрические характеристики исследуемой резиновой смеси.

Таблица – Варианты и реометрические свойства резиновой смеси

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
S_{max}, дН·м	22.42	24.27	31.54	28.11
S_{min}, дН·м	2.22	2.67	2.43	3.11
t_s, мин	5.59	2.71	2.22	3.03
t_{90}, мин	44.18	12.54	14.45	22.49
S_{max} и S_{min} – максимальный и минимальный крутящие моменты; t_S и t_{90} – времена начала и оптимума вулканизации.				

Как видно из таблицы, варианты 2-4 резиновой смеси обладают более высокими значениями максимального и минимального крутящих моментов по сравнению её с первым вариантом, содержащим масло индустриальное И-8А. Однако, для них времена начала и оптимума вулканизации меньше, чем для первого варианта смеси. Четвертый вариант резиновой смеси, содержащий ДБФ, характеризуется средними значениями времен начала и оптимума вулканизации, и практически большими величинами максимального и минимального крутящих моментов. Поэтому вариант, содержащий в качестве мягчителя ДБФ, может быть рекомендован для изготовления резины, используемой для гуммирования металлических изделий, контактирующих с агрессивными средами.

Список источников

1. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных. Казань: КГТУ, 2010. Ч. 1. - 505 с.

2. Беляев А.В., Кузнецов Ю.Г. Технология и свойства каучуков и резин. — М.: Химия, 2019. - 352 с.

3. Князев В.А. Свойства и применение этиленпропиленовых каучуков. Екатеринбург: УГТУ, 2020. — 312 с.

УДК 678.7

Егоров А.Н.
Научные руководители: Егоров Е.Н., канд. хим. наук, доцент;
Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОДОНАБУХАЮЩЕЙ РЕЗИНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИАНИОННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ И ПОРООБРАЗОВАТЕЛЕМ

Аннотация. *Исследовано влияние водонабухающей резины, модифицированной полианионной целлюлозой и порообразователем на реометрические характеристики резиновой смеси, физико-механические и эксплуатационные свойства.*

Ключевые слова: *каучуки, водонабухающая резина, полианионная целлюлоза, порообразователь, реометрические, физико-механические и эксплуатационные свойства.*

Водонабухающие резины (ВНР) являются перспективными функциональными эластомерными материалами [1]. Они должны обладать высокой прочностью при растяжении, упругостью и эластичностью, а также их масса при контакте с водой должна увеличиваться в несколько раз по сравнению с исходной массой [2]. Для получения ВНР используются различные каучуки и гидросорбционные добавки. В качестве эластомерной составляющей чаще всего применяют изопреновый, бутадиен-нитрильный и хлоропреновый каучуки. Среди гидросорбционных добавок для смешения с каучуковой матрицей наибольшее применение находят (со)полимеры акриловой кислоты и акриламида, поливиниловый спирт, карбоксиметилцеллюлоза и их комбинации [3]. В данной работе изучено влияние полианионной целлюлозы (ПАЦ) и порообразователя на свойства ВНР на основе бутадиен-нитрильного и изопренового каучуков.

Исследованная резиновая смесь содержала каучуки БНКС-40АМН и СКИ-3, а также вулканизующий агент (сера), ускоритель вулканизации (сульфенамид Ц), активаторы вулканизации (оксид цинка, стеариновая кислота), наполнитель (технический углерод П 324), пластификатор (полиизобутилен П-200), антискорчинг (N-нитрозодифениламин), гидросорбционную добавку (ПАЦ) и порообразователь (accelerator OBSH-75). В табл. 1 приведены варианты резиновой смеси.

Таблица 1 – Варианты резиновой смеси

Добавки	Варианты		
	1	2	3
ПАЦ, мас.ч.	50,0	100,0	100,0
OBSH-75, мас.ч.			3,0

Изготовление резиновых смесей осуществлялось в две стадии. На первой стадии путем смешения каучуков и ингредиентов на резиносмесителе SKI-3L изготавливалась маточная резиновая смесь, которая содержала комбинации каучуков: бутадиен-нитрильного каучука БНКС-40АМН, изопренового каучука СКИ-3, а также, активаторы вулканизации, наполнитель, пластификатор. На второй стадии в маточную резиновую смесь вводили вулканизующий агент, ускоритель вулканизации, антискорчинг, ПАЦ и порообразователь. Смешение проводили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160.

В табл. 2 приведены реометрические свойства различных вариантов резиновой смеси и физико-механические показатели вулканизатов на их основе.

Таблица 2 – Свойства резиновой смеси и вулканизатов

Показатели	Варианты		
	1	2	3
Реометрические свойства резиновой смеси			
S_{max}, дН·м	2,32	2,98	2,15
S_{min}, дН·м	17,36	22,90	15,28
t_s, мин	4,17	3,86	3,44
t_{90}, мин	9,98	8,13	4,18
Физико-механические показатели вулканизатов			
f_p, МПа	5,7	5,5	5,1
ε_p, %	300	240	230
H, ед. Шор А	77	80	68

Примечание: S_{max} и S_{min} – максимальный и минимальный крутящие моменты; t_S и t_{90} – времена начала и оптимума вулканизации, f_p – условная прочность при растяжении; ε_p – относительное удлинение при разрыве; H – твёрдость.

Из табл. 2 следует, что при увеличении содержания в составе резиновой смеси ПАЦ условная прочность при растяжении и относительное удлинение на разрыв уменьшаются, при этом твердость резины увеличивается. Модификация резиновой смеси порообразователем уменьшает условную прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве и твердость резины.

Результаты исследования степени объемного набухания (α) вулканизатов в дистиллированной и пластовой воде (10% водный раствор NaCl) при 90°С приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Степень объемного набухания вулканизатов

Время, сутки	Варианты		
	1	2	3
В дистиллированной воде			
1	75,28	127,43	186,77
3	126,68	252,51	347,94
5	173,20	264,59	426,69
7	229,57	321,41	446,25
В пластовой воде			
1	38,84	63,95	82,31
3	61,76	106,74	126,02
5	81,38	121,51	149,36
7	107,61	123,62	156,89

Из данных табл. 2 следует, что с возрастанием содержания ПАЦ и введением порообразователя в резиновую смесь, а также с ростом длительности выдержки в дистиллированной и пластовой воде степень набухания вулканизатов увеличивается. При этом степень набухания в дистиллированной воде в 2-3 раза больше, чем в пластовой воде.

Список источников

1. Ушмарин Н.Ф., Пелипенко Д.В., Сандалов С.И., Егоров Е.Н., Кольцов Н.И. Разработка резины для водонефтенабухающих пакеров // VII Всероссийская конференция «Каучук и резина - 2017: традиции и новации». Москва, 25-26 апреля 2017. Материалы докладов. Москва, 2017. С. 56-57.

2. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Сандалов С.И., Спиридонов И.С., Кольцов Н.И. Влияние функциональных ингредиентов на физико-механические и эксплуатационные свойства резин для водонефтенабухающих уплотнительных элементов // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 57. № 2. С. 68-73.

3. Ефимов К.В., Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Кольцов Н.И. Влияние гидросорбционных полимеров на свойства водонабухающей резины // Бутлеровские сообщения. 2020. Т. 64. № 10. С. 90-93.

УДК 681.586

Егоров М.Г.
Научные руководители: Егоров Е.Н., канд. хим. наук, доцент;
Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ДИОКСИДА ТИТАНА НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ

Аннотация. *Исследованы реометрические (вулканизационные) показатели резиновой смеси на основе бутадиен-нитрильного каучука, используемой в качестве межобкладочного материала переменных емкостных устройств.*

Ключевые слова: *бутадиен-нитрильный каучук, резиновая смесь, реометрические свойства.*

Одним из эффективных способов повышения емкостных свойств межобкладочных материалов емкостных устройств является введение в них различных добавок, которые обладают высокими диэлектрическими показателями. В качестве таких добавок следует выделить диоксид титана [1], диэлектрическая проницаемость которого достигает 100 [2]. В связи с этим, в данной работе исследовано влияние диоксида титана на реометрические (вулканизационные) характеристики резиновой смеси на основе бутадиен-нитрильного каучука.

Резиновая смесь на основе каучука БНКС-28АМН содержала вулканизующий агент (серу), ускоритель вулканизации (N-циклогексил-2-бензотиазолсульфенамид), активатор вулканизации (стеариновую кислоту), наполнитель (технический углерод П 324). Исследуемый диоксид титана марки TiOx-220 (ТУ 2321-001-17547702-2014, ООО «Титановые инвестиции») представляет собой порошок белого цвета с размером частиц 10-15 мкм, массовой долей TiO2 95,0%, массовой долей рутильной формы 97,5%, укрывистостью 30 г/м^2, pH водной суспензии 6,5-8,0.

Резиновую смесь готовили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре поверхности валков 60-70 °С в течение 25 мин. Реометрические свойства резиновой смеси исследовались на реометре MDR 3000 Basic при 150 °С в течение 30 мин в соответствии с ASTM D2084-79.

В таблице приведены варианты резиной смеси и ее реометрические (вулканизационные) показатели.

Таблица – Варианты и реометрические свойства резиновой смеси

Ингредиент/показатель	Варианты резиновой смеси				
	1	2	3	4	5
Оксид цинка, мас. ч	3,0	–	–	–	–
Диоксид титана, мас. ч	–	3,0	6,0	10,0	20,0
Реометрические свойства					
M_H, дН·м	13,63	10,66	11,14	10,43	10,41
M_L, дН·м	1,95	1,88	2,14	2,15	2,11
t_s, мин	4,69	4,80	4,70	4,74	5,11
t_{90}, мин	15,97	24,15	24,49	24,97	25,11
Примечание: M_H – максимальный крутящий момент; M_L – минимальный крутящий момент; t_s – время начала вулканизации; t_{90} – оптимальное время вулканизации					

Первый вариант резиновой смеси содержал оксид цинка и не включал диоксид титана, во втором-пятом вариантах содержание диоксида титана варьировалось в количестве от 3,0 до 20,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука.

Из результатов исследований реометрических свойств (см. таблицу) следует, что замена оксида цинка на диоксид титана в составе резиновой смеси приводит к уменьшению максимального крутящего момента, увеличению минимального крутящего момента, а также времен начала и оптимума вулканизации. При использовании диоксида титана взаимен оксида цинка начальное время вулканизации и оптимальное время вулканизации возрастают соответственног в 1,1 и 1,6 раза. Это указывает на то, что диоксид титана в отличие от оксида цинка является слабым активатором вулканизации для серной вулканизующей системы.

Список источников

1. Atta A., Alotiby M.F., Al-Harbi N., El-Aassar M.R., Uosif M.A.M., Rabia M. Fabrication, Structural Properties, and Electrical Characterization of Polymer Nanocomposite Materials for Dielectric Applications // Polymers. 2023. V. 15. N 14. P. 3067.

2. Bonkerud J., Zimmermann C., Weiser P.M., Vines L., Monakhov E.V. On the permittivity of titanium dioxide // Scientific Reports. 2021. V. 11. N 1. P. 12443.

УДК 635:2

Ефимов Н.С.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ S-АЛКИЛ ПРОИЗВОДНЫХ ЦИСТЕИНА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация: *Изучено влияние присутствия S-алкил производных цистеина на бактерицидные и бактериостатические свойства чеснока AlliumsativumL. в его различных формах: свежего, высушенного и ферментированного. Для количественного определения содержания S-производных в масляном экстракте использован метод спектрофотометрии на длине волны 662 и 669 нм.*

Ключевые слова: *спектрофотометрия, чеснок, экстракт, спектр поглощения, тиосульфиды, аллицин, длина волны, пик поглощения.*

Основными биологически-активными компонентами чеснока, обусловливающими его фармакологическую ценность, являются сераорганические соединения. Спектрофотометрия выбрана как рабочий метод обнаружения и анализа содержания S-алкил производных, т.к. этот метод позволяет определить как присутствие серосодержащих соединений в области 500-1100 нм, так и произвести количественное измерение их содержания в экстракте.

В настоящей работе была проведен спектрофотометрический анализ определения количества сульфидов в образцах *AlliumsativumL*. коэффициент поглощения регистрировался при помощи спектрофотометра СФ-2000 в диапазоне от 500 до 1100 нм по стандартной методике. Анализировался спектр пропускания экстракта *AlliumsativumL.,* в динамике хранения в течении различного количества суток.

Спектрофотометрически обнаружено резонансное увеличение поглощения излучения экстрактами *AlliumsativumL*. в диапазоне 650-700 нм, это указывает на присутствие различных сульфидов и S-алкил производных, электронный спектр поглощения которых имеет максимумы при 662 и 669 нм, что соответствует исследованию. Состав масляных экстрактов, как по S-производным, так и по сопутствующим соединениям, является достаточно сложным, поэтому определить абсолютное содержание S-алкил производных цистеина не представилось возможным.

Результаты исследования представлены на рисунке 1. Как видно из рисунка, наблюдается резонансное увеличение поглощения электромагнитного излучения экстрактами в диапазоне от 6500 до 700 нм, которая, исходя из данных представленных в работе, обусловлена присутствием сульфидов, спектр оптического поглощения которых имеет максимумы при 662 и 669 нм. Обращает на себя внимание практически полное совпадение спектров поглощения экстрактов чеснока, полученных за время 15 и 150 суток, а также в 1,5 раза большая интенсивность поглощения на длине волны 674 нм экстракта чеснока, указывающего на гораздо большее количество сульфидов в экстракте.

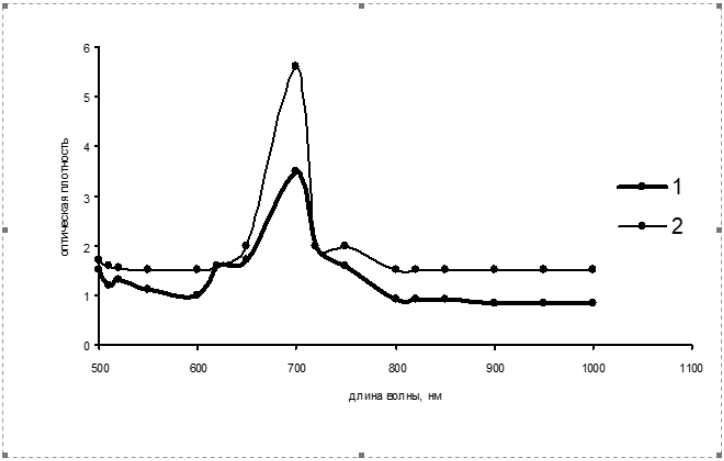


Рис. 1. Спектры поглощения экстрактов чеснока *AlliumsativumL*. в при хранении в течении 15 суток (1) и в течение 150 суток (2).

В диапазоне длин волн от 650 до 700 нм наблюдается уменьшение пропускания и расщепление минимума с пиками на длинных волн 671 и 678 нм. То обстоятельство, что в свежеприготовленных экстрактах просматривается расщепление пика поглощения, а в спектрах экстрактов, которые хранились более длительное время расщепления нет, может быть связано с более длительным временем протекания процесса экстрагирования и как следствие образования.

Спектрофотометрически на длине волны 662 нм установлено наличие S-алкил производных цистеина в масляных экстрактах чеснока как свежего, так и высушенного, и черного (ферментированного). Микробиологическое исследование указывает, что изучаемые S-производные

проявляют бактериостатические и бактерицидные свойства по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям.

В заключении отметим, что обнаружение интенсивного поглощения электромагнитного излучения исследованными экстрактами в диапазоне длин волн от 650 до 700 нанометров дает возможность использовать спектрофотометрические измерения для работы технологии экстрагирования биологически активных веществ, входящих в состав растений чеснока.

Список источников

1. Берберова Н.Т. Синтез и биологическая активность органических моно-, ди- и полисульфидов / Н. Т. Берберова, Е. В. Шинкарь, И. В. Смолянинов и др. Монография. Издательство Южного научного центра Российской академии наук 344006, г. Ростов-на-Дону 2019г. С. 224-238

2. Martins N. Chemical composition and bioactive compounds of garlic (Allium sativum L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review / Natalia Martins, Spyridon Petropoulos, Isabel C.F.R. Ferreira // Food Chemistry 211 (2016) 41–50

3. Sulin Choo. Review: antimicrobial properties of allicin used alone or in combination with other medications / Sulin Choo, Voon Kin Chin, Eng Hwa Wong et al. // Folia Microbiologica (2020) 65:451–465

4. Lawson L.D. Allicin Bioavailability and Bioequivalence from Garlic Supplements and Garlic Foods / Larry D. Lawson, Scott M. Hunsaker // Mérieux NutriSciences Corporate Office (Silliker, Inc.), 111 E.Wacker Dr. Ste. 2300, Chicago, IL 60601, USA.

УДК 665.58

Иванова А.И., Денисова О.Н., Семёнова О.А.
Научный руководитель: Денисова О.Н., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В КОСМЕТИКЕ

Аннотация. *Проведено изучение истории возникновения косметических средств и некоторых органических веществ в их составе.*

Ключевые слова: *косметика, натуральные и синтетические ингредиенты.*

Косметика – это средства для ухода за кожей лица, тела, волосами, ногтями, а также для изменения или улучшения внешности. Она включает в себя кремы, лосьоны, маски, туши, помады и другие средства, которые помогают подчеркнуть естественную красоту, скрыть недостатки, защитить кожу от негативных воздействий окружающей среды.

Что-то похожее на косметику появилось еще в древнем Египте. Но подведение глаз у фараонов не имело отношения к косметике, а было необходимым атрибутом защиты от злых духов. Египтяне носили на голове масляные ароматные конусы, которые защищали от лучей солнца и насекомых, они использовали ароматические масла и мази, чтобы очистить и смягчить кожу, защитить её от солнца и ветра, а также замаскировать запахи тела. Жители Древнего Рима уже хорошо разбирались в искусстве макияжа. Они активно использовали уголь в качестве краски для век, фукус красного цвета, – для щёк и губ, воск – в качестве средства для удаления волос, пемзу – для отбеливания зубов. Косметика как средство улучшения внешнего вида, появилась около полутора тысяч лет назад, когда древние греки возродили древнеегипетские традиции разрисовывать лицо в эстетических целях. Женщины Древней Руси уделяли большое внимание уходу за кожей и нанесению декоративной косметики. В качестве румян и губной помады использовался сок малины, вишни и свёкла, глаза и брови подводили сажей, лицо отбеливали пшеничной мукой, луковой шелухой красили волосы, для отбеливания и избавления от веснушек применяли сок огурца или отвар петрушки.

Первоначально в качестве косметических средств использовались только натуральные настои и отвары, приготовленные из трав, цветов и плодов деревьев, а также некоторых продуктов животного происхождения. По мере развития химии и биологии, рецепты усложнялись. Неко-

торые органические вещества, входящие в состав современных косметических средств, представлены в таблице:

Некоторые органические вещества в составе современной косметики

Название веществ	Происхождение	Функции	Примеры
Масла и жиры	растительное и животное	смягчение, увлажнение кожи, создание защитной пленки, растворители для других ингредиентов	масла: оливковое, кокосовое, миндальное, жожоба; ланолин, норковый жир
Воски	растительное и животное	стабилизация эмульсий, создание текстуры, защита кожи от внешних воздействий	воски: пчелиный, карнаубский, канделильский
Углеводы	растительное	увлажнение, загущение, образование пленки	крахмал, сахара
Аминокислоты и пептиды	растительное, животное, синтетическое	увлажнение, восстановление, стимуляция выработки коллагена, антиоксидантная защита	глицин, аланин, пролин, трипептид-1, пальмитоил пентапептид-4
Витамины	растительное, животное, синтетическое	антиоксидантная защита, стимуляция клеточного обновления, осветление кожи	витамин С, витамин Е, витамин А
Экстракты растений	растительное	антиоксидантная защита, противовоспалительное действие, увлажнение, тонизирование	экстракт алоэ вера, экстракт зеленого чая, экстракт ромашки
Отдушки и ароматизаторы	натуральные эфирные масла или синтетические ароматические соединения	придание продукту приятного запаха	лимонен, линалоол, бензилсалицилат
Полимеры	синтетические или натуральные	загущение, стабилизация эмульсий, образование пленки	поисахариды, карбомеры, поливиниловый спирт

Для изготовления косметики применяют природные и синтетические виды сырья. В настоящее время в косметике используется примерно 20000 природных компонентов. Синтетическое сырье получают хими-

ческим путем. Преимуществами натурального сырья считаются биосовместимость, богатый состав полезных веществ, экологичность. К недостаткам относят нестабильность, возможность аллергических реакций, зависимость от сезона и климата.

Преимущества синтетического сырья: высокая степень чистоты, постоянство химического состава, физико-химических свойств и параметров, доступность. Недостатки: потенциальная токсичность, отсутствие питательных веществ, возможное негативное воздействие на окружающую среду. Многие синтетические органические соединения имитируют свойства натуральных и обладают высокой эффективностью и безопасностью.

«Натуральный» не всегда означает «безопасный», и наоборот. Тщательное тестирование и научные исследования играют ключевую роль в определении безопасности и эффективности косметических ингредиентов, независимо от их происхождения [1, 2]. Абсолютно безопасной косметики не существует. Некоторые органические соединения, используемые в косметике, вызывают опасения из-за потенциального негативного воздействия на здоровье людей и окружающую среду. К таким соединениям относятся парабены – консерванты, которые вызывают эндокринные нарушения; фталаты – пластификаторы, используемые в парфюмерии, также могут вызвать эндокринные нарушения; силиконы, образующие пленку на коже и волосах, препятствуя их естественному дыханию; микропластик**,** мелкие частицы которого загрязняют природные ресурсы.

Начиная с XX века вся косметика, изготовленная на современном производстве, проходит многочисленные тестирования на предмет ее воздействия на здоровье человека. Поэтому увлечение изготовлением косметических средств в домашних условиях может представлять серьёзную опасность, привести к аллергии, увеличивать чувствительность к солнечным лучам, стать причиной пигментных пятен, ожогов и воспалений [3].

Список источников

1. Марголина, А.А., Эрнандес Е.И. Новая косметология. Том I. – М.: ООО «Фирма КЛАВЕЛЬ», 2005. – 424 с.

2. Новая косметология. Том II. Под общей редакцией Е.И. Эрнандес. – М.: ООО «Фирма КЛАВЕЛЬ», 2007. – 418 с.

3. Косметика дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ogorod.ru/ru/main/useful/14515/Domashnyaya-naturalnayakosmetika-svoimi-rukami-luchshiye-retsepty.htm

УДК 543.64

Изоров Е.О.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ЗЕРНАХ КОФЕ

Аннотация. *Приводится химическое исследование общего содержания гидроксикоричных кислот в зерновом кофе различной степени обжарки и экстракции.*

Ключевые слова: *гидроксикоричные кислоты, кофе, спектрофотометрия, экстракция, хлорогеновая кислота.*

Гидроксикоричные кислоты (ГКК) – один из видов синтезируемых растениями биологически активных соединений (БАС). По химическому строению они относятся к фенолам и являются представителями обширного класса фенилпропаноидов. Спектр фармакологической активности большинства ГКК достаточно широк. Цель работы – оценка возможности определения количественного содержания гидроксикоричных кислот в растительном сырье методом прямой спектрофотометрии.

Количественный анализ ГКК методом спектрофотометрии с УФ-детектированием основан на их способности поглощать электромагнитное изучение в области 220–330 нм. Анализ данных литературы за последние 15 лет показал, что большинство российских авторов применяют метод прямой спектрофотометрии для количественного определения суммы ГКК, используя как различные способы извлечений из растительного сырья, так и различные расчеты содержания ГКК в них.

Для анализа гидроксикоричных кислот были взяты образы различных сортов кофе, а также с различной степенью обжарки. Установлено, что максимум поглощения водно-спиртового извлечения зерен кофе находится при длине волны 330 нм, что совпадает с максимумом поглощения СО хлорогеновой кислоты.

Для выбора оптимального экстрагента использовали водно-спиртовые растворы различной концентрации. Максимальное содержание суммы гидроксикоричных кислот наблюдается при использовании в качестве экстрагента спирта этилового 30%, наименьший выход -

при использовании воды очищенной и спирта этилового 90% (таблица 1.)

Таблица 1

Влияние концентрации спирта на выход суммы гидроксикоричных кислот в зернах кофе.

№	Экстрагент	Выход суммы гидроксикоричных кислот, %
1	Вода очищенная	4.07±0,38
2	Спирт этиловый 30%	8.02±0,12
3	Спирт этиловый 50%	7.67±0,25
4	Спирт этиловый 70%	6.00±0,18
5	Спирт этиловый 90%	4.76±0,36
6	Спирт этиловый 96%	5.76±0,25

Следующим этапом работы было исследование влияния кратности и времени экстракции на степень извлечения суммы гидроксикоричных кислот. Извлечение проводили однократно, двукратно и трехкратно в течение 15 и 30 минут. Максимальный выход суммы гидроксикоричных кислот наблюдается при экстрагировании сырья трижды по 30 минут (таблица 2).

Таблица 2.

Влияние времени экстракции на выход суммы гидроксикоричных кислот в зернах кофе.

№	Количество экстракций	Время экстрагирования, мин.	Выход суммы гидроксикоричных кислот, %
1	1	15	2,71±0,12
2	1	20	3,25±0,15
3	1	30	5,08±0,44
4	2	15	6,33±0,32
5	2	20	7,05±0,21
6	2	30	8,27±0,37

Определение линейности проводили на 5 уровнях концентраций от теоретического содержания суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту в зернах кофе. Растворы готовили путем разбавления аликвоты и увеличения аликвоты для измерения количественного содержания суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту в растворах. Дальнейшим этапом исследования было сравнение зерен кофе различных степеней обжарки, для эксперимента были взяты зеленые (необжаренные) зерна кофе, зерна средней обжарки и сильно прожаренные зерна кофе, результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Влияние степени обжарки на выход суммы гидроксикоричных кислот в зернах кофе.

№	Время обжарки, мин при температуре 200-220^0 С	Выход суммы гидроксикоричных кислот, %
1	0	100±0,24
2	5	74±0,15
3	10	52±0,25
4	15	44±0,22
5	25	28±0,56
6	30	22±0,45

Преобладающей кислотой в составе сырых кофейных зерен является ХГК (хлорогеновая кислота), на ее долю приходится 6–8% сухой массы, ни в одном растении нет столь высокого содержания ХГК, как в кофе. В процессе обжарки содержание гидроксикоричных кислот снижается, при светлой обжарке (5-10 мин.) сохраняется до 50% гидроксикоричных кислот, а при темной обжарке – около 20%. При распаде ХГК образуются хининовая и кофеиновая кислоты – два вяжущих фенольных соединения.

Именно за счет уменьшения содержания органических кислот кофе темной обжарки отличается меньшей кислотностью, чем кофе светлой обжарки.

Список источников

1. Ксенофонтова Т.Д. Хлорогеновая и кофейная кислоты: области применения и методы определения / Т. Д. Ксенофонтова, В. Б. Барановская// Аналитика, Вып.4, 2024, С. 123-127

2. Чуклин Р.Е., Масликова Г.В. Клиническая фармакология кофейной кислоты / Р.Е. Чуклин, Г.В. Масликова // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 12-3. С. 436-437.

УДК 678.7

Ильина Ю.А.
Научные руководители: Егоров Е.Н., канд. хим. наук, доцент;
Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО И БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКОВ

Аннотация. *Исследованы реометрические (вулканизационные) показатели резиновой смеси на основе этиленпропилендиенового и бутадиен-нитрильного каучуков.*

Ключевые слова: *этиленпропилендиеновый каучук, бутадиен-нитрильный каучук, резиновая смесь, реометрические свойства.*

В различных отраслях промышленности, включая автомобильную, судостроительную, авиационную и нефтегазодобывающую, используется маслобензостойкая резина. Актуальность создания маслобензостойкой резины путем смешивания двух или более полимеров (каучуков) обусловлена её свойствами и областью применения [1-3]. В связи с этим, в данной работе исследовано влияние комбинаций этиленпропилендиенового и бутадиен-нитрильного каучуков на реометрические свойства резиновой смеси.

Изучаемая резиновая смесь содержала в себе каучуки EPDM S 505A, СКН 2645, вулканизующий агент (сера), ускорители вулканизации (сульфенамид Ц, тиурам Д), активаторы вулканизации (белила цинковые, стеарат кальция), мягчители (канифоль, масло И-8А), противостарители (ацетонанил Н, диафен ФП, воск ЗВ-П) и наполнитель (ТУ П324). В таблице приведены варианты резиновой смеси, в которых изменялось содержание EPDM S 505A и СКН 2645.

Таблица – Варианты исследуемой резиновой смеси

Каучуки	Варианты резиновой смеси				
	1	2	3	4	5
EPDM S 505A, мас. ч	100,0	75,0	50,0	25,0	-
СКН 2645, мас. ч	-	25,0	50,0	75,0	100,0

Реометрические характеристики резиновой смеси исследовали на реометре MDR 3000 Basic при 150 °С в течение 30 мин. На рисунке

представлены реометрические характеристики исследуемой резиновой смеси.

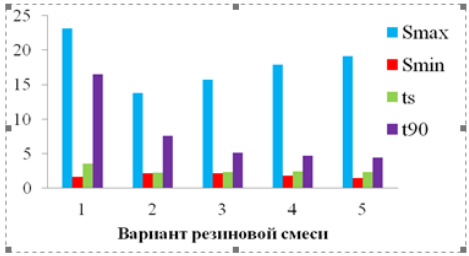


Рисунок – Реометрические показатели резиновой смеси (S_{max} – максимальный крутящий момент, дН·м; S_{min} – минимальный крутящий момент, дН·м); t_s – время начала вулканизации, мин; t_{90} – оптимальное время вулканизации, мин)

Из данных рисунка следует, что частичная замена EPDM S 505A на СКН 2645 в количестве 25,0 мас. ч. приводит к резкому уменьшению максимального крутящего момента, времён начала и оптимума вулканизации, тогда как минимальный крутящий момент резиновой смеси увеличивается. При дальнейшем увеличении содержания каучука СКН 2645 в резиновой смеси наблюдается возрастание максимального крутящего момента и снижение минимального крутящего момента, времён начала и оптимума вулканизации.

Список источников

1. Семенова С.Н., Чайкун А.М., Сулейманов Р.Р. Этиленпропилендиеновый каучук и его применение в резинотехнических материалах специального назначения (обзор) // Авиационные материалы и технологии. 2019. №3 (56). С. 23-30.

2. Алифанов Е.В., Чайкун А.М., Венедиктова М.А., Наумов И.С. Особенности рецептур резин на основе этиленпропиленовых каучуков и их применение в изделиях специального назначения (обзор) // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 2. С. 51-55.

3. Ливанова Н.М., Хазова В.А., Правада Е.С., Андриасян Ю.О., Попов А.А. Топология, микро- и надмолекулярная структура этиленпропилендиеновых эластомеров и особенности их совмещения с бутадиен-нитрильными каучуками // Химическая физика. 2022. №41. С. 67-75.

УДК 678.664

Ионова Н.П.
Научные руководители: Кузьмин М.В., канд. хим. наук, доцент;
Кольцов Н.И.– д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЭПОКСИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация. *Изучены физико-механические и эксплуатационные показатели эпоксиуретаных композиций на основе промышленно выпускаемой эпоксидной смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), сложного полиэфира на основе диэтиленгликоля и адипиновой кислоты ПДА 800 (ТУ 38.103287-80) и ПС (ТУ 38.103260-80).*

Ключевые слова: *диэлектрические свойства, эпоксиуретаны, полиизоцианат, эпоксидная смола, полиэфир, эксплуатационные показатели.*

По электрическим параметрам композиций и характеру их изменений при воздействии различных факторов можно судить о долговечности составов. Величина диэлектрических характеристик зависит от химического и фазового состава системы, ее влагосодержания, а также от частоты электрического поля, при которой производится измерение, и температуры. Диэлектрическая проницаемость, являющаяся количественным показателем процесса поляризации, так же как и tg δ, характеризующий гибкость цепей, зависят от химической природы и структуры пленкообразователя, наличия пластификаторов, пигментов, наполнителей и других добавок. Диэлектрические характеристики полимеров (диэлектрическая проницаемость ε, тангенс угла диэлектрических потерь tg δ) имеют большое значение. В частности, от них зависит способность материалов к быстрому нагреву в переменном электрическом поле высокой частоты. Диэлектрическая проницаемость зависит от полярности полимера. Изменяя состав полимерной композиции, удается создавать материалы с заданными диэлектрическими свойствами [2].

Эпоксиуретаны - это высокопрочные полимеры, находящие широкое применение в различных областях науки и технике. Одним из способов получения таких полимеров является использование для отверждения изоцианатов гидроксилсодержащих полиэфиров – продуктов взаимодействия эпоксидных смол с полиэфирами [2]. Получаемые при этом полимеры сочетают свойства эпоксидных и полиуретановых композиций, а именно высокую химическую стойкость, теплостойкость, адгезию, эластичность, электропроводящие свойства.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение диэлектрических свойств эпоксиуретанов на основе промышленно выпускаемой эпоксидной смолы ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), сложного полиэфира на основе диэтиленгликоля и адипиновой кислоты ПДА 800 (ТУ 38.103287-80) и ПС (ТУ 38.103260-80). Отвердителем служил полиизоцианат (ПИЦ) (ТУ 113-03-29-22-84) на основе 4,4-дифенилметандиизоцианта. В качестве ускорителя реакции в систему вводили лапрамол 294 – оксипропилированный этилендиамин (N,N'-тетрапропанолэтилендиамин) (ТУ 2226-010-10488057-94) [1].

Определение диэлектрических свойств композиций (удельное поверхностное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность) проводили по методикам ГОСТ 22372–77, ГОСТ 6433.2–71 на пленках толщиной 1 мм.

В диапазоне напряженности электрического поля 10^7–10^9 В/м наблюдается значительное увеличение электропроводности полимеров. При достижении определенного значения разности потенциалов увеличение электропроводности приводит к резкому росту силы тока, проходящего через полимер, т.е. к пробою. При этом материал теряет диэлектрические свойства и становится проводником, что сопровождается его разрушением. Напряженность электрического поля, при которой происходит пробой $E_{пр}$, является мерой электрической прочности материала [2].

Экспериментально установлено, что полимеры, не содержащие полярных примесей, обладают высокой электрической прочностью. Пробивное напряжение полимера значительно понижается, если в нем сорбируется влага или имеются включения воздуха, ионизирующиеся в сильном электрическом слое.

Выводы.

1. Были синтезированы полифункциональные эпоксиполиэфиры на основе ЭС и полиэфиров ПДА 800 и ПС. Реакции проводили до полной конверсии эпоксидных групп.

2. Введение N,N'-тетраоксипропилендиамина обеспечивает образование дополнительных сшивок в композиции, что способствует улучшению физико-механических и эксплуатационных показателей.

Список источников

1. Пат. РФ 2457220, МПК C08G18/58. Способ получения эпоксиполиуретанов.

2. Зверевич Ю.К., Кречетов Д.Д., Железняк В.Г./ Исследование влияния модификаторов на электропроводность модельной композиции на основе эпоксидного олигомера // Труды ВИАМ. 2024. -№ 6 (136). - С. 61-68.

УДК 544.723.2

Микутова А.Е.
Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

СОРБЦИЯ ИОНОВ КОБАЛЬТА(II) НА ЭНТЕРОСОРБЕНТЕ «ПОЛИФЕПАН»

Аннотация. *Представлены результаты исследования сорбционных свойств энтеросорбента "Полифепан" относительно ионов кобальта (II). Изучено влияние кислотности среды на сорбционную способность, а также рассчитаны значения предельной сорбции и удельной поверхности сорбента в рамках моделей Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича*

Ключевые слова: *катионы кобальта (II), сорбция, сорбционнная емкость, модель Дубинина-Радушкевича, модель Ленгмюра, кислотность среды, энтеросорбенты, лигнин гидролизный.*

Настоящая работа посвящена вопросу изучения сорбционной способности энтеросорбента торговой марки «Полифепан» по отношению к ионам кобальта(II) и зависимости сорбции данного сорбента от кислотности среды. Действующим веществом Полифепана является лигнин гидролизный, состоящий из продукта гидролиза компонентов древесины — полимера лигнина. Макромолекулы лигнина содержат циклические структуры и различные функциональные группы (гидроксильные, карбоксильные, карбонильные, метоксильные).

Сорбцию ионов кобальта проводили из растворов $CoCl_2$ с начальными концентрациями в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ М. Навеска сорбента массой 0,2 г помещалась в коническую колбу и заливалась 50 мл раствора $CoCl_2$ различной концентрации. Далее раствор анализировали на остаточное содержание ионов кобальта.

Полученная изотерма представлена на рисунке 1.

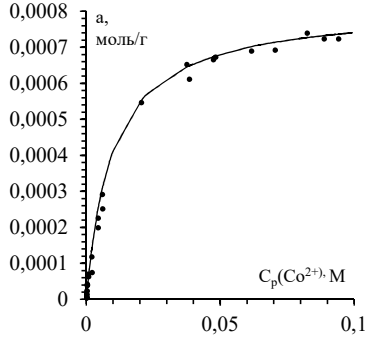


Рис. 1. Изотерма сорбции Co(II)

Для оценивания количественных характеристик сорбента были использованы модели Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича. В результате были определены ключевые количественные характеристики сорбции, включая: константу Ленгмюра, площадь поверхности сорбента и его максимальную сорбционную способность.

Так, рассчитанная константа Ленгмюра равна 119 л/моль, значение предельной сорбционной емкости при 20^0C составляет порядка 0,78 ммоль Co(II) на 1 г сорбента, а величина удельной поверхности сорбента, оцененная при рассмотрении в качестве сорбируемой частицы гидратированного иона кобальта (II), составляет порядка 184,7 $м^2$/г. Рассчитанная величина свободной энергии адсорбции в рамках модели Дубинина-Радушкевича (< 8 кДж/моль) свидетельствует о физической природе взаимодействия адсорбата с адсорбентом.

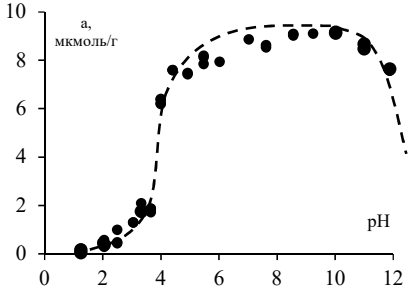


Рис. 2. Зависимость величины сорбции от pH

Изучение зависимости величины сорбции ионов кобальта от pH проводили из растворов $CoCl_2$ с концентрацией $C=5\cdot10^{-5}$ М. Значение pH варьировали посредством азотной кислоты и гидроксида натрия различной концентрации.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

Анализ экспериментально полученной зависимости величины сорбции от кислотности раствора показал, что в диапазоне кислотности от 2 до 5,5 ед. pH наблюдается снижение значений сорбции ионов металла из раствора по мере роста кислотности раствора, что как правило объясняется конкуренцией ионов кобальта и водорода за сорбционные места. Область pH от 5,5 до 10,2 характеризуется независимостью величин сорбции от кислотности раствора, а также максимальными их значениями. Стоит отметить, что указанный диапазон плато отвечает интервалу pH кишечника, где, как правило, и проявляют своё основное действие энтеросорбенты. В условиях достаточно высоких значений pH > 10,2 отмечается резкое уменьшение сорбции, что связано, по нашему мнению, с образованием гидроксильных форм кобальта в растворе.

Таким образом, в настоящей работе показана применимость уравнений Ленгмюра, и Дубинина – Радушкевича в контексте аппроксимации экспериментальных изотерм сорбции ионов Co(II) на энтеросорбенте “Полифепан”, оценены значения предельной сорбционной способности

и удельной поверхности, а также осуществлена качественная оценка характера взаимодействий в системе “сорбент-сорбат”. Показано, что кислотность раствора оказывает влияние на величину сорбции, при этом максимальное значение сорбционной способности исследуемого сорбента наблюдается в диапазоне pH от 4 до 10.

Список источников

1 ПНД Ф 14.1:2.44-96. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов кобальта в природных и сточных водах фотометрическим методом с нитрозо-R-солью. – М.: ФБУ «ФЦАО», 2013. 13 с.

2 Никифорова Т.Е. Физико-химические основы хемосорбции ионов d-металлов модифицированными целлюлозосодержащими материалами: дис. д-ра. хим. наук. / Т.Е. Никифорова. - М: ФГБОУ ВПО «Ивановский гос. химико-технологический ун-т», 2014. С. 233-322.

3 Конорев М.Р. Клиническая фармакология энтеросорбентов нового поколения // Вестник фармации. 2013. №4(62). С. 79-85.

УДК 544.723.2

Нигматова А.Д.
Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ ИОНОВ Cu(II) ЭНТЕРОСОРБЕНТОМ «ПОЛИФЕПАН»

Аннотация. *Изучена кинетика сорбции ионов меди (II) энтеросорбентом «Полифепан». Показано, что процесс сорбции отвечает смешаннодиффузионной области и кинетика извлечения ионов меди (II) энтеросорбентом «Полифепан» наиболее адекватно описывается моделью псевдо-второго порядка.*

Ключевые слова: *катионы меди (II), лигнин гидролизный, кинетика сорбции, смешаннодиффузионный режим, диффузия.*

В настоящее время особое внимание уделяется исследованию сорбционных свойств, которые можно использовать для очистки сточных вод. Применение природных материалов для сорбционной очистки вод от катионов Cu(II) является перспективной [1].

Кинетику сорбции ионов меди изучали методом ограниченного объема [2]. Для этого в стакан помещали 1 г лигнина гидролизного и заливали 500 мл раствора. Через определенные промежутки времени отбирали раствор с помощью шприцевых фильтров и определяли содержание металла. Из полученной зависимости (Рис. 1) видно, что равновесие достигается в течение 1 часа.

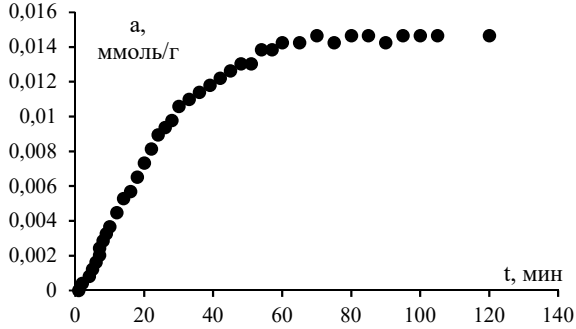


Рис. 1. Интегральная кинетическая кривая сорбции ионов меди(II). Условия измерения: $C(Cu^{2+}) = 5 \cdot 10^{-4}$ М; Т = 298 ± 2 К.

С целью выяснения механизма процесса сорбции интегральная кинетическая кривая сорбции иона меди обработана уравнениями диффузионной кинетики. Полученные зависимости представлены на рисунке 2 и 3.

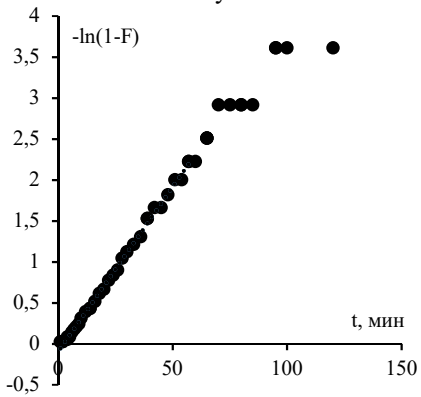


Рис. 2. Зависимость –ln(1 – F) от t при сорбции ионов меди(II)

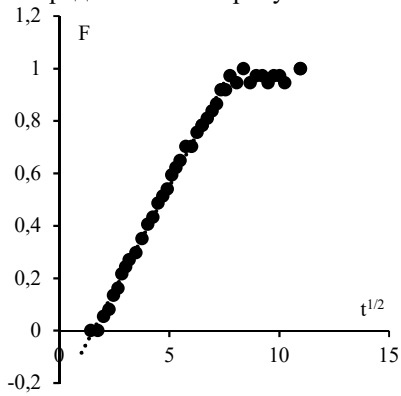


Рис. 3. Зависимость F от $t^{1/2}$ при сорбции ионов меди (II)

Известно [3], что для внешнедиффузионных процессов кинетическая кривая должна быть линейной, если представить ее в координатах –ln(1-F) от t, где t – время, F – степень достижения равновесия в системе, рассчитываемая как $F = a_t/a_e$, где a_t – количество сорбированного вещества в момент времени t, ммоль/г; a_e – количество сорбированного вещества в состоянии равновесия, ммоль/г. Как следует из рисунка 2, кинетическая кривая сорбции ионов меди исследуемым лигнином гидролизным описывается прямой в координатах –ln(1-F) от t на начальном этапе сорбции, следовательно, в этот промежуток времени диффузия в пленке раствора вносит вклад в общую скорость процесса.

Кинетическая кривая сорбции, представляет собой зависимость, которая при малых временах контакта фаз является прямой, а затем искривляется (рисунок 3). Согласно литературным данным [4], это свидетельствует о том, что диффузия в зерне сорбента контролирует общую скорость процесса.

Таким образом, и диффузия ионов через пленку раствора, и диффузия в зерне сорбента вносят свой вклад в общую скорость процесса, следовательно, сорбция ионов меди(II) протекает в смешаннодиффузионном режиме.

Следующим этапом обработки экспериментальных данных было применение моделей, позволяющих выявить вклад химической стадии.

К таким моделям относятся модели нулевого, псевдо-первого порядка и псевдо-второго порядка. Для определения значений параметров данных моделей проводили процедуру минимизации. Для установления модели, оптимально описывающей сорбцию ионов меди (II), сравнивали коэффициенты корреляции R^2, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты обработки интегральной кинетической кривой сорбции ионов меди (II) моделями химической кинетики

Ион металла	R^2		
	Модель нулевого порядка	Модель псевдо-первого порядка	Модель псевдо-второго порядка
Cu(II)	0,994	0,995	0,996

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что сорбция ионов меди (II) наилучшим образом описывается моделью псевдо-второго порядка.

Список источников

1. Лозинская Е.Ф., Митракова Т.Н., Жиляева Н.А. Выбор природных сорбентов для очистки сточных вод ионов меди (II) // Auditorium. – 2014. – № 1.

2. Салдадзе К.М. Комплексообразующие иониты (комплекситы) / К.М. Салдадзе, В.Д. Копылова-Валова. – М.: Химия, 1980. – 336 с.

3. Гельферих Ф. Иониты. Основы ионного обмена / Ф. Гельферих. – М. : Изд-во иностр. лит-ры, 1962. – 492 с.

УДК 664

Петров Б.Ф.
Научный руководитель: Тарасенко Е.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД?

Аннотация: *Рассмотрен противоречивый вопрос использования пищевых добавок в современной пищевой промышленности.*

Ключевые слова: *пищевые добавки, пищевая промышленность.*

Пищевые добавки – это натуральные или искусственные вещества, добавляемые в пищевые продукты с различными технологическими целями, такими как улучшение вкуса, текстуры, внешнего вида, продление срока годности и обогащение питательной ценности [1].

Пищевые добавки играют важную роль в современной пищевой промышленности, выполняя ряд ключевых функций [2]:

1. Улучшение вкуса и аромата. Усилители вкуса (например, глутамат натрия) и ароматизаторы позволяют сделать продукты более привлекательными для потребителей.
2. Улучшение текстуры и консистенции. Загустители, стабилизаторы и эмульгаторы обеспечивают желаемую текстуру и консистенцию продуктов, предотвращая их расслоение и улучшая потребительские свойства.
3. Продление срока годности. Консерванты (например, бензоат натрия, сорбат калия) предотвращают рост микроорганизмов, продлевая срок годности продуктов и снижая риск пищевых отравлений. Это особенно важно для продуктов, транспортируемых на большие расстояния или хранящихся длительное время.
4. Сохранение цвета. Красители (например, тартразин, кармуазин) улучшают внешний вид продуктов, делая их более привлекательными для потребителей.
5. Контроль pH. Регуляторы кислотности (например, лимонная кислота) поддерживают оптимальный pH продуктов, улучшая их вкус и стабильность.

Несмотря на преимущества, использование пищевых добавок может быть связано с определенными рисками для здоровья потребителей [3]:

1. Аллергические реакции. Некоторые пищевые добавки (например, тартразин, сульфиты) могут вызывать аллергические реакции у чувствительных людей.
2. Потенциальная канцерогенность. Некоторые пищевые добавки (например, нитриты, нитраты) при определенных условиях могут образовывать канцерогенные вещества.

3. Риск превышения допустимых норм. Неконтролируемое использование пищевых добавок может привести к превышению допустимых норм потребления, что может негативно сказаться на здоровье.

Для обеспечения безопасности потребителей использование пищевых добавок строго регулируется во многих странах мира. Регулирующие органы, такие как Европейское агентство по безопасности продуктов питания (EFSA) и Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA), проводят оценку безопасности пищевых добавок, устанавливают допустимые нормы потребления и контролируют их использование в пищевой промышленности [4].

Ключевые меры по обеспечению безопасности включают:

1. Оценка безопасности. Каждая пищевая добавка проходит тщательную оценку безопасности, прежде чем быть разрешенной для использования в пищевой промышленности.

2. Установление допустимых норм потребления. Для каждой пищевой добавки устанавливается допустимая суточная доза (ADI), которая представляет собой количество вещества, которое человек может безопасно потреблять ежедневно в течение всей жизни.

3. Маркировка пищевых продуктов. Производители обязаны указывать на этикетках пищевых продуктов все используемые пищевые добавки с указанием их наименования или Е-номера.

4. Контроль и мониторинг. Регулирующие органы проводят регулярный контроль и мониторинг содержания пищевых добавок в пищевых продуктах для обеспечения соблюдения установленных норм.

Выводы: пищевые добавки играют важную роль в современной пищевой промышленности, обеспечивая улучшение вкуса, текстуры, продление срока годности и обогащение питательной ценности продуктов. Однако, необходимо учитывать потенциальные риски для здоровья, связанные с употреблением определенных пищевых добавок. Строгое регулирование и контроль со стороны регулирующих органов, а также информированность потребителей о составе продуктов, являются ключевыми факторами для обеспечения безопасности и формирования осознанного отношения к пищевым добавкам.

Список источников

1. Мишарина Т.А. Пищевые добавки //Большая российская энциклопедия. Т.26. – М., 2014. – С. 309.

2. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия /Л.А. Сарафанова. 2-е изд., испр. и доп. – СПб: ГИОРД, 2004. – 808 с.

3. Блинова, Е.Г. Рациональное питание и оценка пищевого статуса организма. Омск: Изд-во ОмГПУ, 1998 –96 с.

Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. – М.: «Медицина», 1991. – 158 с.

УДК 535.662

Подолюк Д.А.
Научный руководитель: Тарасенко Е. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ЦВЕТНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация. *Рассматриваются основные принципы цветности химических соединений. Исследованы основные механизмы возникновения окраски у различных классов химических соединений. Особое внимание уделено взаимосвязи между электронной структурой молекул и их спектральными характеристиками. Рассмотрены примеры практического применения цветных веществ в промышленности.*

Ключевые слова: *цветность, химические соединения, электронные переходы, поглощение света.*

Цветность химических соединений представляет собой важное физико-химическое свойство, имеющее как фундаментальное научное значение, так и широкое практическое применение. Данное явление обусловлено особенностями электронного строения молекул и характером их взаимодействия с электромагнитным излучением видимого диапазона (380-750 нм). Изучение цветности позволяет установить важные закономерности взаимосвязи между структурой вещества и его оптическими свойствами.

Актуальность определяется широким использованием цветных соединений в промышленности, медицине и научных исследованиях. Систематизация знаний о природе цветности позволяет лучше понимать и прогнозировать свойства таких веществ. Особое значение это приобретает при разработке новых функциональных материалов с заданными оптическими характеристиками.

В рамках исследования решались следующие ключевые задачи:

1. Объяснить природу цветности химических соединений через электронные переходы и строение молекул.
2. Систематизировать факторы, влияющие на окраску (сопряжение, комплексообразование, внешние условия).
3. Показать практическое применение цветных веществ в науке и промышленности.
4. Ознакомить с ключевыми принципами, лежащими в основе химической цветности.

Цветность химических соединений является прямым отражением особенностей их электронного строения и характера взаимодействия с электромагнитным излучением. В данном разделе проведен:

– Детальный анализ механизмов электронных переходов ($\pi \rightarrow \pi^*$, d-d, зарядовый перенос), лежащих в основе поглощения света молекулами.

– Всестороннее изучение особенностей сопряженных систем в органических соединениях и их определяющего влияния на цветовые характеристики.

– Комплексное рассмотрение теории кристаллического поля для объяснения специфической окраски комплексов переходных металлов.

Цвет химических соединений возникает благодаря избирательному поглощению света на определенных длинах волн. Это свойство определяется как внутренними особенностями молекулярной структуры, так и внешними условиями среды.

1. Форма молекул. Чем более плоская и жесткая молекула, тем обычно ярче ее цвет. Плоские молекулы красителей окрашены сильнее, чем их изогнутые аналоги: плоские молекулы индиго имеют интенсивный синий цвет, их изогнутые аналоги – менее яркую окраску.

2. Взаимодействие между молекулами (например, в кристаллах или концентрированных растворах) может изменить их цвет. При изменении агрегатного состояния цвет может меняться: йод (I_2) в газовой фазе – фиолетовый; в воде образует коричневый раствор; в гексане сохраняет фиолетовую окраску.

3. Расположение атомов в комплексах металлов. Разные варианты расположения могут давать разную окраску. Цвет зависит от геометрии комплекса: розовый $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ при добавлении HCl становится голубым $[CoCl_4]^{2-}$. *Цис*-$[CoCl_2(NH_3)_4]$ имеет фиолетовую окраску, а *транс*-$[CoCl_2(NH_3)_4]$ – зеленую.

4. Строение кристаллов. В твердом состоянии цвет вещества может отличаться от его цвета в растворе: безводный сульфат меди ($CuSO_4$) – белый; его кристаллогидрат ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) – голубой.

5. Неспаренные электроны. Вещества с неспаренными электронами (например, соединения меди или железа) часто имеют характерную окраску, которая отличается от похожих соединений без таких электронов. Степень окисления металла влияет на окраску: соединения Cu^+ (d^{10}) бесцветны, растворы Cu^{2+} (d^9) – окрашены в голубой цвет.

6. Реакция на свет. Некоторые вещества меняют цвет под действием света. Это может быть временным или постоянным изменением, в зависимости от конкретного соединения. Фотохромными являются соединения серебра и спиропираны.

Многообразие окрашенных химических соединений требует системного подхода к их классификации:

1. Азокрасители как важнейший класс синтетических красителей;
2. Природные пигменты (антоцианы, каротиноиды, порфирины) с их уникальными свойствами;
3. Полициклические ароматические соединения с протяженными сопряженными системами;
4. Координационные соединения переходных металлов (Cu, Co, Cr, Fe);
5. Оксидные соединения и кристаллы с дефектной структурой;
6. Смешанновалентные соединения с межвалентными взаимодействиями.

Изучение цветности химических соединений имеет важное практическое значение для различных областей науки и техники.

Исследование природы цветности химических соединений позволило выявить фундаментальные взаимосвязи между их строением и оптическими свойствами. Окраска веществ определяется процессами взаимодействия молекул со светом – от $\pi \rightarrow \pi^*$-переходов в органических соединениях с сопряженными системами до *d-d*-переходов в комплексах переходных металлов.

Практическое значение изучения цветности проявляется в самых разных сферах – от промышленного производства красителей до разработки современных функциональных материалов. Понимание механизмов окраски позволяет не только объяснять свойства известных соединений, но и целенаправленно создавать новые вещества с заданными характеристиками. Особенно перспективными представляются исследования в области "умных" материалов, меняющих цвет под воздействием различных факторов.

Список источников

1. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия /Н.Ф. Степанов. – М.: Мир, 2007. – 519 с.
2. Левченков С.И. Квантовая химия. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 393 с.
3. Драго Р. Физические методы в химии /Р. Драго. – М.: Мир, 1981. – 424 с.
4. Координационная химия /Под ред. А.А. Гринберга. – М.: Химия, 1991. – 480 с.
5. Органическая химия красителей /Под ред. К. Венкатарамана. – М.: Химия, 1986. – 597 с.
6. Соколов, В.И. Введение в теорию спектров поглощения. – М.: Наука, 2012. – 328 с.

УДК 666.3

Подсосонная А.Д., Го Луин
Научный руководитель: Шиманская А.Н., канд. техн. наук, ст. преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ ZrO_2 – C□O – P_2O_5 ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ КОСТНОЙ ТКАНИ

Аннотация. *В системе ZrO_2 – CaO – P_2O_5 получены керамические материалы, изучены их физико-химические свойства, особенности структуро- и фазообразования, а также биологическая активность.*

Ключевые слова: *диоксид циркония, гидроксиапатит, открытая пористость, механическая прочность, биологическая активность.*

Пористая керамика на основе диоксида циркония представляет интерес в качестве материала для восполнения дефектов костной ткани, поскольку отличается высокими прочностными характеристиками, химической стойкостью, не вызывает аллергических реакций. Однако подобный материал является биоинертным, поэтому в настоящее время особое внимание уделяется разработке композитов, которые наряду с ZrO_2 содержат компоненты, обеспечивающие сцепление имплантата с костной тканью.

В связи с этим целью настоящего исследования является разработка составов и технологических параметров получения керамических материалов в системе ZrO_2 – CaO – P_2O_5, установление взаимосвязи «химический состав – структура – физико-химические свойства – биоактивность».

В состав керамических масс входили нанодисперсный диоксид циркония в количестве 10–50 мас. % и гидроксиапатит, синтезированный методом осаждения из растворов, – 50–90 мас. %. Из указанных компонентов готовили пластические массы, формовали опытные образцы методом экструзии, которые далее сушили в лабораторном сушильном шкафу и затем обжигали в электрической печи SNOL 8/1600 при 1300–1500 °С. Скорость подъема температуры составляла 250 °С/ч. Выдержка при максимальной температуре – 60 мин.

Водопоглощение, кажущаяся плотность и открытая пористость изделий изучались методом насыщения и гидростатического взвешивания, механическая прочность при сжатии определялась с помощью универсальной элек-

тромеханической испытательной машины Galdabini Quasar 100. Структура материала исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM–5610 LV и дифрактометра D8 ADVANCE Bruker.

Полученные образцы отличались белой окраской, пористой текстурой, характеризовались следующим комплексом физико-химических свойств: кажущаяся плотность – 2570–3224 кг/м^3; открытая пористость – 0–32,0 мас. %; водопоглощение – 0–12,0 мас. %; механическая прочность при сжатии – 26,9–93,7 МПа. Следует отметить, что, не смотря на увеличение открытой пористости при повышении содержания диоксида циркония в составе керамической массы, механическая прочность при сжатии отличается относительно высокими значениями (рисунок 1).

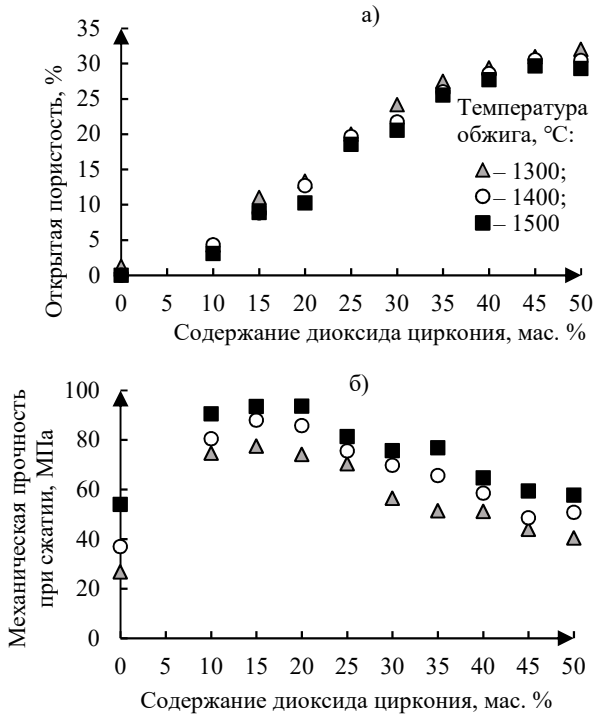


Рис. 1. Графики зависимости открытой пористости (а) и механической прочности при сжатии (б) от содержания диоксида циркония

Фазовый состав образцов определялся температурой обжига. Так, в материалах, термообработанных при 1300 °С, идентифицировались гидроксиапатит $Ca_5(PO_4)_3(OH)$, диоксид циркония ZrO_2 и ортофосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$,

при 1500 °С – диоксид циркония ZrO_2 и ортофосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$. Количество указанных фаз закономерно варьировалось в зависимости от содержания компонентов в составе керамической массы.

Для оценки биологической активности опытные образцы погружали в SBF-раствор и выдерживали 28 сут. при 37 °С в термостате ТС-1/20. Через 1, 7, 14, 21, 28 сут. образцы извлекались из SBF-раствора, промывались дистиллированной водой, сушились, а затем взвешивались, после проведения указанных измерений образцы погружались в начальный SBF-раствор. Как известно, в живом организме среда непрерывно обновляется, поэтому параллельно проводилась серия опытов, предусматривающая замену SBF-раствора на свежеприготовленный при каждом извлечении образцов.

С помощью электронной микроскопии установлено, что после термостатирования образцов в SBF-растворе на их поверхности наблюдалось образование фосфатов кальция, что, вероятнее всего, связано с интенсификацией процесса кристаллизации при обновлении раствора. Кроме того, биологическая активность материала зависела от его фазового состава и пористости (рисунок 2).

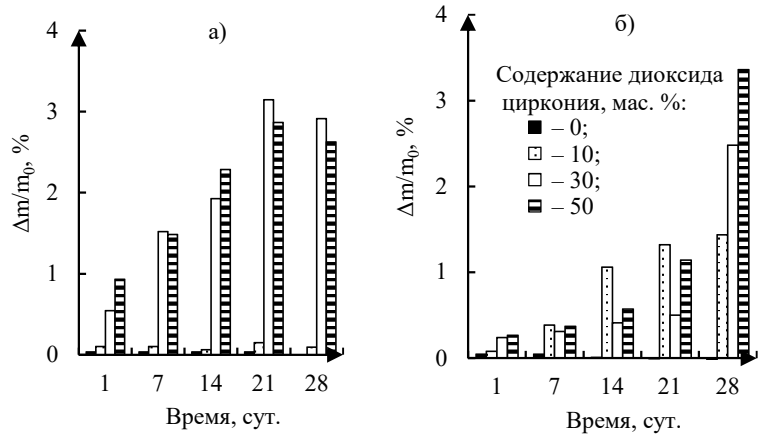


Рис. 2. Изменение массы образцов, полученных при 1300 (а) и 1500 °С, после термостатирования в SBF-растворе (при замене раствора на свежеприготовленный)

Таким образом, проведенные исследования показали, что полученные материалы и изделия из них могут быть перспективными для восполнения дефектов костных тканей.

УДК 543.062

Сверчков И.П.
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ СЕРЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Аннотация. *Исследован новый подход к количественному определению форм серы в донных отложениях методом волнодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии в сочетании с регрессией по методу частичных наименьших квадратов. Количественный анализ сульфатной серы производился путём анализа спектров в областях S-Kα и S-Kβ линий. В исследовании показано, что различия спектров в обоих областях могут быть использованы для количественного анализа сульфатной серы в присутствии серы, находящейся в других формах.*

Ключевые слова: *рентгенофлуоресцентная спектрометрия, формы серы, количественный анализ.*

В донных отложениях водоемов, подверженных антропогенной нагрузке от предприятий по добыче и переработке сульфидных руд, содержание сульфидной и органической серы коррелирует с содержанием тяжелых металлов. Сульфатная же сера является наиболее распространенной формой этого элемента в составе земной коры и высокое содержание сульфатной серы в донных отложениях как правило не связано с загрязнением водных объектов тяжелыми металлами. Таким образом, сульфидная и органическая сера в составе донных отложений является элементом-индикатором загрязнения вод и донных отложений тяжелыми металлами. По этой причине разработка количественного экспресс-метода определения форм серы имеет важное значение для выявления загрязнений вод и донных отложений тяжелыми металлами на ранних этапах.

Одним из возможных способов определения форм серы является рентгенофлуоресцентная спектрометрия. Не смотря на то что обычно этот метод используется только для определения элементного состава образцов, положение и форма рентгеновских эмиссионных спектров могут сильно различаться в зависимости от степени окисления элемента. Для серы эти различия более существенны в области линии S-Kβ,

чем в области линии S-Kα, поскольку линии S-Kβ возникают в результате переходов с участием 3p-оболочки, которая является более внешней, чем 2p-оболочка, связанная с S-Kα линией. Интенсивности и ширины запрещенных и спутниковых S-Kβ линий зависят от концентрации и степени окисления атомов серы. Как можно видеть на рисунке 1, линии S-Kα и S-Kβ наблюдается для всех видов серы, а линия-сателлит S-Kβ′ характерна только для серы находящейся в форме сульфата.

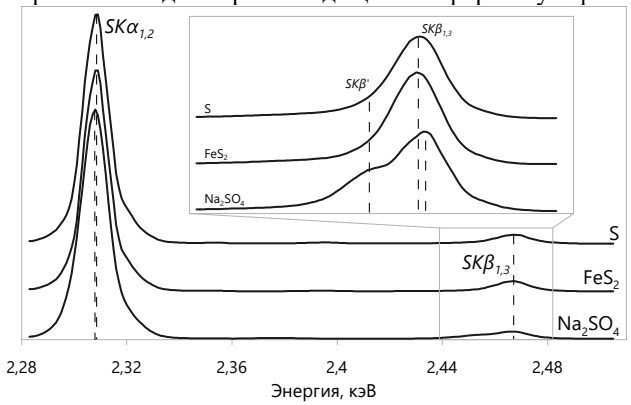


Рис. 1. Рентгеновские эмиссионные спектры различных соединений серы

Различия в спектрах показанные на рисунке 1, в области эмиссионной линии S-Kβ, могут быть использованы для качественного и количественного анализа форм серы.

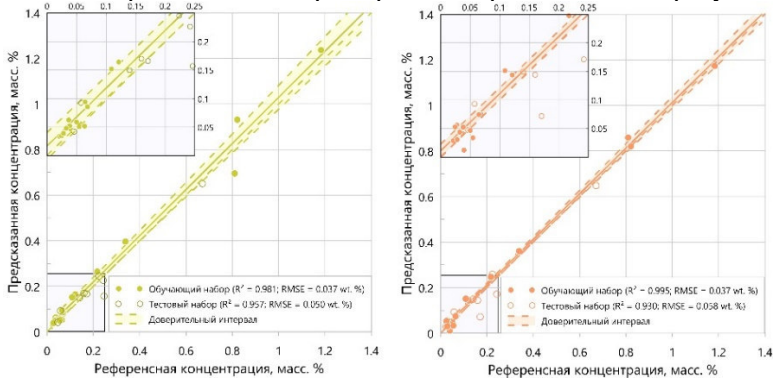
Для проведения исследований было подготовлено 29 образцов донных отложений. Все образцы были разделены на две части, обучающий и тестовый наборы. Обучающий набор включал 20 проб и использовался для построения модели машинного обучения и определения оптимального количества её компонентов. Набор для тестирования не учувствовал в построении модели, а использовался только при валидации моделей.

Содержание сульфатной и общей серы во всех образцах было установлено методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

Модели машинного обучения, связывающие рентгеновские эмиссионные спектры в областях S-Kα и S-Kβ и содержание сульфатной серы были построены по методу частичных наименьших квадратов.

Для оценки качества полученных моделей были построены графики, показывающие содержание референсных концентраций сульфатной серы и содержание, предсказанное разработанной моделью, как для

обучающего, так и для тестового набора. Все полученные результаты и основные метрологические характеристики представлены на рисунке 2.



а б

Рис. 2. График зависимости референсных концентраций сульфатной серы от концентраций предсказанных PLS-моделью по анализу спектра (а – для спектра в области линии *S-Kα*, б – для спектра в области линии *S-Kβ*)

Как видно из графиков (рисунок 2), значения предсказанные разработанной моделью по спектрам в области *S-Kα* и *S-Kβ* линии серы хорошо согласуются с измеренными значениями. Коэффициент детерминации для тестового набора для модели построенной по спектрам в области линии *S-Kα* составляет 0,981, в области *S-Kβ* – 0,995. Такие высокие значения коэффициентов для обеих моделей указывают на сильную корреляцию между структурой спектральных линий и концентрацией сульфатов в пробах. Для обоих полученных моделей коэффициент детерминации является удовлетворительным и указывает на то что они могут использоваться для количественного химического анализа.

Вывод. Новый подход к количественному определению форм серы методом рентгеновской флуоресценции в донных отложениях определения форм серы в донных отложениях позволит проводить мониторинг состояния экосистем, оценивать эффективность мер по охране окружающей среды и разрабатывать стратегии для восстановления водоёмов загрязнённых тяжелыми металлами.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2024-0005).

УДК 532.135

Смышляев Д.А.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕПЛАСТИКА

Аннотация. *Приводится исследование химического состава углепластика, основных физико-химических свойств и применения в различных областях.*

Ключевые слова: *углепластик, углерод, углеродные нити, полимеры, карбонопластик, кевлар, углеткань.*

Углепластик или карбон – ткань из волокон углерода, залитая эпоксидной смолой или другими видами термополимеров. Связующее вещество может быть разным и сильно отличаться по свойствам, а вот основа всегда одна и та же – углерод в виде волокон. Такая особенность приводит к тому, что разные виды карбона могут также отличаться, но название прижилось и стало более популярным, чем углепластик или карбонопластик.

Углеродные нити получить можно только в результате физико-химических превращений, требующих высочайшей точности на каждом из этапов. Толщина нити находится в пределах 0,005 – 0,1 мм и состоит только из атомов углерода (на 99%). Получают карбоновые нити простым способом – сжигая полимерные или органические нити в атмосфере кислорода. После выгорания всех компонентов остается только цепочка молекул углерода. Не нужно уточнять, что для сохранения прочной структуры необходимо выдерживать температуру, время обработки, давление и другие параметры с точностью в десятые доли процента. Иначе получится не углеродная нить, а обычный пепел.

Процесс удаления примесей и создания прочных связей между атомами отличается высокой сложностью, но еще сложнее переплести эти нити и получить ткань. Дело в том, что нити очень ломкие, но прочные

на разрыв. В зависимости от выбранной техники связи волокон получают тканые и нетканые основания для изготовления карбоновых изделий. Тончайшая ткань пропитывается полимерными материалами и послойно склеивается. Получается прочный композит с особыми свойствами: прочностью на разрыв; гибкостью; стойкостью к излому; упругостью.

Изделия из карбона отлично сохраняют форму, не поддаются коррозии и химически инертны. Даже те реактивы, с которыми реагирует углерод, не действуют на углепластик, защитой служит полимерная пропитка. Ответ на вопрос, что такое карбон, простой. Это композитный материал из волокон углерода, склеенных смолами и полимерами.

Плотность карбона находится в пределах 1450-2000 кг/м3. Это немало, но позволяет определить, настоящий ли углепластик использован для производства изделия. Если ракетка или удилище слишком легкие, возможно, вам продают подделку, где вместо углеродного волокна использована вискоза, полиэтилен или стекловолокно. Примеси в карбоне допускаются, часто даже желательны, например, кевлар, который увеличивает прочность. Используется кевлар (арамид) в роли армирующей структуры, нити хорошо видны внутри изделия. Карбоновые изделия не нужно красить или лакировать – они совершенно не боятся воздействий. Если используют декоративные покрытия, то не для защиты, а для придания более привлекательного вида.

Карбон обладает небольшим весом, легче алюминия приблизительно на 20%. При этом из него можно создать изделия меньшей толщины, чем из алюминия, обладающие более высокой прочностью. Часто элемент углерод ассоциируется с углем и разными видами топлива: газом, бензином, керосином. Все это углеводороды, которые хорошо горят. А вот карбон не горит и отлично выдерживает температуру до +2000ºС, потому что полимерная масса полностью исключает доступ кислорода к углеродным волокнам и не допускает возникновения реакций окисления.

При замене карбоном металлических изделий принимают во внимание не только прочность, но и исключительно высокую химическую стойкость. Большинство вызывающих коррозию веществ на карбон не действуют. Углеткань это не только микроскопическая толщина волокон в 5-10 мкм и высокая химическая чистота. Нити обладают уникальной кристаллической структурой — атомы выстроены в продольную цепочку и сильно связаны между собой. Переплести их сложно из-за того, что на излом они менее стойкие, чем обычный текстиль. После получения ткани слои пропитывают смолами и полимерами и соединяют между собой способами склеивания, прессования или наматывания.

Чаще всего первый слой накладывают на матрицу, формируя базовый вид. Затем поочередно пропитывают смолой и укладывают последующий слой до достижения заданной толщины и прочности. Для получения миллиметровой толщины карбона необходимо 4-5 слоев.

При всех своих преимуществах, это не такой идеальный материал, как может показаться. Один из главных недостатков – относительно невысокая стойкость к ударным нагрузкам. Причина кроется в особенностях структуры углеродной цепочки. Сильные связи между атомами действуют в осевом направлении, но очень слабо противостоят в перпендикулярном. Сломать нить очень легко. В зависимости от качества и свойств полимера, противоударная стойкость находится в широком диапазоне. Но в любом случае ниже, чем у металлов, например, алюминия, с которым сравнивался карбон, средний предел деформации углепластика до начала структурных нарушений – смещение слоев всего на 0,5%. Естественно, изделие не разрушается и даже не теряет своих главных свойств, но микротрещины появляются и несколько снижают ресурс.

Список источников

1. Манхиров В.Н. Углепластики: технологии получения и определение механических характеристик/ В.Н. Манхиров, А.В. Номоев, В.В. Сызранцев, О.Ж. Аюрова // Вестник Бурятского ГУ. Химия.Физика, 2019. Вып.2-3. С.13-21.

УДК 635:262

Степанова К.А.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЧЕСНОКА

Аннотация. *Приводится химическое исследование основных биологически активных компонентов чеснока с последующим анализом составляющих и выделением их из растения.*

Ключевые слова: *чеснок, аохен, аллин, аллицин, сульфоксид, жирорастворимые органические сульфиды или дисульфиды, химическая ативность, биоактивность.*

Свежие экстракты чеснока содержат большое количество полезных для здоровья сераорганических соединений. Химический состав *AlliumsativumL.*, растения известного как чеснок, определяет его бактерицидные свойства. Чеснок содержит воду (62-68%), углеводы (26-30%), белки (1,5-2,1%), аминокислоты (1-1,5%), сероорганические соединения (1,1-3,5%), клетчатку (1,5%). Полисахариды, эфирные масла придают чесноку характерный вкус и запах. *AlliumsativumL.* также содержит витамин С: в листьях до 50 мг, в луковицах 8-10 мг, витамины В1, В2, РР, в листьях – каротин.

Минеральный состав включает в себя фосфор, кальций, медь, магний, кремний, цинк, марганец. Ещё одним важным показателем элементного состава луковиц чеснока озимого является высокое содержание железа, среднее накопление элемента 14,6 мг/кг [1,2]. *AlliumsativumL.* содержит эфирное масло, которое находится в клетках растения в связанном виде и освобождается только после ферментативного расщепления.

Один из главных компонентов экстракта, полученного с помощью неполярных растворителей, – *ахоен.* Он препятствует образованию тромбов и обладает потенциальными противоопухолевыми свойствами. Однако получать это биологически активное вещество из чеснока нерентабельно.

Луковицы чеснока содержат аллиин (*alliin*) (серо- и азотсодержащее соединение) в количестве 0,3% от веса свежего сырья или около 65-75%

от общего количества серосодержащих веществ чеснока. В чистом виде аллиин – кристаллическое вещество, легко растворяется в воде, не обладает бактерицидными свойствами, достаточно стабильно. При измельчении чеснока, ферменты, высвобождающиеся из поврежденной ткани, начинают разрушать основное серосодержащее соединение, входящее в состав чеснока, – *аллиин*. На первой стадии разрушения аллиина образуется аллицин, благодаря которому блюда со свежим чесноком имеют острый аромат.

С помощью C-S лиазного фермента аллииназы, который находится так же в тканях луковицы чеснока, аллиин превращается в аллицин (allicin) (диаллил-дисульфид-S-оксид). Аллицин – летучий фитонцид, смесь летучих ароматических соединений, состоящих из полисульфидов, которая является сильным антиоксидантом, избавляющим клетки от свободных радикалов. *Аллицин* — органическое соединение, сульфоксид, которое образуется при механическом разрушении клеток чеснока обладающее бактерицидным и фунгицидным действием. Аллицин не присутствует в чесноке, а образуется из своего предшественника — аллиина, который, в свою очередь, образуется из аминокислоты цистеина. В целом зубке аллиин и фермент аллициназа разделены: фермент находится в вакуолях, а аллиин — в цитоплазме [3]. При нарушении целостности зубка его клетки разрушаются, и их компоненты вступают во взаимодействие, при этом образуется аллицин.

Аллицин представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с резким запахом чеснока, малорастворимое в воде, хорошо в сероуглероде, легко полимеризуется в растворах с отщеплением от молекулы сернистого газа, разлагается щелочами. Аллицин — соединение с невысокой термической стабильностью. Он медленно разрушается при комнатной температуре и быстро — при нагревании (готовке). Аллицин имеет высокую активность как против грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Его активность сохраняется в крови и желудочном соке. В высоких дозах отрицательно влияет на деятельность центральной нервной системы.

Аллицин обладает очень сильными антибактериальными действиями – задерживает рост бактерий в разведении 1:125000. Аллицин реагирует с тиольными группами и может инактивировать ферменты. Это вещество чрезвычайно реакционноспособное соединение и сразу же превращается в ряд активных соединений, одним из которых является аджоен.

Следующий компонент чеснока это *аджоен* (ajoene) – 2-пропенил-3[3-(2-пропенилсульфинил)-1-пропенил] дисульфид – считается одним из наиболее активных компонентов экстрактивных веществ чеснока. Помимо аджоена аллицин превращается в такие соединения как: диаллилсульфид (diallylsulfide), диаллилдисульфид (diallyldisulfide), диаллилтрисульфид (diallylthreesulfide), винилдитиин (vinyldithiin) [4].

В чесноке, в ходе ферментации формируется S-аллилцистеин при катаболизме γ-глутамил-S-аллилоцистеина, по содержанию этого вещества определяют «возраст» черного чеснока. В процессе ферментации чеснок приобретает черный цвет во время брожения, при высокой температуре. Почернение обусловлено протеканием реакции Майяра, в результате которой происходит реакция между сахарами и аминокислотами с образованием меланоидинов.

В процессе получение ферментированного чеснока происходит начальная потеря аллиина с образованием тиосульфинатов, что приводит к снижению образования аллицина, вещества, отвечающего за характерный запах и жгучий вкус свежего чеснока

Список источников

1. Середин Т.М. Элементный состав чеснока озимого (AlliumsativumL.) сортов селекции ВНИИССОК / Т.М. Середин, А.Ф. Агафонов, Л.И. Герасимова и др. // Овощи России. - 2015. - №3 (28) – с. 81-85.

2. Hao Cheng. Extraction, characterisation and antioxidant activity of Allium sativum polysaccharide / Hao Cheng, Gangliang Huang // International Journal of Biological Macromolecules 114 (2018) 415–419.

3. Степанов Н.П. Спектрофотометрическое исследование экстрактов растений AlliumlineareL и AlliumnutansL в инфракрасной и видимой областях спектра / НП. Степанов, Г.М. Титова, А.С. Лозовская и др. // Учёные записки Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 12, № 4. С. 80–87.

4. Берберова Н.Т. Синтез и биологическая активность органических моно-, ди- и полисульфидов / Н.Т. Берберова, Е.В. Шинкарь, И.В. Смолянинов и др. Монография. Издательство Южного научного центра Российской академии наук 344006, г. Ростов-на-Дону 2019г. С. 224-238

УДК 664.8.022

Цветкова Д.Э.
Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АЛЛИЦИНОВ ЧЕСНОКА В РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Аннотация. *Приводится исследование химического разложения аллицина и других тиосульфатов экстракта чеснока в воде и этаноле. Проведён качественный и количественный анализ продуктов деструкции тиосульфатов чеснока с последующей оценкой их устойчивости.*

Ключевые слова: *аллицин, чеснок, тиосульфинаты, хроматография, аджоген, диаллилдисульфид, полярные растворители.*

Вопросы устойчивости одного из наиболее изученных тиосульфатов чеснока диаллилтиосульфината (*аллицина*) в физиологических жидкостях и некоторых растворителях были исследованы в ряде работ, так, аллицин, быстро распадается при температуре 37^0С, более устойчив в протонном полярном растворителе (этаноле). В водной среде при pH=1,2 и 7,5 сохраняется около 90% аллицина в течение 5 часов. Чистый аллицин в водном растворе разлагается на 50 % в течение 4 суток. При повышенных температурах (80^0С) аллицин практически полностью разлагается в течение 25 минут.

В данной работе приводится сравнительный химический анализ содержания аллицина в водных экстрактах и этаноле, с целью практического использования тиосульфинатов, соблюдений условий их хранения, а также выбора методов их выделения из чесночной матрицы и последующего анализа.

Анализируемый водный раствор сверхкритического экстракта чеснока выдерживали при комнатной температуре. Для ввода в инжектор жидкостного хроматографа отбирали пробу объемом 20 мкл. Данные по изменению концентрации основного тиосульфата чеснока – аллицина, суммарной концентрации минорных (т.е. присутствующих в экстракте в меньших по сравнению с аллицином концентрациях) тиосульфатов, а также продуктов их разложения позволили сделать следующий выводы: в водном растворе сверхкритического экстракта чеснока в течение 15 суток аллицин и другие тиосульфаты разлагаются

примерно на 72%. Интересно отметить, что при разложении практически не образуются сульфиды. Зафиксировано лишь незначительное образование (1-пропенил)-аллилди-сульфида и диаллилтдисульфида, которые за 15 суток также подвергаются полной деструкции (табл.1).

Таблица 1

Разложение тиосульфинатов чеснока в воде

Анализируемые вещества	Изменение концентрации веществ во времени, мг/мл							
	начало опыта	1 сут.	2 сут.	3 сут.	4 сут	10 сут	12 сут	15 сут
Аллицин	0,32	0,26	0,24	0,19	0,17	0,09	0,32	0,26
Сумма минорных тиосульфатов	0,32	0,23	0,20	0,17	0,14	0,07	0,32	0,23
Диаллилдисульфид	0	0,009	0,010	0,010	0,009	0	0	0

Аналогичным образом исследован раствор чеснока в этаноле. В растворе, содержащем этиловый спирт, в первые же сутки начинается активное обðазование E- и Z-аджоенов; кроме того, образуется большое количество диаллилтдисульфида и значительные количества 1-пропенильных производных. В течение 15 суток в этаноле образуется весь спектр наиболее известных на сегодня сульфидных компонентов чеснока, концентрации которых в исследованном временном интервале постоянно растёт – за исключением E- и Z-аджоенов. концентрации которых по прошествии 8 суток снижается. Следует отметить, что если исходная концентрация аллицина в течение 15 суток снижается почти на порядок, минорные тиосульфаты за это время разлагаются только на 60 %, что говорит об их относительной устойчивости в данном растворителе (табл.2).

Таблица 2

Разложение тиосульфинатов чеснока в этиловом спирте

Анализируемые вещества	Изменение концентрации веществ во времени, мг/мл							
	начало опыта	1 сут.	2. сут.	3 сут.	4 сут	10 сут	12 сут	15 сут
Аллицин	0,80	0,76	0,54	0,36	0,22	0,12	0,04	0,06
Сумма минорных тиосульфатов	0,47	0,32	0,31	0,30	0,27	0,25	0,20	0,18
Сумма аджогенов	0	0,17	0,18	0,21	0,22	0,23	0,19	0,18

В самом полярном растворителе – воде скорость разложения аллицина и минорных тиосульфатов примерно одинакова: за 15 суток при комнатной температуре остаётся 28-30% первоначальных тиосульфатов. Через 4-5 суток опыта в растворе появляются следы полисульфи-

дов, которые исчезают к 15 суткам. По всей вероятности здесь наблюдается гидролиз, – гидролиз всех серосодержащих соединений, продукты которых идентифицировать не удалось.

В этиловом спирте аллицин и остальные тиосульфинаты разлагаются по-разному. Начальная концентрация минорных тиосульфатов уменьшается на 60-65%, в то время как концентрация аллицина падает почти на порядок. Аллицин в основном превращается в E- и Z-аджоены.

Концентрация аджоенов в этаноловом растворе растет в течение первых 8 суток, после чего начинает медленно убывать. Аллицин также, видимо, через образование тиоакроолеина, частично превращается в 2-винил-4H-1,3-дитиин и 3-винил-4H-1,2.

Минорные тиосульфинаты разлагаются с образованием метильных, 1-пропенильных аналогов, а также симметричных полисульфидов. Кроме аджоенов, все вещества, образовавшиеся в этаноле, хорошо сохраняются в течение всего эксперимента.

Список источников

1. Залепугин Д.Ю. Устойчивость тиосульфинатов сверхкритических экстрактов чеснока (*Allium sativum l.)* в молярных и немолярных растворителях / Д. Ю. Залепугин, Н. А. Тильиунова, И. В. Чернышова // Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика». Том 9. № 2. 2014 – с.11-26.

УДК 678.7

Чернова М.А., Семенова Н.А.
Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВОГО КАУЧУКА

***Аннотация**. Исследовано влияние наполнителей на физико-механические и эксплуатационные свойства резины на основе этиленпропилендиенового каучука.*

***Ключевые слова:** наполнители, резина, физико-механические свойства, эксплуатационные свойства, этиленпропилендиеновый каучук.*

Этиленпропилендиеновые каучуки представляют собой один из наиболее широко используемых каучуков, благодаря высокой устойчивости к озону, химическим веществам и экстремальным температурам. Однако для достижения оптимальных эксплуатационных характеристик резин на основе этиленпропилендиеновых каучуков необходимо тщательно подбирать наполнители и их концентрации в резиновых смесях [1-3]. В связи с этим нами исследовано влияние наполнителей (технические углероды П324, N 220, П 803, силика CZ-120) на физико-механические и эксплуатационный свойства резины на основе этиленпропилендиенового каучука.

Изучаемая резиновая смесь включала: этиленпропилендиеновый каучук СКЭПТ-40, вулканизирующий агент – серу; ускорители вулканизации – каптакс и тиурам Д; активаторы вулканизации – цинковые белила, стеарин; мягчитель - масло И – 8А. В качестве наполнителей использовали: технический углерод П324 (вариант 1), технический углерод N220 (вариант 2), технический углерод П803 (вариант 3), силика CZ-120 (вариант 4). Наполнители добавляли в количестве 60,00 мас. ч. на 100,00 мас. ч. каучука.

Изготовление резиновой смеси осуществлялось путем смешения каучука и ингредиентов на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Для определения физико-механических свойств вулканизатов резиновую смесь вулканизовали в вулканизационном прессе P-V-100-3RT-2-PCD при 150 °С в течение 30 мин. В таблице приведены результаты исследования физико-механических и эксплуатационных показателей вулканизатов.

Таблица - Свойства вулканизатов

Показатели	Варианты резиновой смеси			
	1	2	3	4
Физико-механические свойства				
f_p, МПа	14,6	14,6	6,0	5,4
ε_p, %	356	362	294	682
H, ед. Шор А	72	77	62	68
S, %	40	42	54	40
ОДС при 25% сжатии (125°С× 24 ч),%	20	32	30	41
Изменение физико-механических свойств вулканизатов после старения на воздухе (125 °С× 24-2 ч)				
Δf_p, %	+0,6	+2,3	+1,0	+7,0
$\Delta\varepsilon_p$, %	-10	-17	-30	-52
ΔH,ед. Шор А	+3	+4	+8	+10
Изменение массы вулканизатов в смеси изооктан:толуол (70:30) (23ºС × 24-2 ч)				
Δm,%	86	87	96	196

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ε_p – относительное удлинение при разрыве; *H* – твёрдость; *S* – эластичность по отскоку; *ОДС* – остаточная деформация при сжатии; Δf_p и $\Delta\varepsilon_p$ – относительные изменения условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве; ΔH – изменение твёрдости; Δm – относительное изменение массы.

Как видно из таблицы, варианты 1 и 2 вулканизатов демонстрируют наилучшие физико-механические свойства. Для вулканизатов, содержащих технические углероды П324 и N220, наблюдается незначительное изменение прочностных характеристик после старения на воздухе. Смесь изооктана с толуолом существенно влияет на массу вулканизатов, особенно для вулканизата с наполнителем CZ-120.

Список источников

1. Шашок Ж.С., Касперович А.В., Усс Е.П. Основы рецептуростроения эластомерных композиций. Минск: БГТУ, 2013. 98 с.

2. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. Учебник для вузов. М.: Изд-во «Эксим», 2000. 288 с.

3. Семенова С.Н., Чайкун А.М., Сулейманов Р.Р. Этиленпропилендиеновый каучук и его применение в резинотехнических материалах специального назначения (обзор) // Авиационные материалы и технологии. 2019. № 3 (56). С. 23-30.

УДК 544.723.2

Яндимиров М.А.
Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ НА СОРБЦИЮ ИОНОВ PB(II) ДИОСМЕКТИТОМ

Аннотация. *В настоящей работе изучалось влияние pH исходного раствора на сорбцию ионов свинца (II) из водных растворов энтеросорбентом «смекта» (диосмектит). Экспериментально выявлен диапазон кислотности растворов, в котором pH не оказывает влияния на величину сорбции. Также показано, что в области достаточно кислых и щелочных растворов сорбционная способность энтеросорбента характеризуется более низкими значениями.*

Ключевые слова: *ионы свинца (II), сорбция, степень извлечения, кислотность раствора.*

Одной из проблем повседневной жизни является загрязнение окружающей среды различными токсикантами, в частности ионами тяжелых металлов, что может приводить к отравлению ими живых организмов. Одним из общеизвестных токсикантов является свинец. Среди зарекомендовавших себя способов детоксикации организма является вариант использования энтеросорбентов. Сорбция – это физико-химическое явление, при котором одно вещество поглощается другим. Поглощающее вещество называется сорбентом, а вещество, которое поглощается, называется сорбатом. Если сорбция протекает на поверхности сорбента, то процесс называется адсорбцией. Если поглощение осуществляется объемом сорбента, процесс называется абсорбцией [1]. При различных значениях pH процесс сорбции протекает по-разному. Это зависит от природы сорбата и сорбента [2]. В данной работе рассмотрена сорбция

ионов свинца (II) при различных pH раствора энтеросорбентом «смекта», основным компонентом которого является диосмектит. Диосмектит – вещество природного происхождения, который состоит из смеси силикатов алюминия и магния.

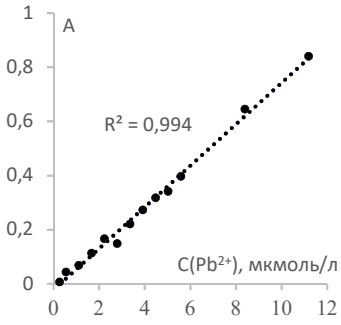


Рис. 1. График зависимости оптической плотности (А) от концентрации ионов свинца (II)

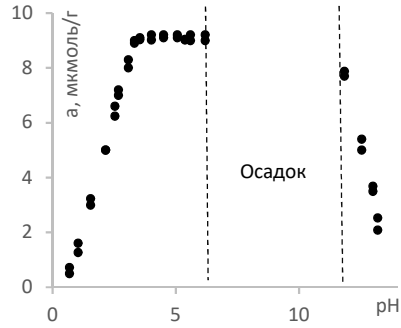


Рис. 2. График зависимости величины сорбции ионов свинца (II) от pH

Сорбцию ионов свинца проводили из водных растворов нитрата свинца (II) с начальной концентрацией 25 мкмоль/л. Концентрацию ионов Pb(II) определяли фотометрическим методом согласно [3]. Расчет величины сорбции проводили по формуле:

$$a = \frac{(C_0 - C_s)V}{m},$$

где: a – удельная сорбция ионов свинца (II) (мкмоль/г); C_0 – концентрация ионов свинца (II) до сорбции (мкмоль/л); C_s – концентрация ионов свинца (II) после сорбции (мкмоль/л); V – объем раствора (50 мл); m – масса сорбента (0,1 г). Для расчета степени извлечения применяли выражение:

$$\alpha = \frac{C_0 - C_s}{C_0} \cdot 100\%,$$

где: α – степень извлечения ионов Pb^{2+}(%), C_0 и C_s – концентрации ионов свинца до и после сорбции (мкмоль/г). Определение концентрации ионов Pb^{2+} проводили по градуировочному графику (Рисунок 1).

Результаты исследований приведены на графике (Рисунок 2). В интервале pH 6,5-11,8 измерить значения сорбции не удалось, так как в этой области выпадает осадок $Pb(OH)_2$ ($pK_s(Pb(OH)_2 \sim 15$). Однако стоит заметить, что при увеличении pH до 6,2 сорбция ионов свинца (II), как и степень извлечения, увеличивается, а при более высоких значениях pH (в щелочной среде) начинает убывать. Исходя из экспериментальных данных, стоит заметить, что максимальная сорбция ионов свинца (II) наблюдается в диапазоне pH от 4,0 до 6,2.

Список источников

1. Гельфман М., Ковалевич О., Юстратов В. Коллоидная химия / Издательство «Лань», 5-е издание, 2010, № 065466, С 61-77.
2. Никифорова Т.Е. Физико-химические основы хемосорбции ионов d-металлов модифицированными целлюлозосодержащими материала ми: дис. д-ра. хим. наук. / Т.Е. Никифорова. - М: ФГБОУ ВПО «Ивановский гос. химико-технологический ун-т», 2014. – с. 233-322.
3. ПНД Ф 14.1:2.193-03 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации тетраэтилсвинца в пробах природных (в том числе морских) и сточных вод фотометрическим методом с сульфарсазеном. – М.: ФБУ «ФЦАО», 2012. – 12 с.

УДК 544.723.2

Яндимиров М.А.
Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

СРАВНЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ СВИНЦА (II) ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭНТЕРОСОРБЕНТАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Аннотация. *Изучена зависимость величины сорбции ионов свинца (II) от концентрации на следующих энтеросорбентах: активированный уголь, смекта, полифепан, псиллиум, МКЦ (микрокристаллическая целлюлоза), полисорб МП, полиапсорбин и проведена сравнительная оценка сорбционной способности энтеросорбентов по отношению к ионам* Pb^{2+} *в водных растворах.*

Ключевые слова: *ионы свинца (II), сорбция, активированный уголь, смекта, полифепан, псиллиум, МКЦ (микрокристаллическая целлюлоза), полисорб МП, полиапсорбин.*

В настоящее время одной из проблем в области токсикологии является изучение влияния тяжелых металлов на живые организмы. Одним из них являются ионы свинца, ПДК которых составляет 0,03 мг/л в воде, в воздухе 0,003 мг/м^3, почве – 20 мг/кг. Одним из способов извлечения ионов металлов является процесс сорбции. Сорбция, как известно, представляет собой процесс поглощения частиц одного вещества поверхностью и/или объемом другого вещества. Вещество, на котором идет поглощение, называется сорбентом. Вещество, частицы которого поглощаются, называется сорбатом. Обычно различают абсорбцию (поглощение всем объемом вещества) и адсорбцию (поглощение поверхностью вещества) [1]. В данной работе рассматривается сорбция ионов свинца (II) различными энтеросорбентами: активированный уголь, смекта, полифепан, псиллиум, МКЦ (микрокристаллическая целлюлоза), полисорб, полиапсорбин.

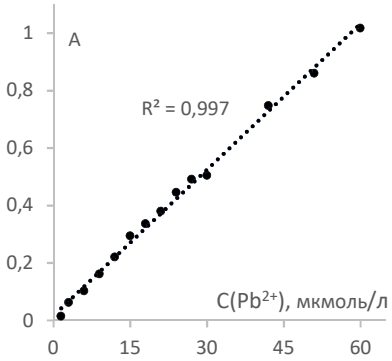


Рис. 3. Зависимость оптической плотности (А) от концентрации ионов свинца (II)

Сорбцию ионов свинца(II) проводили из водных растворов $Pb(NO_3)_2$ с различными начальными концентрациями: $1\cdot10^{-4}$, $1\cdot10^{-3}$, $1\cdot10^{-2}$, $5\cdot10^{-2}$ моль/л при температуре 20^0С. Время экспозиции энтеросорбентов в исследуемых растворах составляло 24 ч (было предварительно оценено экспериментально). Экспериментальные данные обрабатывали программой Excel. Для расчета величины сорбции определяли концентрацию ионов в растворе до и после сорбции фотометрически по методике [2].

Предварительно был построен градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации ионов свинца, представленный на рисунке 1. Сорбцию ионов Pb^{2+} рассчитывали по уравнению:

$$a = \frac{(C_0 - C_s)V}{m},$$

где а – удельная сорбция ионов свинца (II) (моль/г); C_0 – концентрация ионов свинца (II) до сорбции (моль/л); C_s – концентрация ионов свинца (II) после сорбции (моль/л); V – объем раствора над сорбентом (25 мл); m – масса сорбента (0,1 г). Результаты оценки значений сорбции приведены в таблице 1.

Таблица 1. Величины сорбции сравниваемых энтеросорбентов при различных начальных концентрациях ионов свинца (II) в растворе

$C_0(Pb^{2+})$, М	$1\cdot10^{-4}$ М	$1\cdot10^{-3}$ М	$1\cdot10^{-2}$ М	$5\cdot10^{-2}$ М
а, мкмоль/г				
Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ)	2,0	12,8	57,2	674,0
Полиапсорбин	9,7	12,1	60,9	803,1
Полисорб МП	10,0	21,0	68,3	802,0
Полифепан	23,0	100,0	300,0	600,0
Активированный уголь	26,7	220,0	400,0	1000,0
Смекта	20,0	180,0	382,0	1000,0
Псиллиум	19,6	73,7	160,0	1000,0

Таким образом, можно сделать вывод, что при низких концентрациях наиболее хорошо поглощают ионы Pb^{2+} такие сорбенты как активированный уголь и смекта, а при высоких концентрациях сорбционная способность более выражена у активированного угля, смекты и псиллиума. В целом, по предварительной оценке, в отношении ионов свинца (II) с лучшей стороны показали себя такие сорбенты как, смекта, псиллиум и активированный уголь, остальные энтеросорбенты незначительно уступают по сорбционной способности.

Список источников

1. М. Гельфман, О. Ковалевич, В. Юстратов Коллоидная химия / Издательство «Лань», 5-е издание, 2010, № 065466, С 61-77.

2. ПНД Ф 14.1:2.193-03 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации тетраэтилсвинца в пробах природных (в том числе морских) и сточных вод фотометрическим методом с сульфарсазеном. – М.: ФБУ «ФЦАО», 2012. – 12 с.

УДК 678.7

Ярлыков А.В.
Научные руководители: Капитонова М.А;
Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ЭТИЛЕНПРОПИЛЕНДИЕНОВЫХ КАУЧУКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

***Аннотация**. Исследовано влияние этиленпропилендиеновых каучуков на физико-механические свойства резины, используемой для гуммирования.*

***Ключевые слова:** этиленпропилендиеновые каучуки, резиновая смесь, физико-механические свойства.*

Этиленпропилендиеновые каучуки (EPDM) представляют собой перспективные каучуки при разработке резин с улучшенными эксплуатационными свойствами [1-7]. В связи с этим, в данной работе изучено влияние различных этиленпропилендиеновых каучуков на физико-механические свойства резины, используемой для гуммирования металлических поверхностей цистерн.

Исследуемая резиновая смесь на основе этиленпропилендиенового каучука включала: вулканизующий агент – сера; ускорители вулканизации – сульфенамид Ц; активатор вулканизации – оксид цинка; мягчители – канифоль, масло И-8А и ПМС-200; наполнители – Zeosil 1165 MP, мел природный и титановое белило; модификатор – стеарат кальция. В качестве этиленпропилендиенового каучука применялись СКЭПТ-40, EPDM S 505A, EPDM S 501A и EPDM S 537-2. Первый вариант резиновой смеси изготавливали на основе СКЭПТ-40., второй вариант - на основе EPDM S 505A, третий вариант – EPDM S 501A, четвертый вариант - на основе EPDM S 537-2. Различные варианты резиновой смеси вулканизовали в прессе при 150°С в течение 30 мин. Для полученных вулканизатов определялись: условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, твёрдость по Шору А, сопротивление раздиру. В таблице представлены результаты определения физико-механических свойств вулканизатов, полученных на основе четырех вариантов резиновой смеси.

Таблица – Варианты и физико-механические свойства вулканизатов

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
f_p, кгс/см^2	48	37	52	69
ε_p, %	1032	306	506	632
H, ед. Шор А	38	61	58	57
B, Н/м	1,75	1,73	1,6	1,8
Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ε_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость по Шору А; B – сопротивление раздиру.				

Из данных таблицы видно, что вулканизаты третьего и четвертого вариантов имеют наибольшие показатели условной прочности при растяжении, средние значения относительного удлинения и твердости. Из них лучшими физико-механическими свойствами обладает вулканизат четвертого варианта резиновой смеси на основе этиленпропилендиенового каучука EPDM S 537-2, который может быть использован для гуммирования внутренней поверхности металлических цистерн.

Список источников

1. Datta R. Rubber Compounding: Chemistry and Applications. Hanser Gardner Publications, Cincinnati, OH, USA, 2015. - 624 p.

2. Le M.H., Nguyen T.K., Le D.T., Le V.T., Tran V.N. Butyl rubber: Properties, modifications, and applications // Polym. Rev. 2022, vol. 62, pp. 1-47.

3. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины. М.: Химия, 1978. – 528 с.

4. Mark J.E., Erman B., Roland C.M. The Science and Technology of Rubber. 4th ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2013. - 816 p.

5. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомеров. М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2008. – 464 с

6. Ткачева Е.Н., Софронова О.В., Михеева В.А., Борейков Н.П., Галанин Д.А. Синтез СКЭП на каталитической системе трихлорокись ванадия этилаллюминийсесквихлорид – хлорсодержащего ароматического соединения //– Вестник Казан. технол. ун-та. 2010. №5. - С 115-121.

7. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. – М.: Высшая школа, 1992. - 512 с.

Секция «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ»

УДК 658.626

Гоцолюк А.Д.
Научные руководители: Крюкова Е.В., д-р техн. наук, профессор,
Фоменко Н.В., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТОРГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕКРЕСТОК. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ МАРКИРОВКИ ДЛЯ ПРОДУКЦИИ СОБСТВЕННОЙ ТОРГОВОЙ МАРКИ

Аннотация. *Статья посвящена разработке алгоритма формирования маркировки для продукции собственных торговых марок в торговой сети «Перекресток». Рассмотрены проблемы отсутствия унифицированных подходов к маркировке, предложен алгоритм на основе подтверждающих документов. Алгоритм поможет торговым сетям соответствовать законодательству, улучшить управление качеством и повысить конкурентоспособность.*

Ключевые слова: *маркировка, собственная торговая марка, торговая сеть, декларация о соответствии.*

Москва лидирует по количеству торговых сетей благодаря высокой конкуренции, развитой инфраструктуре и спросу потребителей. В городе представлены все форматы — от магазинов у дома до гипермаркетов и онлайн-ритейла, что охватывает потребности разных групп покупателей.

Одной из ключевых тенденций является рост доли товаров собственных торговых марок (СТМ). Торговые сети активно развивают свои бренды, что позволяет им увеличивать маржинальность и укреплять лояльность покупателей. В Москве наблюдается высокий спрос на качественные и доступные товары СТМ. Это связано с тем, что потребители все чаще отдают предпочтение продукции, которая сочетает в себе хорошее качество и привлекательную цену.

В современных условиях развития розничной торговли товары СТМ играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности торговых сетей. Они позволяют компаниям укреплять лояльность

потребителей. Однако с ростом доли товаров СТМ возникает необходимость в эффективных механизмах их учета, идентификации и управления, что делает процесс маркировки таких товаров особенно важным.

Многие торговые сети сталкиваются с отсутствием унифицированных подходов к маркировке товаров СТМ, что приводит к расхождению данных и снижению эффективности запусков товаров СТМ. Разработка алгоритма формирования маркировки способствует созданию единых правил, что соответствует целям стандартизации.

Маркировка пищевой продукции - информация о пищевой продукции, нанесенная в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций на потребительскую упаковку, транспортную упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к потребительской упаковке и (или) к транспортной упаковке, или помещенного в них либо прилагаемого к ним [1]. Для того, чтобы вынести любую информацию на маркировку, необходимо документальное подтверждение. Ниже представлен алгоритм формирования маркировки на основе соответствующих подтверждающих документов.

Сведения, выносимые на маркировку - подтверждающий документ.

1. **Товарный знак** - присваивает торговая сеть в результате дегустации и выбранного ценового сегмента (Маркет, Маркет Collection, Зеленая линия, Молочный знак, Люди любят и т.д.).
2. **Наименование пищевой продукции** - декларация о соответствии*, рецептура (для идентификации вида пищевого продукта).
3. **Состав** - рецептура, заверенная поставщиком; декларации о соответствии на сырье; спецификации на многокомпонентные ингредиенты; спецификация на соль.
4. **Нормативный документ** - ТУ / СТО / ГОСТ.
5. **Пищевая ценность** - белки, жиры, углеводы (БЖУ). Расчетный способ или протокол лабораторных испытаний на БЖУ, в том числе на все показатели качества и безопасности.
6. **Энергетическая ценность / калорийность** - в соответствии с ТР ТС 022 приложение 4[1], расчет по БЖУ.
7. **Условия хранения** - температура должна соответствовать режимам распределительных центров: РЦ Фреш 4±2°С, РЦ Сухой 18±3°С. Исключение: икра -4 до -6°С, охлажденная рыба -2 до 0°С, охлажденная птица -2 до +2°С, заморозка -18 до -21°С.
8. **Срок годности** - протокол лабораторных испытаний на подтверждение срока годности в соответствии с МУК 4.2.1847-04 [2], в

том числе после вскрытия (если такая информация выносится на маркировку).

9. **Наименование и место нахождения изготовителя** - отчет аудита, для сверки адреса - декларация о соответствии.

10. **Количество пищевой продукции** - масса нетто (с указанием единицы измерения – кг, г, мл, л).

11. **Штрих-код** - присваивает поставщик.

12. **Знаки маркировки на упаковке товаров** - знак ЕАС, знаки упаковки в соответствии с ТР ТС 005 [3].

13. Дополнительные сведения (рекомендации по приготовлению, сведения об отличительных признаках, аллергенах и т,д.) - дополнительные документы в соответствии с видом пищевой продукции.

14. Особые условия, заказчик (претензии) - **Изготовлено для Торговой сети «Перекресток». Ваши пожелания направляйте по адресу электронной почты или по телефону**.

*Декларация о соответствии оформляется по единой форме и по правилам, утвержденным Решением N 293[4].

Необходимо проверить все поля на корректность их заполнения, а также обратиться на сайт Росаккредитации [5] для исключения факта фальсификации документа.

Таким образом, разработка алгоритма формирования маркировки товаров СТМ является актуальной темой, решение которой позволит торговым сетям не только соответствовать законодательным требованиям, но и повысить эффективность своих бизнес-процессов, укрепить конкурентные преимущества и улучшить качество обслуживания потребителей.

Список источников

1. Технический регламент Таможенного союза 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки.

2. МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.

3. Технический регламент Таможенного союза 005/2011. О безопасности упаковки.

4. Решение Коллегии ЕЭК № 293 от 25 декабря 2012 г. О единых формах сертификата соответствия и декларации о соответствии техническим регламентам Таможенного союза и правилах их оформления.

5. Единый реестр сертификатов соответствия и деклараций о соответствии. [Электронный ресурс]. - fsa.gov.ru - Режим доступа: https://pub.fsa.gov.ru/rds/declaration (Дата обращения: 23.03.2025).

УДК 542.1:658.5.011

Журба А.А.
Научный руководитель: Шачек Т.М., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЛАБОРАТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. *В данной статье представлены результаты внедрения таких инструментов технологии бережливого производства в лабораторную деятельность, как «5S», «визуализация производства», «стандартизация работы» и «всеобщее обслуживание оборудования», в учебной лаборатории Белорусского государственного технологического университета.*

Ключевые слова: *бережливое производство, лабораторная деятельность, стандартизация работы, 5S.*

Традиционные подходы к управлению лабораторией зачастую не позволяют в полной мере раскрыть потенциал имеющихся ресурсов и оптимизировать процессы. В этой связи, применение инструментов бережливого производства представляется перспективным направлением для достижения значительных улучшений. Концепция бережливого производства (Lean), изначально разработанная для производственных предприятий, все чаще находит применение в сфере услуг, в том числе и в лабораторной практике. Актуальность внедрения Lean в лабораториях обусловлена с сокращением затрат на реактивы, оборудование, персонал и энергию, позволяет выявить и устранить потери (простои, излишние запасы, дефекты, перемещения и т.д.), оптимизирует рабочие процессы, сокращает время выполнения анализов. Бережливое производство ориентировано на непрерывное улучшение качества продукции и услуг.

Внедрение инструментов бережливого производства в лабораторную деятельность является актуальным и необходимым шагом для повышения эффективности, снижения издержек, улучшения качества и безопасности, а также для соответствия современным требованиям и стандартам. Таким образом, целью данной работы является выбрать и применить инструменты бережливого производства в лабораторную практику (на примере учебной лаборатории Белорусского государственного технологического университета) для сокращения времени выполнения ана-

лиза, повышениия эффективности работы, систематизациии предметов в помещении, визуализации и наглядности объектов хранения и правил работы.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

– проведен анализ существующих процессов в лаборатории;

– разработаны и внедрены Lean-инструменты;

– выполнена оценка результатов внедрения.

Объектом исследования являлась учебная лаборатория химико-аналитического контроля кафедры физико-химических методов обеспечения качества Белорусского государственного технологического университета. Была проведена оценка ее текущего состояния, а именно анализ существующих процессов, выявление недостатков и областей для улучшения. Так, в рассматриваемой лаборатории осуществляются все этапы количественного анализа продукции промышленной, пищевой и фармацевтической продукции: отбор и подготовка проб, включая их минерализацию, приготовление растворов и реактивов, измерения с применением гравиметрических, титриметрических, оптических и электрохимических методов. Были выявлены следующие проблемные аспекты: отсутствие точных мест хранения посуды, материалов и реактивов; отсутствие наглядности (интуитивного понимания, например, расположения предметов); хранение избыточного количества вспомогательных материалов и реактивов; отсутствие стандартизированных процедур хранения реактивов, подготовки посуды.

Для внедрения в рассматриваемую лабораторию были выбраны следующие инструменты Lean: 5S, визуализация производства, стандартизированная работа и всеобщее обслуживание оборудования.

Благодаря внедрению инструмента 5S, который позволил проводить эксперимент в пределах одного рабочего места и стандартизировать его процесс, появилось чёткое зонирование мест работы: весовая зона, зона пробоподготовки, зоны работы со средствами измерений (спектрофотометр ПЭ-5400УФ, анализатор вольтамперометрический ТА-lab, ph-метры HI 83141) и проведения титриметрических анализов. Рядом с каждым прибором разместили растворы и материалы необходимые для работы, что сокращает перемещения по лаборатории и, соответственно, время проведения анализа. На каждую единицу оборудования помещёны QR – коды (рисунок 1) со ссылкой на руководство по эксплуатации и тестом для проверки готовности к работе с прибором, что является результатом внедрения инструмента «всеобщее обслуживание оборудования».

а) Руководство по эксплуатации;

б) Тест для контроля знания

Рис. 1. Примеры QR – кодов для TA-lab

Итогом работ по стандартизации явились разработанные формы журналов, которые заполняются перед началом испытания – журналы контроля окружающей среды, контроля качества дистиллированный воды и проверки весов, и после их завершения – журнал контроля мойки посуды. Также в лаборатории введется журнал хранения реактивов, в котором отражаются следующие данные: наименование реактивов, их химическая формула, информация о таре в которой хранится, год производства и количество оставшегося реактива.

Результатом внедрения инструмента «стандартизированная работа» стали разработанные операционные процедуры:

– «Хранение реактивов» – включает информацию об ответственных, местах хранения, материалах тары и условиях хранения реактивов;

– «Подготовка лабораторной посуды» – включает перечень необходимых ресурсов и требования к ним, типы загрязнений посуды, описание способов мойки и сушки различных видов посуды;

– «Калибровка мерной посуды» – содержит описание операций по подготовке посуды (очистки, высушивания и акклиматизации), порядок проведения калибровки и обработки результатов (приведены формулы и ссылки на нормативные требования для различных видов посуды). Приложение содержит форму протокола калибровки мерных колб.

Обучение сотрудников и студентов в части применения внедренных Lean-инструментов в лаборатории проводилось демонстрацией отдельных процедур в формате мастер-классов, внедрения электронной базы с инструкциями, техническими паспортами оборудований, просмотра обучающих видео и тестирование по разным темам.

Таким образом, в учебной лаборатории БГТУ были успешно внедрены методы бережливого производства. Благодаря визуализации рабочих процедур удалось улучшить качество работы и создать более комфортные рабочие условия. Метод «5S» позволил организовать процесс на основе системного подхода, сократить время анализа и стандартизировать работу лаборатории, а «всеобщее обслуживание оборудования» повысило уровень знаний каждого сотрудника и студента, работающих с приборами.

УДК 006.91

Канжина Ю.А.
Научный руководитель: Заварин Д.А., канд. экон. наук, доцент
Вологодский государственный университет

МЕТРОЛОГИЯ И ГЕОДЕЗИЯ: ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

***Аннотация**: В статье рассматривается важность метрологии, науки об измерениях, и её значение для геодезических работ, особенно в контексте городского планирования и развития. Особое внимание уделяется процедуре поверки геодезических приборов как гаранту достоверности измерений. На примере г. Няндома (Архангельская область) анализируется проблема доступности центров стандартизации и метрологии (ЦСМ), ответственных за поверку приборов.*

***Ключевые слова:** метрология, геодезия, поверка геодезических приборов.*

Метрология, наука об измерениях, часто остается незамеченной в повседневной жизни. Мы редко задумываемся о том, насколько точны весы в магазине, правильно ли показывает спидометр в машине или соответствует ли заявленному объему упаковка молока. Однако, за этими, казалось бы, мелочами, стоит сложная система, гарантирующая достоверность измерений во всех сферах жизни, от торговли и медицины до высоких технологий и научных исследований.

Метрология — это всеобъемлющая наука, посвященная измерениям, измерительным приборам и методам обеспечения их точности. Она изучает и разрабатывает теоретические и практические основы измерений, создает и совершенствует методы и средства измерений, а также устанавливает стандарты и нормы, гарантирующие достоверность, точность и сопоставимость результатов измерений в различных областях человеческой деятельности [1].

Цель метрологии — обеспечить точность, достоверность и сравнимость результатов измерений. Одной из областей, в которой метрология имеет важное значение, является геодезия [2].

Геодезические измерения являются основополагающим элементом в процессах городского планирования, развития и строительства. Они

предоставляют критически важную информацию о земной поверхности, рельефе, расположении объектов и инфраструктуры, формируя точную пространственную картину городской среды. Эта информация используется для создания карт, планов, проведения анализа местности и принятия обоснованных решений в различных областях городского хозяйства. Без точных геодезических данных невозможно грамотно спроектировать и построить здания, дороги, мосты, инженерные сети и другие объекты городской инфраструктуры.

Поверка геодезических приборов – это обязательная процедура, направленная на контроль их метрологических характеристик и соответствие установленным стандартам. В процессе поверки приборы проходят тщательную проверку на точность измерений, стабильность работы и отсутствие систематических ошибок. Поверка гарантирует, что прибор функционирует корректно и предоставляет достоверные данные.

В России поверку измерительных приборов осуществляют Центры стандартизации и метрологии (ЦСМ), которые находятся под управлением Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Эти центры играют ключевую роль в обеспечении единства измерений на территории страны, взаимодействуя с предприятиями и организациями по вопросам стандартизации, метрологии, сертификации, а также осуществляя государственный контроль и надзор в этих областях [3].

Няндома — населенный пункт, административный центр Няндомского района, который расположен в юго-западной части Архангельской области, имеющего общие границы с Каргопольским, Плесецким, Вельским, Коношским и Шенкурским районами.

В Няндоме нет центров стандартизации и метрологии, поэтому для поверки приборов необходимо обратиться к ближайшим ЦСМ.

Изучение данных о расположении Центров стандартизации и метрологии (ЦСМ) относительно г. Няндома (Архангельская область) показывает, что ближайшим является Вологодский ЦСМ (320 км) несмотря на то, что он находится в соседнем регионе – Вологодской области. Примечательно, что расстояние до Архангельского ЦСМ (552 км), расположенного в административном центре родной для Няндомы Архангельской области, значительно больше, чем до Вологодского. Этот факт подчеркивает необходимость учета не только административной принадлежности, но и фактического расстояния при выборе ЦСМ для поверки геодезических приборов.

Метрология, как наука об измерениях, играет критически важную роль в самых разных сферах человеческой деятельности. Особое значе-

ние метрология приобретает в геодезии, где точность измерений напрямую влияет на эффективность градостроительства и развитие инфраструктуры. Поверка геодезических приборов, как неотъемлемая часть метрологического обеспечения, гарантирует достоверность данных и является залогом успешной реализации проектов, формируя надежный фундамент для развития современных городов.

Список источников

1. Определение возможности застройки при планировании развития территории на основании комплексных кадастровых работ / Д.А. Заварин, А.А. Тесаловский, Ю.М. Авдеев [и др.]. — Текст: непосредственный // Экономика и предпринимательство. — 2019. — № 9 (110). — с. 322-326.

2. Шарунова Л.В. Использование открытых географических источников для целей кадастра / Л.В. Шарунова, Д.А. Заварин. — текст: непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. — с. 151-153.

3. Опорная межевая сеть Вытегорского района Вологодской области / Е.К. Смирнова, Д.А. Заварин, А.В. Лахтионова [и др.]. — Текст: непосредственный // Московский экономический журнал. — 2022. — № 1. — с. 2.

УДК 658.626

Курбанова Ж.Р.
Научные руководители: Крюкова Е.В., д-р техн. наук, профессор,
Фоменко Н.В., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТОРГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕКРЕСТОК. РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ»

Аннотация. *Статья посвящена совершенствованию системы управления качеством торговой сети «Перекресток» через разработку документированной процедуры «Управление несоответствующей продукцией». В процессе разработки процедуры акцентируется внимание на важности лабораторных испытаний, аудитов производителей готовой еды, а также на необходимости четкой документации всех действий, связанных с выявлением и устранением несоответствий. Также рассматриваются стратегии блокировки и утилизации несоответствующей продукции, что позволяет обеспечить безопасность потребителей и защитить репутацию торговой сети.*

Ключевые слова: *несоответствие, качество и безопасность, торговая сеть, мониторинг, маркировка.*

Управление качеством является ключевым аспектом в сфере ритейла X5 Group, который уделяет огромное внимание качеству и безопасности своей продукции, поэтому несоответствующая продукция может негативно сказаться на здоровье потребителей, а также привести к финансовым потерям и ухудшению репутации торговой сети.

Особому вниманию уделяют эффективный мониторинг качества готовой еды, включающий в себя контроль на всех этапах ЖЦП,

начиная от поступления сырья и заканчивая продажей готовой продукции. Это позволяет своевременно выявлять и устранять несоответствия.

Наиболее распространенными несоответствиями являются качественные, которые представляют собой отклонения от установленных стандартов и требований к продукции, заявленной производителем. В данной статье рассмотрим такие отклонения, как:

− Отклонение фактической массы от массы, заявленной в протоколе эталона на данный продукт;

− Отсутствие маркировки, что может ввести потребителя в заблуждение

− Ненадлежащее качество упаковки, которая обеспечивает целостность продукции и защиту продукта от попадания внешних факторов

Информация о данных несоответствиях может быть получена, как от потребителей в отзывах на продукт, так и на Распределительных центрах, путем проверки партии на несоответствия.

Что необходимо предпринимать сети в данных случаях?

- При получении информации об отклонениях фактической массы от массы, заявленной в протоколе эталона, необходимо провести контрольный замер массы в данной партии продукта, который поставляется на Распределительный Центр

В случае подтверждения данного несоответствия, необходимо проинформировать об этом поставщика, который является изготовителем, а далее проверять каждую последующую партию. В случае повторения данной проблематики, выставление штрафных санкций, указанных в Договоре

- При отсутствии маркировки после тщательного осмотра менеджерами по качеству, товар не принимается на РЦ, а далее выставляются претензии поставщику

*Пищевая продукция подлежит обязательной маркировке, указанной в ТР ТС 022/2011 [1]

Продукция, не имеющая необходимой маркировки, может вызвать недоразумения у потребителей, что может привести к неправильному использованию или даже к угрозе здоровью, если продукт содержит аллергены или другие опасные компоненты.

- При обнаружении ненадлежащего качества упаковки после тщательного осмотра на РЦ устанавливаются несоответствия, классифицирующиеся как бомбаж упаковки или упаковка ненадлежащего качества. В этом случае данная партия не принимается.

*Согласно ТР ТС 005/2011 [2] упаковка должна обеспечивать защиту продукта от внешних факторов, таких как влага, свет и механические повреждения. Если упаковка ненадлежащего качества, это может привести к порче продукции и снижению ее безопасности.

Несоответствия по безопасности представляют собой серьезные последствия, которые могут угрожать здоровью и безопасности потребителей. Данные риски, всегда контролируются поднадзорными органами, и их определение в первую очередь влияет на здоровье населения, поэтому в необходимо еженедельно проводить плановый отбор продукции, которая исследуется аккредитованной лабораторией для установления критериев безопасности, согласно ТР ТС 021/2011 [3].

При получении критических несоответствий по безопасности продукции необходимо следовать данному алгоритму:

- Этап 1. Блокировка продукции. При получении неудовлетворительных протоколов испытаний, содержащих информацию о небезопасной продукции с высоким уровнем риска для здоровья потребителей, необходимо заблокировать данную партию продукции, поставляемую в супермаркеты, Распределительные центры, вендинг-аппараты, дарксторы и прочие онлайн сервисы
- Этап 2. Информирование поставщика. Далее сообщаем поставщику о выявленных несоответствиях и выставляем штрафные санкции.
- Этап 3. Получение обратной связи от поставщика. Получение корректирующих действий по устранению данного несоответствия. Например: обучение персонала по работе с личной гигиеной
- Этап 4. Проведение повторных исследований. После получения корректирующих действий, необходимо проверить данную продукцию в аккредитованной лаборатории еще раз, для подтверждения отсутствия несоответствий по безопасности
- Этап 5. Решение по блокировке/разблокировке поставщика. Если лабораторные исследования подтверждаются допустимыми безопасными значениями, следовательно поставщик допускается к возобновлению работы с учетом прохождения аудита

Если лабораторные исследования не соответствуют показателям, допустим в ТР ТС 021/ 2011, поставщик блокируется и не продукция не допускается к реализации.

Важнейшим аспектом в области определения безопасности продукции является прохождение аудита на предприятии, который изготавливает данную продукцию [4]. Аудит – это систематическая и не-

зависимая проверка всех аспектов деятельности, связанных с производством, обработкой и реализацией пищевых продуктов. Данная процедура предназначена для определения уровня предприятия, которое сотрудничает с сетью.

Таким образом, разработка документированной процедуры «Управление несоответствующей продукцией» играет важнейшую роль для сети, результатом работы которой будет являться создание надежной системы управления качеством, способной адаптироваться к изменениям в требованиях рынка и ожиданиях потребителей, что в конечном итоге будет способствовать повышению доверия к торговой сети «Перекресток» и увеличению ее конкурентоспособности.

Список источников

1. Технический регламент Таможенного союза 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки.
2. Технический регламент Таможенного союза 005/2011. О безопасности упаковки.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции
4. МР 2.3.6.0233-21 Методические рекомендации к организации общественного питания населения.

УДК 620.171.2

Орлова А.О., Гнатюк С.П.
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КЛЕЕВОГО СКРЕПЛЕНИЯ КАРТОННОЙ УПАКОВКИ

Аннотация. *В статье представлен анализ актуальных методов оценки качества клеевых соединений в контексте их применимости для волокнистых материалов, таких как бумага и картон. Приведены примеры применения некоторых методов для оценки качества упаковочной продукции.*

Ключевые слова: *клеевое соединение, волокнистые материалы, испытание на сдвиг, испытание на отрыв, испытание на изгиб.*

Существует огромное количество различных способов соединения двух однородных или разнородных поверхностей. Это может быть, например, механическое соединение, соединение с помощью сварки или спайки и соединение с помощью клея. По сравнению с другими методами, клеевое скрепление не требует локального нагрева субстратов или создания на них отверстий или насечек. При этом, соединение материалов осуществляется за счет адгезионного взаимодействия [1]. Процесс скрепления плотных материалов хорошо изучен, но он становится более сложным для пористых материалов на основе волокон, усложняется и методология оценки качества таких соединений [2].

Целью данного исследования является анализ и актуализация существующих методов контроля качества клеевого соединения в контексте применимости их для таких волокнистых материалов, как бумага и картон.

Методы оценки качества клеевых соединений.

При оценке качества клеевого соединения особое внимание уделяется типу его разрушения, которое, в упрощенном виде может происходить по нескольким сценариям, а именно, разрушение может быть адгезионным, когезионным, разрушением по материалу, а также смешанным [3]. Оценка качества производится на основании визуальной оценки типа разрушения. Например, при скреплении волокнистых материалов, критерием оценки качества будет считаться разрыв по волокну, то есть по материалу. В случае само-разборных соединений критерием оценки качества будет когезионный разрыв [1].

Все методы контроля можно разделить на две группы: механические испытания, для определения разрушающей нагрузки (сдвиг, отрыв, скручивание, изгиб) и испытания на предварительно поврежденных образцах (расслаивающие или отслаивающие нагрузки) [4].

Испытания на предварительно поврежденных образцах проводятся для определения скорости и направления распространения трещины. При испытании на расслаивание композитный материал предварительно надрезается, либо подготавливается специальным образом, затем к свободным концам прикладывается нагрузка перпендикулярно плоскости клеевого соединения. Данное испытание описано в ГОСТ Р 57746-2017 и используется для плотных материалов. Для испытаний прочности клеевого соединения эластичных или тонкостенных материалов (например, картон, бумага) проводят тесты на отслаивание, например T-peel test, который описан в стандарте ISO-11339-2022, применяется для определения прочности клеевого шва бумажных пакетов [2].

Похожим на испытание на расслаивание является испытание на растяжение (или отрыв) с тем исключением, что растягивающая перпендикулярная нагрузка прикладывается ко всей площади склеивания. Метод определения прочности при отрыве описан в ГОСТ 14760-69. Модификации данного испытания можно встретить в методах оценки прочности кашировки гофрокартона и липкости клея [4].

Еще одним интересным методом определения прочности клеевого скрепления в контексте волокнистых материалов является испытание на изгиб, так как чаще всего такие материалы являются эластичными или тонкостенными. Существует методика «трехточечного» и «четырехточечного» изгиба [4]. «Трехточечная» методология испытания на изгиб со сдвигом описана в ГОСТ Р 57732-2017 и, хотя в нем и не указывается применяемость для таких материалов, как картон или бумага, данный способ может быть интересен при испытании прочности картонной упаковки с одной или несколькими точками склейки.

Самым распространённым методом определения прочности клеевого соединения с учетом всех модификаций является испытание на сдвиг. Интерес представляет ГОСТ 57066-2016, в котором описано испытание хаотически- и однонаправленно-армированных полимерных композитов, а бумага и картон, хотя и не являются полимерными композитами, однако обладают ярко выраженной анизотропией. Кроме этого, существуют методы оценки прочности на разрыв волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона, которые по сути своей являются аналогичными и проводятся на аналогичном оборудовании.

В заключение следует отметить, что хотя вид и размеры образцов могут отличаться в зависимости от испытания, перед проведением испытаний все образцы должны пройти акклиматизацию в помещении, где эти испытания будут проводиться. Согласно ГОСТ Р ИСО 187-2012 кондиционирование волокнистых материалов должно проводиться при температуре (23 ± 1) °С и относительной влажности воздуха (50 ± 2) %.

Существует огромное количество методик определения прочности клеевых соединений, однако большинство из них направлены на испытания плотных материалов с гладкой поверхностью. Наиболее применимыми для оценки качества клеевого соединения тонких волокнистых материалов являются испытания на сдвиг, изгиб и отслаивание.

Результаты экспериментов по рассматриваемым методикам позволяют оценить прочность соединения, однако не отвечают на вопрос: почему это разрушение произошло. Прогнозирование срока службы соединения в реальных условиях, а также разработка новых видов соединений возможна только при комплексной оценке, включающей изучение характеристик материалов, их взаимодействия друг с другом, применяемого оборудования для формирования клеевого шва, а также условий эксплуатации конечного изделия.

Список источников

1. Borges C. S. P., Akhavan-Safar A., Tsokanas P., Carbas R. J. C., Marques E. A. S., da Silva L. F. M. From fundamental concepts to recent developments in the adhesive bonding technology: a general view // Discover Mechanical Engineering. 2023. Vol. 2, no. 8. https://doi.org/10.1007/s44245-023-00014-7

2. Dohr C. A., Hirn U. Influence of paper properties on adhesive strength of starch gluing // Nordic Pulp & Paper Research Journal. 2022. Vol. 37, no. 1. P. 120-129. https://doi.org/10.1515/npprj-2021-0039

3. ГОСТ Р 56977-2016. Композиты полимерные. Классификация типов разрушения клеевых соединений [Текст]. — введ. 2016–06–27. — М. : Стандартинформ, 2016. — 16 с.

4. Вильнав Ж.-Ж. Клеевые соединения/ Ж.-Ж. Вильнав [пер. с франц.] – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.

УДК 658.562

Тимофеев Д.В.
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» г. Москва, Россия

О ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ СМК НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация: *данная статья посвящена вопросам электронного документирования СМК, анализу положений стандарта ИСО 10013-2021 на предмет использования электронных носителей информации. Применение электронных средств для документирования СМК позволяет осуществлять сбор и хранение документированной информации в электронном виде на электронных носителях, что соответствует духу времени, позволяет использовать современные мобильные приложения для документирования СМК, значительно облегчает и упрощает процесс, снижает вероятность ошибок и фальсификации данных.*

Ключевые слова: *система менеджмента качества, стандарты ИСО 9000, документация СМК, документированная информация, стандарт ИСО 1013, сбор и анализ данных на электронных носителях, мобильное приложение для анализа данных в СМК.*

В настоящее время в условиях развития отечественной пищевой промышленности под действием западных санкций и необходимости обеспечения конкурентоспособности отечественной пищевой продукции особенно актуальным является внедрение международных стандартов на системы менеджмента качества (СМК) ИСО серии 9000.

Одним из важнейших этапов внедрения СМК является ее документирование. Однако, на этом этапе существует ряд трудностей заключающихся в понимании положений и требований стандартов ИСО серии 9000 в части разработки документированной информации. Для устранения этих сложностей существует стандарт ИСО 10013-2021, который дает рекомендации по созданию и внедрению системы документации СМК, конкретизирует и разъясняет требования стандарта ИСО 9001 относительно документирования, поддержания в рабочем состоянии, обеспечении результативности системы документации СМК.

В 2021 году стандарт МС ИСО 10013 был обновлен подкомитетом SC 3 «Вспомогательные технологии» технического комитета ТК 176

«Менеджмент качества и обеспечение качества» Международной организации по стандартизации ИСО (ISO-International Organization for Standardization) и вышел под редакцией МС ИСО 10013-2021 [1;2].

Стандарт МС ИСО 10013-2021 содержит рекомендации по разработке, внедрению и поддержанию документированной информации, необходимой для обеспечения результативного функционирования системы менеджмента качества, адаптированной к конкретным потребностям организации.

Согласно стандарта документированная информация [1] – это информация, требующая управления и поддержания организацией в актуальном состоянии, и носитель, на котором она содержится.

В последние годы информационного развития организации перешли от бумажного делопроизводства к электронным системам документооборота. Стандарт ISO 9001 [1;3] отразил это изменение, заменив такую терминологию, как "документация, руководство по качеству, документированные процедуры и записи" на "документированную информацию".

Стандарт ИСО 10013-2021 также использует понятие "документированная информация" для обозначения этой информации и определяет то, что документированная информация может быть представлена любым типом носителя, например, бумажным, электронным, фотографией или физическим образцом. Также в нем говорится, что преимуществами электронных носителей являются, например:

– более легкий доступ к соответствующим версиям, включая доступ из удаленных мест;
– упрощение контроля изменений, включая удаление устаревшей документированной информации;
– быстрая и контролируемая рассылка;
– более простое извлечение и хранение по сравнению с бумажным или другими физическими носителями.

Отвечая на рекомендации стандарта о возможности предоставления и хранения документированной информации в электронном виде и тенденциям информационного развития, можно привести пример использования мобильного приложения для смартфона Quality CHECK [4]. Которое предназначено для цифровизации процесса сбора и анализа данных, путем ведения электронных записей о качестве и безопасности на смартфоне с заменой бумажных журналов на электронные. При этом оно позволяет:

- значительно облегчить работу с документированной информацией и полностью отказаться от бумажных носителей или сократить количество журналов.

- производить сбор данных и автоматическое заполнение электронного журнала по QR-коду, которое занимает меньше 1 минуты;

- минимизировать издержки, штрафы и финансовые потери, за счёт мгновенного уведомления о несоответствиях и своевременного реагирования на возникающие риски;

- производить контроль за всеми технологическими процессами.

- выявлять проблемы и улучшать процессы на производстве.

Приложение Quality CHECK не просто собирает данные, а анализирует их, предоставляя ключевую информацию о тенденциях и потенциальных проблемах на производстве. Это помогает принимать более обоснованные управленческие решения.

Таким образом, применение такого мобильного приложения полностью соответствует рекомендациям стандарта по документированию СМК и отвечает потребностям в цифровизации процессов документирования СМК, значительно облегчает и упрощает процесс документирования СМК, снижает вероятность ошибок и фальсификации данных.

На основании анализа последней версии стандарта ИСО 10013-2021 можно сделать вывод, что использование электронных средств для работы с документированной информацией соответствует последним рекомендациям, является весьма актуальным и адаптированным под современные тенденции развития цифрового общества.

Список источников

1. ISO 10013:2021. Системы менеджмента качества. Руководство по документированной ин- формации» / Международная организация по стандартизации. 2021. [Электронный ресурс] URL: https://www.iso.org/standard/75736.html (дата обращения: 24.10.2023);

2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» – М.: Изд-во стандартов, 2015;

3. Quality CHECK - менеджер по качеству в вашем смартфоне https://quality-check.ru/

УДК 519.2

Туманова Ю.В.
Научный руководитель: Михадарова О.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ЗАДАЧАХ МЕТРОЛОГИИ

Аннотация. *Рассмотрены теоретические основы вероятностных методов для оценки рисков и неопределенности при решении задач на определение качества продукции; приведены практические примеры их применения.*

Ключевые слова: *случайные величины, вероятность, статистика, качество, точность измерений, оценки рисков, неопределенности.*

В современном мире научно-технический прогресс стремительно меняет облик различных отраслей. Постоянное совершенствование технологий и многообразие производственных процессов требуют от специалистов в области стандартизации применения современных подходов к оценке рисков и неопределенности.

Эффективность системы стандартизации напрямую зависит от способности адекватно оценивать риски и требует применения современных вероятностных методов. В связи с возрастающей сложностью современных производственных процессов и требованиями к высокому уровню точности и надежности измерений исследование является как никогда актуальным.

Целью данного исследования является анализ и обоснование применения вероятностных методов для повышения точности и достоверности оценок рисков и неопределенности в области стандартизации и метрологии.

В процессе измерений и контроля качества неизбежно возникают задачи для решения которых применяются методы основанные на понятиях теории вероятностей и математической статистики, позволяющие исследовать случайные явления и делать обоснованные выводы.

Исследование вероятностных закономерностей массовых однородных явлений составляет предмет теории вероятностей. Основным интуитивным понятием классической теории вероятностей является случайное событие. События, которые могут произойти в результате опыта, можно классифицировать на три вида: достоверные (100%), невозмож-

ные (0%) и случайные (события, которые могут либо произойти, либо не произойти).

Вероятность события A (классическое определение) есть отношение числа исходов, благоприятных этому событию, к числу возможных исходов и обозначается

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Так, например, риск можно определить, как возможность наступления неблагоприятного события, последствия которого могут повлиять на достижение целей; а неопределенность, в свою очередь, представляет собой ситуацию, при которой отсутствует полная информация о вероятностях наступления событий или их последствиях. Важно различать эти два понятия, так как они имеют разные подходы к количественной и качественной оценке.

Задача: На производственном предприятии, производящем металлические детали для автомобилей, необходимо контролировать вес деталей, чтобы убедиться, что они соответствуют стандарту 500 грамм с допустимым отклонением ±5 грамм. Это означает, что допустимый диапазон веса составляет от 495 до 505 граммов.

Для решения задачи необходимо: 1) оценить средний вес деталей в выборке; 2) определить, соответствует ли партия стандарту с использованием доверительного интервала; 3) оценить вероятность того, что средний вес деталей в партии соответствует стандарту.

Составим статистический ряд распределения результатов измерений веса 100 деталей.

x_i	497	498	499	500	501	502	503
n_i	1	15	16	29	17	11	11

Здесь: x_i -варианты, n_i - соответствующие им частоты.

Для полученного статистического распределения равноотстоящих вариант x_i, вычислим выборочное среднее $\bar{x}_в$, выборочную дисперсию $D_в$ и выборочное среднее квадратическое отклонение $\sigma_в$.

$$\bar{x}_в = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} x_i \cdot n_i = \frac{1}{100}\left(497 \cdot 1 + 498 \cdot 15 + 499 \cdot 16 + 500 \cdot 29 + 501 \cdot 17 + 502 \cdot 11 + 503 \cdot 11\right) =$$

$$= \frac{1}{100} \cdot 50023 = 500{,}23.$$

$$D_в = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} x_i^2 \cdot n_i - \left(\bar{x}_в\right)^2 = \frac{1}{100}\left(497^2 \cdot 1 + 498^2 \cdot 15 + 499^2 \cdot 16 + 500^2 \cdot 29 + \right.$$

$$\left. + 501^2 \cdot 17 + 502^2 \cdot 11 + 503^2 \cdot 11\right) - 500{,}23^2 = 2{,}3971.$$

$\sigma_в = \sqrt{D_в} = \sqrt{2{,}3971} \approx 1{,}55$.

Стандартная ошибка среднего m указывает на величину различия между средними арифметическими - генеральной и выборочной совокупностями (отображает точность оцененного параметра среднего) и рассчитывается по формуле $m = \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} = \dfrac{1{,}55}{10} = 0{,}155$.

Доверительный интервал для оценки с надежностью $\gamma = 0{,}95$(или 95%) неизвестного математического ожидания μ нормально распределенного признака X генеральной совокупности найден по формуле $\bar{x}_в - t\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x}_в + t\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$ и равен $499{,}9 < \mu < 500{,}5$. Здесь $t = 1{,}96$ определяется из соотношения $\Phi(t) = \dfrac{\gamma}{2} = \dfrac{0{,}95}{2} = 0{,}475$ приложения 2 (см. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике). Поскольку доверительный интервал [499,9 грамм; 500,5 грамм] полностью попадает в допустимый диапазон [495 грамм; 505 грамм], мы можем сделать вывод о том, что на основании нашей выборки партия соответствует стандарту.

Вероятность того, что средний вес деталей в партии находится в диапазоне от 495 до 505 грамм можно определить по формуле:

$$P(495 < X < 505) = P(t < t_{505}) - P(t < t_{495}) = P\left(t < \frac{505 - \mu}{m}\right) - P\left(t < \frac{495 - \mu}{m}\right) =$$

$$= P(t < 32{,}68) - P(t < -32{,}68) \approx 1 - 0 = 1.$$

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сказать, что средний вес деталей в выборке составляет 500 грамм и соответствие стандарту составляет практически 100%. Тем самым показали, что вероятностные и статистические методы контроля качества продукции на производстве демонстрируют важность анализа данных для обеспечения соответствия продукции установленным стандартам.

Список источников

1. Положинцев Б.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Введение в математическую статистику: Учебное пособие. – СПб.: 2016.– 95 с.

2. Гмурман, В. Е. Г 55 Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. — 9-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2004. — 404 с.

3. Беликова Г.И., Витковская Л.В. Основы теории вероятностей и элементы математической статистики. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2018. – 160 с.

4. https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_normal_table

УДК 543.5

Хотянович Е.А., Рылач П.А.
Научный руководитель: Шачек Т.М., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет

ВЫБОР СПОСОБА ПРОБОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛЕНКЕ ПВХ

Аннотация. *Представлено экспериментальное обоснование применения двух способов пробоподготовки для определения металлов методом атомно-адсорбционной спектроскопии в пленке ПВХ, предназначенной для упаковывания таблеток.*

Ключевые слова: *минерализация, разложение, извлечение, специальный предел миграции, риски.*

Материалы на основе ПВХ сегодня широко используются в фармацевтической промышленности для хранения и транспортировки различных форм лекарственных препаратов. В отношении упаковки установлены требования безопасности, в том числе и по содержанию токсичных элементов, которые не должны мигрировать в лекарственные препараты. Исходя из сведений о составе и способах изготовления современных пластиковых материалов, в пленке ПВХ могут содержаться такие элементы как Zn, Sn, Pb, Al, Sb, As, Ca, Cr, Co, Cu, Eu, Ga, Fe, La, Tb, Mg, Mn, Hg, Ni,Li, K, Na.

Для оценки риска миграции тяжелых металлов в лекарственные препараты актуальным представляется разработать методику их полного извлечения из образцов пленки ПВХ для последующего количественного определения, что и было целью работы.

Согласно [1] для разложения органических веществ преимущественно применяют азотную кислоту или ее смесь с пероксидом водорода. Повысить эффективность извлечения металлов возможно с помощью микроволнового разложения (температура 220°С).

Для выбора оптимального варианта извлечения металлов в исследуемой пленке ПВХ были апробированы два способа пробоподготовки: комбинированный способ (минерализация и сжигание) для последующего определения меди, цинка и железа и микроволновое разложение проб – для определения свинца.Выбор метода определения рассматриваемых элементов зависел от предельно допустимого содержания ана-

литов. Специальный предел миграции для цинка и меди составляет 5 ppm, железа 48 ppm. Соединения свинца в материалах из ПВХ для фармацевтической упаковки запрещены к использованию, а содержание должно быть ниже предела обнаружения метода [2].

Рабочий диапазон для ААС с электротермическим атомизатором составляет от 0,01 до 100 ppb, поэтому этот метод выбран для определения свинца. Рабочий диапазон для ААС с пламенным атомизатором составляет от 1 до 100 ppm, поэтому этот метод выбран для определения цинка, железа и меди.

Определение концентрация металлов осуществляли по градуировочному графику в диапазоне 40–120% от расчетной концентрации в анализируемых пробах:

– для цинка – 0,1, 0,2, 0,3 мг/дм^3 ($y = 0,5947 \cdot x + 0,0175$; R= 0,9999);

– для меди – 0,1, 0,2, 0,3 мг/дм^3 ($y = 0,1996 \cdot x + 0,0036$; R=0,9986);

– для железа – 1,0, 2,0, 3,0 мг/дм^3 ($y = 0,0669 \cdot x + 0,0093$; R=0,9999);

– для свинца – 10,0, 15,0, 20,0 мкг/дм^3 ($y = 0,0050 \cdot x + 0,0643$); R=0,9921).

Измерение проводили на ААС Nova 800 Analytik jena ацетилен/воздух (дата поверки 04.04.2024) и ААС Agilent AA-280Z с электротермическим атомизатором и корректором фона с использованием эффекта Зеемана (дата поверки 18.10.2024), обработку результатов – с использованием встроенного ПО.

Для оценки потенциального влияния матрицы (например, пластификаторы, стабилизаторы, наполнители и другие компоненты, затрудняющие определение концентрации тяжелых металлов) в двух методах определения были приготовлены растворы с добавкой целевых элементов. Растворы с добавкой и контрольные растворы были подготовлены в тех же условиях, что и испытуемые растворы.

Комбинированный способ (минерализация и сжигание). В качестве минерализующего агента выбрана HNO_3 (Carl Roth, ч.д.а., 69%). К навеске пленки ПВХ 0,5 г в кварцевом тигле добавляли 10 см^3 HNO_3, нагревали на электрической плитке до ее испарения. После выпаривания и частичной деструкции пленки ПВХ (наблюдалось пожелтение и частичное расслоение пленки), пробы помещали в муфельную печь при температуре 600°С на 6 часов. После сжигания зольный остаток имел белый цвет, окрашенные включения отсутствовали, что свидетельствует о полном озолении образца. К зольному остатку добавили 0,1 М HCl, в результате чего наблюдалась легкая опалесценция. После выпаривания

и повторного добавления 0,1 М HCl было достигнуто полное растворение золы. Полученный раствор был доведен до объема 10 $см^3$ 0,1 М HCl.

При реализации данного способа определения образец пленки полностью разложился, полученные анализируемые растворы были прозрачные, бесцветные. Эффект матрицы не наблюдался, поправка контрольного опыта не требовалась. Результаты определения аналитов в пересчете на 1 грамм пленки (ppm) составили: Zn – 1,9, Cu – 1,7, Fe – 17,0.

Микроволновое разложение проб. Микроволновое разложение проб осуществлялось в системе Preekem M6. Для разложения проб к навеске пленки ПВХ 0,150 г добавляли 6 $см^3$ HNO_3 (Carl Roth, ч.д.а., 69%). Для разложения были выбраны следующие параметры: рабочая температура 200°C, время нагрева 10 минут, время выдержки 2 часа, режим охлаждения – до 60 °C. Сосуды для разложения с образцами были размещены на поворотном столе. После завершения разложения и остывания сосудов, при помощи динамометрического ключа их открыли под вытяжкой, стравливая выделившиеся газы. Сосуд держали открытым, до полного исчезновения признаков протекания реакции. Минерализат перенесли в колбы, медленно встряхивая, добавили 10 $см^3$ 0,1 М HCl.

При реализации данного способа наблюдался небольшой белый осадок в растворах, что свидетельствует о неполной деструкции. После отстаивания суспензии для измерения использовалась надосадочная жидкость. Содержание Pb в пробе в пересчете на 1 грамм пленки составило 0,182 ppm.

Таким образом, выбранные способы пробоподготовки и методы определения соответствовали целям исследования. Полученные экспериментальные данные показали, что содержание тяжелых металлов в пленке ПВХ, используемой для упаковывания таблеток, ниже специального предела миграции. Это свидетельствует о минимальном риске контаминации таблеток и подтверждает безопасность и качество фармацевтической продукции, что особенно важно для защиты здоровья потребителей.

Список источников

1. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ Москва: Техносфера, 2009. - 784 с., ISBN 978-5-94836-231-1.

2. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food [Электронный ресурс] URL: https://eur-lex.europa.eu/

3. Руководство по эксплуатации микроволновой системе разложения Preekem M6 – 49с.

Секция «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

УДК 681.7.035

Градобаев Р.А., Градобаева Д.В.
Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЗРАЧНАЯ КЕРАМИКА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. *Рассмотрены виды прозрачной керамики, ее свойства, факторы, влияющие на способность пропускать свет, современное состояние производства, проблемы и перспективы.*

Ключевые слова: *прозрачная керамика, оптическая керамика, пористость, бронебойные стекла, лазерные технологии.*

Начало разработки прозрачной керамики было положено открытием в 60-х годах прошлого века полупрозрачного оксида алюминия. До сих пор не принято четкое определение прозрачной керамики. Японские ученые определяют ее как материал толщиной 1 мм, полученный спеканием из неорганических порошков, через неполированную поверхность которого можно читать с листка бумаги, что соответствует 40 % пропускания электромагнитного излучения в видимом диапазоне длин волн. Российские исследователи создали классификацию исходя из относительной составляющей светопропускания и величины остаточной пористости вне зависимости от толщины: малопрозрачная керамика – светопропускание до 10 %, характеризующаяся наличием пористости в диапазоне от 1 до 1,5 %; полупрозрачная керамика – светопропускание 10-40 %, пористость в диапазоне от 1 до 0,1 %; прозрачная керамика – светопропускание 40-80 %, пористость менее 0,1 %; высокопрозрачная керамика – светопропускание выше 80 %, пористость отсутствует. Однако, данная классификация не учитывает толщину поликристаллического материала, с которой неразрывно связана величина пропускания электромагнитного излучения [1].

Прозрачная керамика – поликристаллический материал, благодаря чему она является прогрессивной заменой монокристаллическим прозрачным материалам. Совокупность таких свойств, как стойкость в широком диапазоне температур эксплуатации, прочность, износостойкость, пропускание электромагнитного излучения в большом диапазоне длин волн, ударостойкость, способность получать изделия высокой чи-

стоты поверхности делают этот материал приоритетным, главным образом, в области оптики, бронезащитных стекол, лазерной техники.

На способность прозрачной керамики пропускать свет влияют такие факторы, как:

1) *гетерогенность структуры* (наличие примесей образует дополнительные фазы, коэффициент преломления которых отличается от основной фазы, рассеяние света происходит на границе раздела фаз, в результате чего светопропускание значительно снижается),

2) *анизотропия* (показатель преломления меняется в зависимости от кристаллографических осей, материалы с кубической структурой предпочтительны),

3) *размер зерен* (чем крупнее зерно, тем меньше площадь поверхности раздела фаз, соответственно светопропускаемость лучше),

4) *пористость* (решающий фактор: поры являются своеобразной фазой, которая отражает и преломляет проходящий свет. Для прозрачной керамики пористость сводится к минимуму (содержание <1-10 млн.$^{-1}$), размер частиц <100 нм.

Таким образом, для изготовления прозрачной керамики необходимы ультрадисперсные нанопорошки высокой чистоты с кубической кристаллической решеткой и минимальной степенью к агломерации. К сожалению, промышленное отечественное производство порошков такого качества на сегодняшний день отсутствует.

При изготовлении оптических керамик применяются методы горячего прессования, шликерного литья, изостатического, магнитоимпульсного прессования. Метод шликерного литья позволяет с большой производительностью изготавливать образцы большого размера при меньших остаточных напряжениях, однако присутствие в шликере дефлокулянтов, не всегда и не в полной мере удаляемых при отжиге, ухудшают качество керамики. В этой связи перспективным представляется компактирование порошков методом статического прессования с ультразвуковым воздействием на нанопорошок [2].

В настоящее время наиболее плотно разработками в этой области, в частности, созданием армированной прозрачной керамики, занимаются ученые Томского политехнического университета; Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, Университет Лобачевского (ННГУ), впервые в России получившие прозрачные керамики со структурой фторапатита для лазеров ближнего инфракрасного диапазона; УрФУ и УрО РАН, где была синтезирована прозрачная нанокерамика с люминесцентными свойствами.

Керамику из оксида алюминия применяют в производстве трубоболочек натриевых ламп высокого давления, оптических волокон, переключателей, лазерных усилителей, линз, оптических окон газовых лазеров, инфракрасных устройств теплового наведения ракет, ИК-приборов ночного видения, сцинтилляторов и матриц фотонных генераторов, деталей для дисплеев подводных компьютеров.

Перспективными направлениями работ являются создание бронебойных стекол, лазерные технологии, разработка люминесцентной керамики. «Замена пуленепробиваемых стекол на керамику позволит уменьшить общий вес конструкции и повысить баллистическую прочность» [3]. Создание сверхкороткого и сверхмощного лазера без использования прозрачной керамики не представляется возможным, т.к. именно она обладает наибольшим монохромизмом и более высокой теплопроводностью по сравнению традиционными стеклами и монокристаллами. Одним из важных направлений на этом пути является создание высокопрозрачной керамики $Y_3Al_5O_{12}:Nd^{3+}$ (YAG) – иттрий-алюминиевого граната, активированного неодимом, представляющего собой твёрдый раствор неодима в кубическом оксиде иттрия, а также других оксидных керамик – активных сред твердотельных лазеров.

Таким образом, прозрачная керамика является прогрессивным материалом для создания сверхмощных и коротких лазеров, бронированных стекол, люминесцентов, однако существуют трудности, связанные с производством исходного сырья требуемого качества. Необходимы также дальнейшие фундаментальные исследования в этой области с целью улучшения оптических и лазерных характеристик.

Список источников

1. Пайгин В.Д, Разработка технологии оптически прозрачных керамических материалов на основе диоксида циркония и оксидных соединений алюминия методом электроимпульсного плазменного спекания. дис.канд.техн.наук. 2.6.14 / Пайгин Владимир Денисович; научн.рук. О.Л.Хасанов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: 2022. – 203 с. https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/73042/1/dis00518.pdf?ysclid=m9383vi3yg220792805

2. Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Похолков Ю.П., Соколов В.М. Механизмы ультразвукового прессования керамических нанопорошков // Перспективные материалы. – 1999.– №3.– С.88-93 13.

3. https://za-kadry.tpu.ru/newspaper/article/view?id=9585

УДК 544.163

Градобаев Р.А., Градобаева Д.В.
Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г., канд. физ-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. *Представлен обзор электропроводящих полимеров, основные области применения.*

Ключевые слова: *электропроводящие полимеры, полипиррол, допирование, микроэлектроника.*

Как известно, в природе не существует абсолютных диэлектриков. Диэлектриками считаются вещества, в которых пренебрежимо мало носителей зарядов. К таковым относятся термопласты, реактопласты, слоистые пластмассы. Однако и среди полимеров имеются полупроводники и электропроводящие материалы. Электропроводящие полимеры представляют собой высоко делокализованные π-электронные системы с чередующимися в основной цепи полимера одинарными и двойными связями, которые могут быть легко окислены или восстановлены. Электронная проводимость этих полимеров называется «собственной», т.к. связана с наличием в молекулярной структуре электрических зарядов, способных перемещаться вдоль цепи полимера в отсутствие сторонних электропроводящих материалов, таких как металлы или графит.

В большинстве своем эти материалы – диэлектрики в нейтральном состоянии и приобретают электропроводящие свойства только после взаимодействия молекул допантов с несущими неспаренный электрон участками цепи полимера. В зависимости от допирующего компонента различают p-допирование, когда допирующий элемент стягивает на себя электроны, и n-допирование, когда допирующий элемент отдает электроны. Техника допирования несложна, но имеет свои особенности, так как желательно добиться возможно более равномерного распределения «допанта» (вещества, которым допируют полимер). Допирование, используемое для электропроводящих полимеров, несколько отличается от аналогичного процесса, используемого для неорганических полупроводников. Это отличие заключается в количестве допанта, которое в некоторых случаях может достигать 50 % от массы проводящего полимера. Допант взаимодействует с полимером, однако напрямую в механизме переноса заряда не участвует. Наиболее известными элек-

тропроводящими полимерами являются полианилин, полипиррол, полиэтилендиокситиофен.

Электропроводность полимеров может быть обусловлена такими факторами, как:

1) транспорт электронов, осуществляемый окислительно-восстановительными молекулами, играющими роль подвижных переносчиков; транспорт может сопровождаться или не сопровождаться переносом электрона от одного переносчика к другому при их встрече;

2) «прыжковый» электронный перенос между окислительно-восстановительными группами, связанными с основным молекулярным каркасом или собранными в супрамолекулярный ассоциат за счет нековалентных взаимодействий;

3) электронная проводимость вдоль системы сопряженных π-связей, в которую могут входить другие группы, способные к передаче электрона: напряженные циклические структуры, гетероатомы, имеющие свободные, не участвующие в образовании связей, электроны. В осуществлении процесса переноса электронов могут участвовать как органические, так и неорганические компоненты. [1].

В любом случае удлинение участков сопряжения, реализуемое в полимерах, должно приводить к увеличению проводимости, так как оно сопровождается как уменьшением ширины запрещенной зоны, так и уменьшением числа межмолекулярных барьеров, которые необходимо преодолевать носителям тока при их направленном движении под действием внешнего электрического поля. Перенос носителей через диэлектрические прослойки и является активационным барьером.

В качестве электропроводящих и полупроводниковых материалов в литературе описаны также композиции полимеров с металлами, в частности с металлами переходной валентности, в которых рецепторами являются полимерные органические структуры с системой сопряженных связей, а субстратами – металлы переходной валентности.

Электропроводящие полимерные покрытия могут использоваться в микроэлектронике. Голографическую внешнюю память, основанную на фоторефрактивном эффекте, обеспечивает, например, фотореактивный поли-1ХГ-винилкарбазол.

Электропроводящие полимеры перспективны для создания межэлементарных соединений с размерами молекулярного подуровня (1 нм), для изготовления высоковольтных кабелей, допированных таким образом, что проводящей частью окажется центральная, а наружная будет изолятором. Использование электропроводящих полимеров для изготовления активных частей источников тока взамен цветных металлов

может снизить массу аккумуляторов вдвое, обеспечить электрохимическую обратимость, большие значения удельной мощности и энергоемкости и безотходную технологию их изготовления.

Способность полимерного проводящего материала менять проводимость в зависимости от степени окисления, контролируемая потенциалом управляющего электрода, позволяет создать электрохромные системы, хематронные и сенсорные устройства. Это, в частности, затворные и фильтрующие оптические устройства, производство цветных дисплеев, электрохимические транзисторы, в которых микроскопические платиновые или золотые электроды расположены в проводящем полимере на мизерном расстоянии (около 1 мкм).

Область применения проводящих полимеров расширяется за счет их использования в качестве сенсорных датчиков. Сенсоры на основе проводящих полимеров работают при комнатных температурах, просты в эксплуатации и наладке при использовании в портативных устройствах. Они имеют высокую чувствительность, что позволяет определять наличие в окружающей среде веществ с концентрацией от одной десятимиллионной ppm.

Способность полипиррола пропускать электрический ток позволяет отдельным частям изделия, изготовленным из него сокращаться как мышцы, что делает возможным в микрохирургии исследовать отдельные клетки, а также вводить определенную дозу лекарства, внедренного в полимер. Самым главным преимуществом электропроводящих полимеров является их высокая технологичность. Электропроводящие полимеры в виде композитов могут сочетать относительно хорошие структурно-механические свойства (гибкость, прочность, приемлемая эластичность и т.д.) с высокой электропроводностью.

Список источников

1. Перовская К.А. Виды, свойства и области применения электропроводящих полимерных композиций // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: https://scienceforum.ru/2020/article/2018019800?ysclid=m94ojv1p9z373148386 (дата обращения: 05.04.2025).

2. Блайт Э.Р. Электрические свойства полимеров / Э.Р. Блайт, Д. Блур - М.: Физматлит, 2008. -376 с.

УДК 666.3/.7

Казанцев П.Н.
Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ГИБКАЯ КЕРАМИКА: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. *Рассматриваются природа, свойства, перспективы применения гибкой керамики, сочетающей высокую температуростойкость, химическую инертность и механическую прочность с хорошей пластичностью.*

Ключевые слова: *гибкая керамика, наноструктурированные материалы, механизмы повышения пластичности керамики, синтез гибкой керамики.*

Современные технологические задачи требуют разработки материалов с уникальными сочетаниями свойств. В этом контексте гибкая керамика представляет особый интерес как класс материалов, сочетающий характерные для керамики высокую температуростойкость, химическую инертность и механическую прочность с неожиданной пластичностью. Такое сочетание свойств открывает новые возможности применения в аэрокосмической промышленности, энергетике, микроэлектронике и биомедицине. Актуальность исследований в этой области обусловлена растущими требованиями к материалам для экстремальных условий эксплуатации, где традиционные материалы не удовлетворяют совокупности требований.

Традиционно керамические материалы считаются хрупкими из-за особенностей их атомного строения с преобладанием ионных и ковалентных связей. Однако исследования последних десятилетий показали возможность создания керамики с пластическими свойствами. Ключевым открытием стала работа Гарви (1975) по стабилизированному диоксиду циркония, где было обнаружено, что мартенситное превращение тетрагональной фазы в моноклинную может препятствовать распространению трещин. Дальнейшие исследования (Becher, 1991; Niihara, 1991) выявили дополнительные механизмы повышения пластичности, включая наноструктурное упрочнение и создание многофазных систем. Микроструктурные особенности играют решающую роль в обеспечении гибкости керамических материалов. Уменьшение размера зерна до

нанометрового диапазона (менее 100 нм) принципиально изменяет механическое поведение материала. Важное значение имеют также фазовый состав, ориентация кристаллитов и контролируемая пористость. Экспериментальные данные свидетельствуют, что оптимальное сочетание этих факторов позволяет достичь пластичности в несколько процентов при сохранении высокой прочности (Kondo, 2018).

Синтез гибкой керамики требует особых подходов на всех стадиях производства. Для получения исходных нанопорошков применяются золь-гель технология, гидротермальный синтез и плазмохимические методы. Золь-гель процесс (Brinker, 1990) позволяет получать ультрадисперсные порошки с размером частиц 10-100 нм и высокой химической однородностью. Гидротермальный синтез эффективен для получения сложных оксидов при относительно низких температурах, а плазмохимические методы – для производства чистых нитридных и карбидных порошков.

Спекание нанопорошков представляет особую технологическую проблему. Искровое плазменное спекание (SPS) (Munir, 2006) позволяет получать плотные материалы при пониженных температурах за короткое время (минуты), что предотвращает рост зерен. Горячее изостатическое прессование (HIP) обеспечивает практически полное устранение пористости. Перспективным является также импульсное электронное спекание, где процесс занимает доли секунды. Для электронных применений важны технологии получения тонких пленок. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD) позволяет создавать высококачественные пленки сложных составов. Физические методы осаждения (PVD), включая магнетронное распыление, обеспечивают точный контроль толщины и состава. Наиболее совершенным методом является молекулярно-лучевая эпитаксия (MBE), позволяющая создавать сложные многослойные структуры с атомарной точностью.

Уникальные свойства гибкой керамики находят применение в различных высокотехнологичных областях. В авиационно-космической технике (Clarke, 2003) эти материалы используются для теплозащитных покрытий двигателей и элементов космических аппаратов, где важна устойчивость к термическим ударам. В энергетике перспективно применение в компонентах термоядерных реакторов и высокотемпературных топливных элементах.

В электронике гибкая керамика применяется в качестве диэлектриков для гибких дисплеев (Park, 2012), элементов энергонезависимой памяти и прозрачных проводящих покрытий. Особый интерес представляют сегнетоэлектрические пленки для запоминающих устройств и ма-

териалы с фазовым переходом. Биомедицинские применения включают ортопедические имплантаты (Hench, 2002), где важна биосовместимость в сочетании с механической прочностью, стоматологические реставрации и системы контролируемой доставки лекарств. Пористые керамические материалы позволяют создавать имплантаты, способствующие регенерации костной ткани.

Гибкая керамика представляет собой принципиально новый класс материалов, расширяющий традиционные представления о возможностях керамики. Дальнейшее развитие этого направления связано с созданием новых композиционных систем, совершенствованием методов синтеза и углубленным изучением механизмов деформации. Особую перспективу представляет интеграция гибкой керамики с другими материалами для создания гибридных систем с уникальными свойствами. Решение этих задач позволит существенно расширить области применения гибкой керамики в высокотехнологичных отраслях промышленности.

Список источников

1. Garvie, R.C. (1975). "Ceramic Steel?". Nature.
2. Becher, P.F. (1991). "Microstructural Design of Toughened Ceramics".
3. Niihara, K. (1991). "New Design Concept of Structural Ceramics".
4. Kondo, N. (2018). "High-Strength and Ductile Ceramics".
5. Brinker, C.J. (1990). "Sol-Gel Science".
6. Munir, Z.A. (2006). "The Effect of Electric Field on Sintering".
7. Clarke, D.R. (2003). "Thermal Barrier Coatings".

УДК 629.331

Калинин В.С.
Научный руководитель Ласточкин Д.М., канд. техн. наук, доцент.
Поволжский государственный технологический университет

ПЕРЕХОД С КАРБЮРАТОРА НА ИНЖЕКТОР: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Аннотация. *В данной статье проанализирована модернизация системы питания автомобиля в виде перехода с карбюратора на инжектор. Проведён анализ и выделены преимущества и недостатки такой модернизации.*

Ключевые слова: *карбюратор, инжектор, преимущества, недостатки, модернизация.*

Инжекторная система обеспечивает более точное дозирование топлива, что способствует оптимизации процесса сгорания и повышению эффективности двигателя. Если ваша машина уже давно приобретена, и вас с ней связывают не только материальные вложения, но и эмоциональные, или, допустим, вы хотите продать её дороже, то для вас есть решение. Оно заключается в том, чтобы перевести свой автомобиль с карбюратора на инжектор, но у каждой модернизации есть свою преимущества и недостатки.

Очевидным «плюсом» перехода является экономия топлива. При резких нагрузках на двигатель карбюратор расходует топливо в разы больше, чем в таких же обстоятельствах рассчитывает инжектор. Малый расход топлива – это самый важный фактор выбора у клиентов при покупке автомобиля, поэтому если после перевода на инжектор своего авто вы захотите его продать, то он теоретически будет стоить дороже, чем с карбюратором. Карбюратор требует к себе больше внимания в процессе обычной повседневной эксплуатации – это регулярная чиста и настройка, инжекторная система в это же время может гарантировать стабильную работу двигателя даже в экстремальных условиях, так как электронный блок управления инжектора постоянно контролирует параметры работы двигателя. Надёжность авто сейчас самый важный критерий при выборе на рынке. Уверенность в надёжности означает доверие, что очень кстати, потому что инжектор обеспечивает лучшую динамику разгона, чего не скажешь про карбюратор. Из-за более точной

подачи топлива в систему тяга более ровная и мощная даже на низких оборотах. За счёт этого управлять автомобилем становится более комфортно, но с установкой инжектора становится комфортно не только владельцу (водителю) автомобиля, но и окружающей среде, так как топливо сгорает в разы эффективнее, снижая выбросы вредных веществ.

Однако, низкое качество бензина может вызвать сбои в работе инжекторной системы, так как она работает на основе точных расчётов и измерений. Карбюратор в этом плане терпимо переносит такие недостатки, но можно сказать, что с приходом технологий, низкокачественное топливо постепенно уходит с рынка, что в перспективе решает этот недостаток. Если и говорить о недостатках инжектора, то нельзя не упомянуть зависимость от электричества и электроники. Любое попадание грязи в уязвимые места датчиков или в некачественные соединения проводов, при самостоятельном переводе, может стать большой проблемой, так как электроника чувствительна к загрязнению и влаге. Также, чтобы продиагностировать неисправности в системе необходимо специальное оборудование, что тоже может доставлять дискомфорт. С карбюратором таких проблем нет, ведь он имеет механическую систему управления, с которой можно справиться, имея при себе не значительный набор инструментов. Поломка инжектора может стать также небольшой финансовой проблемой, так как те же датчики стоят очевидно дороже ремонтного комплекта для карбюратора, где предоставлены сразу все расходные запчасти. При переходе с карбюратор на инжектор важно не допустить ошибок человеческого фактора и исключить возможный брак деталей или датчиков. Если все особенности учтены, автомобиль будет работать ровно и долговечно, несмотря на возможный немного дорогой ремонт, в сравнении с карбюратором. И то, что вероятность поломки очень мала и она напрямую зависит от того насколько бережно эксплуатировался автомобиль.

Проанализировав все приведённые выше «плюсы» и «минусы», мы пришли к выводу о том, что инжекторная система питания двигателя имеет больше преимуществ, чем недостатков, особенно если учитывать современные требования к экологии и экономичности автомобилей.

Список источников

1. Библиотека Chiptuner – 2000г. - [Электронный ресурс] https://chiptuner.ru/content/old-karbinj/ (дата обращения: 03.04.2025г.)

2. DRIVE2/ Переделка с карбюратора на инжектор/ - 2012г. [Электронный ресурс]: https://www.drive2.ru/l/15208/ (дата обращения: 03.04.2025г.)

УДК 004.021

Кобылина Е.В.
Поволжский государственный технологический университет

СВОЙСТВА СПЛАВОВ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ

Аннотация: *Рассмотрены применяемые в материаловедении и основные свойства сплавов после лазерной закалки.*

Ключевые слова: *износостойкость, теплостойкость, лазер, сопротивление, коррозионная стойкость.*

Лазерная обработка поверхностей металлов и сплавов относится к локальным методам термической обработки Высокая концентрация подводимой энергии и локальность позволяют производить обработку только поверхностного участка материала без нагрева остального объема и нарушения его структуры и свойств, что приводит к минимальному короблению деталей. В результате очевидны экономические и технологические преимущества. и получаются уникальные структуры и свойства обработанной поверхности.

Износостойкость сплавов, упрочненных лазером. Уменьшение износа деталей после лазерной закалки обусловлено высокой твердостью поверхности, высокой дисперсностью структуры; увеличением несущих свойств поверхности, уменьшением коэффициента трения и др.

Напряженное состояние поверхностных слоев после лазерной закалки. Формирование напряжений при охлаждении поверхности можно представить таким образом. После прекращения лазерного воздействия наиболее быстро охладится внутренний слой металла, лежащий возле непрогретого исходного слоя. Приповерхностный слой охлаждается и сжимается в последнюю очередь. С одной стороны, в процессе сжатия он воздействует на внутренний слой, формируя в нем сжимающие напряжения, в то время как на поверхности формируются растягивающие. С другой стороны, в поверхностном слое сталей мартенситное превращение идет в последнюю очередь. Поскольку мартенсит имеет большой удельный объем, то в приповерхностном слое в это время идет расширение и возникновение сжимающих напряжений за счет фазовых превращений. В результате величина и знак остаточных напряжений a_{0C}т зависят от соотношения термических $\sigma_{тер}$,, и фазовых $\sigma_{фаз}$

напряжений с учетом возможных пластических эффектов. При $\sigma_{тер} > \sigma_{фаз}$ на поверхности формируются растягивающие напряжения, а при $\sigma_{терм} < \sigma_{фаз}$ — сжимающие.

Для исследования распределения остаточных напряжений в поверхностных слоях применяют два метода: метод стравливания, или метод Давиденкова, и рентгеновский метод. Экспериментальное определение остаточных напряжений в поверхностном слое по методу Давиденкова основано на регистрации изменения свободного конца плоского образца после стравливания исследуемого поверхностного слоя. При лазерной обработке имеются значительная неравномерность распределения температуры по глубине и ширине зоны лазерного воздействия и значительная структурная неоднородность. Это приводит к большой неравномерности в распределении остаточных напряжений. В таком случае метод Давиденкова для исследования распределения остаточных напряжений по поверхности зон лазерного воздействия непригоден.

Рентгеновский метод основан на точном измерении периодов решетки. В плосконапряженном состоянии изменение периода кристаллической решетки в нескольких зернах в некотором произвольном направлении пропорционально деформации в этом направлении. Тогда между остаточным напряжением, действующим по поверхности образца, и изменением периода кристаллической решетки имеется аналитическая связь:

Исследование проводится без разрушения поверхности, напряжения определяются в тонком приповерхностном слое глубиной до 30...50 мкм. Ширина рентгеновского пучка на поверхности может составлять 0,5 мм, поэтому метод применяется для исследования распределения напряжений по упрочненной лазером поверхности.

Как показали исследования, на поверхности стальных образцов, обработанных непрерывным или импульсным лазером, формируется весьма неоднородное распределение остаточных напряжений. Область с измененными напряжениями значительно больше размеров зон лазерного воздействия, причем имеется определенная симметричность относительно центра полосы или пятна.

На **сопротивление усталости** сплавов после лазерной закалки большое влияние оказывают величина и знак остаточных напряжений, микрогеометрия поверхности и наличие дефектов, а также особенности микроструктуры. В связи с неодинаковым влиянием режимов лазерной закалки на эти факторы однозначную зависимость сопротивления усталости от режимов установить невозможно, поэтому этот вопрос решают экспериментально.

Теплостойкость закаленной структуры в сплавах зависит от степени метастабильности структуры и диффузионной подвижности атомов. Большая искаженность кристаллической решетки, увеличение плотности дислокаций и вакансий в сплавах железа с углеродом, упрочненных лазером, по сравнению с традиционными видами закалки приводят к более интенсивному процессу распада мартенсита закалки на ферритоцементитную смесь. Тогда после лазерной закалки сталей интенсивность снижения микротвердости в процессе отпуска выше, чем после обычной закалки.

Большая пересыщенность твердых растворов после лазерной закалки особенно в зоне оплавления может привести к выделению в процессе последующего нагрева большого количества метастабильных сегрегаций и промежуточных фаз, что приводит к увеличению твердости.

Общим принципом повышения **коррозионной стойкости** сплавов является повышение однородности фазового состава. В этом случае лазерная обработка с оплавлением некоторых сплавов, в частности чугунов, алюминиевых и медных сплавов, аморфизация поверхности приводив к повышению коррозионной стойкости зон обработки.

Вместе с тем, повышенная концентрационная неоднородность при лазерной обработке углеродистых сталей, сохранение элементов исходной структуры (феррита или карбидов), наличие остаточного аустенита является предпосылкой ухудшения коррозионной стойкости после закалки лазером. В связи с этим коррозионная стойкость зависит от класса обрабатываемых материалов, режимов и технологических схем лазерной обработки.

УДК 621.892.5:629.331

Кревчик Е.А., Вильчик А.Д., Бакун Т.О.
Научный руководитель: Антонов А.С., канд. техн. наук, доцент
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И АНТИФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛИТИЕВЫХ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Аннотация. *Разработаны составы композиционных материалов на основе литиевых пластичных смазок, модифицированных дисперсными частицами углеродсодержащих компонентов, находящихся в особом энергетическом состоянии – наносостоянии. Предложенные составы пластичных смазок обладают улучшенными параметрами реологических и триботехнических характеристик по сравнению с базовыми компонентами и могут служить полноценной альтернативой импортным аналогам при использовании их тяжелонагруженных узлах трения автомобильных агрегатов и промышленного оборудования.*

Ключевые слова: *пластичная смазка, углеродсодержащий компонент, модифицирование, наносостояние, трибоузел.*

Введение. Наиболее актуальным направлением развития современных машиностроительных предприятий является решение вопросов, связанных с минимизацией и нивелированием энергетических потерь, обусловленных трибологическими процессами, и повышением эксплуатационного ресурса узлов трения. Трение и износ, являясь фундаментальными физико-химическими явлениями, не только снижают КПД механизмов, но и создают значительные экономические издержки, связанные с ремонтом и заменой изношенных компонентов. В этом контексте пластичные литиевые смазки, традиционно используемые благодаря их тиксотропным свойствам и широкому температурному диапазону применения, демонстрируют ограниченную эффективность в условиях экстремальных нагрузок, высоких скоростей скольжения и агрессивных сред. Деградация смазочного слоя, сопровождающаяся потерей структурной стабильности и адсорбционной способности, актуализирует разработку инновационных композиционных материалов, способных реализовать синергические эффекты повышения ресурса изделий.

Особый интерес представляют углеродсодержащие нанодисперсные компоненты, вводимые в литиевые мыльные основы. Углеродные материалы, включая фуллерены, графеновые нанопластины и углеродные нанотрубки, обладают уникальным сочетанием механической прочности, термической стабильности и способности к формированию защитных трибопленок. Введение их в смазочные системы позволяет модифицировать реологический отклик среды за счет изменения вязкостно-эластичных характеристик, а также ингибировать процессы адгезионного и абразивного износа посредством механизмов наноструктурирования и экранирования поверхностных дефектов [1].

Цель исследования состояла в разработке литиевых пластичных смазок, содержащих графеноподобные структуры, и исследовании влияния функциональных модификаторов на их реологические и антифрикционные характеристики.

Методика исследования. В качестве базового компонента исследования была выбрана пластичная смазка марки Литол-24, синтезированная на производственных мощностях ОАО «Завод горного воска» (Республика Беларусь). С целью повышения эксплуатационных характеристик исходного материала в его структуру инкорпорировали графенсодержащие структуры в количестве 0,1–0,5 мас. %. Гомогенизацию смазки с графеном проводили на роторном смесителе при скорости вращения в диапазоне 20–150 $с^{-1}$. Реологический анализ модифицированных систем выполняли методом вискозиметрии с использованием реовискозиметра Гепплера в режиме контролируемого сдвигового напряжения температурном диапазоне 25–100 °С. Триботехнические свойства композитов исследовали на микротрибометре FT-2 по схеме «три индентора – по неподвижному диску».

Результаты и их обсуждение. Для высокоскоростных и энергонагруженных систем перспективным направлением является создание композиционных материалов, содержащих углеродные частицы, находящиеся в состоянии контролируемой дисперсности, которые выступают в качестве структурообразующих и функционализирующих агентов. Такие системы способны реализовать феномен наносостояния, проявляющийся в квантовании диссипативных процессов, локализованной упругой деформации и усилении граничной смазки за счет адсорбции наночастиц на контактирующих поверхностях.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что выявленные структурные и морфологические особенности наноразмерного модификатора оказывают существенное влияние на триботехнические параметры исследуемых пластичных смазок. Экспериментальные

исследования, направленные на определение коэффициента трения и интенсивности изнашивания в модельных образцах, продемонстрировали снижение указанных показателей при введении в состав смазок частиц графена. Анализ реологических и триботехнических свойств модельных образцов смазочных композиций установил возможность увеличения эксплуатационного ресурса компонентов автомобильных агрегатов и промышленного оборудования в 1,5–2,5 раза вследствие образования на контактных поверхностях разделительного слоя со свойствами знакопеременного переноса, выполняющего функцию «ингибитора изнашивания».

Разработанные нанокомпозиционные смазочные составы обладают потенциалом для внедрения в производственные процессы машиностроительных предприятий, включая ОАО «Белкард», ОАО «БМЗ», ЗАО «Атлант» и аналогичные организации. Их применение позволит заменить импортные аналоги, такие как Gleitmo 585K и Amblygon TA 30/2, обеспечивая сопоставимые или улучшенные эксплуатационные характеристики при оптимизации затрат на техническое обслуживание.

Заключение. Таким образом, введение углеродсодержащих нанодисперсных компонентов в литиевые пластичные смазки открывает новые возможности для создания материалов с управляемыми реологическими и антифрикционными свойствами. Это соответствует стратегическим задачам машиностроения и автомобилестроения, для которых значительное снижение коэффициента трения и увеличение срока службы изделий могут стать драйверами технологического прорыва в контексте устойчивого развития и ресурсосберегающих технологий.

Благодарность. Исследования выполнялись при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь при выполнении задания 8.4.1.51 ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021–2025 годы.

Список источников

1. Богданович П.Н. Трение, смазка и износ в машинах: учебник / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак, С. П. Богданович. – Минск : Тэхналогія, 2011. – 527 с.

УДК 62-529

Ляпустин А.С.
Научный руководитель: Семёнов К.Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЕРЕДВИЖНАЯ ОПРОКИДЫВАЮЩАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА

Аннотация. *Разработать электрическую подвижную платформу с подъёмным механизмом кузова для транспортировки сыпучих грузов.*

Ключевые слова: *тележка, рама.*

На данный момент отсутствуют электрические тележки для перевозки сыпучих грузов с дистанционным управлением и поднятием кузова, которые способны передвигаться внутри предприятия и иметь достаточную грузоподъёмность.

Передвижная опрокидывающаяся электрическая платформа предназначена для транспортировки сыпучих грузов внутри предприятия. [1]

Грузовая тележка с электроприводом под управлением программного обеспечения подъезжает к точке загрузки, далее происходит загрузка сыпучим материалом, далее тележка начинает движение к точке разгрузки, приезжая на точку разгрузки тележка поднимает кузов с помощью гидроцилиндра и выгружает груз.

Тележка состоит из рамы, электродвигателя, батарей, кузова, гидроцилиндра, механизма поворота колёс, колёс. Масса тележки составляет 1500 килограмм, и она способна выдержать нагрузку в 5000 кг.

Габариты электрическая платформа составляют 2400х1500х1150. Вес тележки 1500 кг.

Рама тележки сварена из квадратных труб сечением 75х75х10. На раму устанавливается кузов, выполненный из листового металла, батарея, электродвигатель, передний вал с механизмом поворота, задний вал, цепь, которая связывает электродвигатель и задний вал, гидроцилиндр, петли для поднятия кузова. Объём кузова составляет 1.65 м3. Конструкция тележки способна выдержать нагрузку в 5000 кг. В качестве тормозной системы будет использоваться как торможение двигателем, так и обычные тормоза. На тележке будет установлен модуль дистанционного управления, поэтому тележка будет управляться удалённо или перемещаться по заранее построенному маршруту.

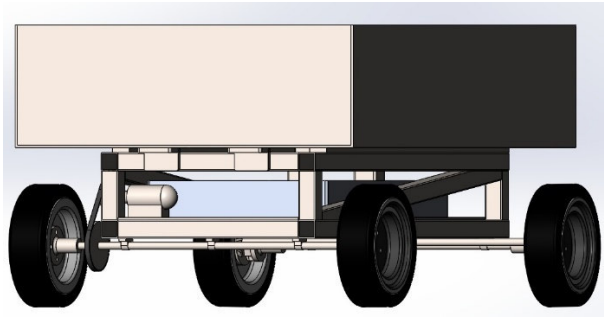


Рис. 1. электрическая платформа вид сбоку сзади

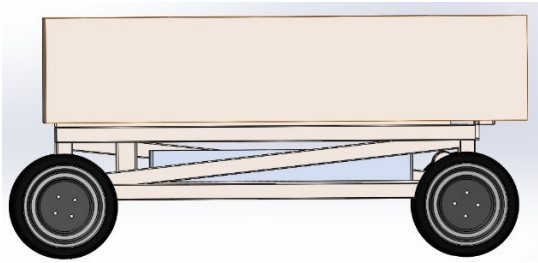


Рис. 2. электрическая платформа вид сбоку

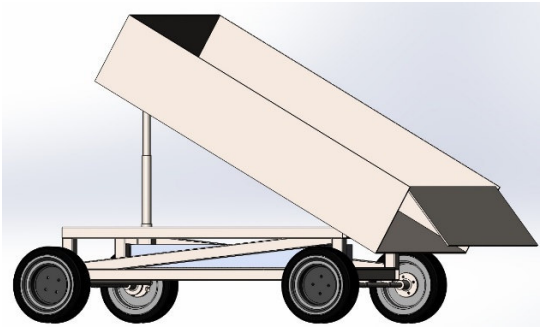


Рис. 3. электрическая платформа вид сбоку поднятым кузовом

В результате проекта будет создана полностью рабочая передвижная опрокидывающая электрическая платформа

Список источников

1. Передвижная опрокидывающаяся платформа [Электронный ресурс] .– URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (дата обращения 10.10.2024)

УДК 330.133.7

Ляпустин А.С.
Научный руководитель: Семёнов К.Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЕДВИЖНОЙ ОПРОКИДЫВАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕЁ ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ЦЕНА

Аннотация. *В данной статье рассчитывается стоимость производства электрической платформы и её выгода.*

Ключевые слова: *электрическая платформа, цена.*

Цена производства электрической платформы складывается из 2 основных пунктов:

- Корпус электрической платформы и система управления

Вся тележка будет изготовлена из профильных труб и листового металла. Цена сырья составит 144000 р. Покупка электродвигателя [1], батарей [3], шин [2], гидроцилиндра [4] в сумме составит 545400 р. Сварка и сборка обойдётся в 200000 р. Итоговая стоимость сборки электрической платформы получится 889400 р.

- Электроника

В электрическую часть тележки входит: общепромышленный программируемый контроллер[5], гидроклапан обратный управляемый[6], соленоид[7], концевой выключатель[8], мини ПК[9], WI-FI адаптер[10], пульт дистанционного управления[11], частотный преобразователь[12], кнопка аварийной остановки[13], электрическая рейка[14], программное обеспечение. В сумме закупка всех этих комплектующих обойдётся в 1,5 млн. руб.

Таким образом примерная цена на все основные компоненты электрической платформы составит примерно: 889400 тыс.р. +1,5 млн. руб. = 2,38 млн. руб. Если добавить прочие расходы – около 500 тыс. руб., цена составит 2,88 млн. руб.

Обслуживание электрической платформы в основном заключается в замене АКБ и различных расходников, например, подшипников. Замена АКБ необходимо делать 1 раз в год. Замена подшипников происходит раз в 1 месяц. Исходя из этого обслуживание электрической платформы

в год обойдётся в 448000 р. Плюс расходники 10000 р. В итоге годовая стоимость обслуживания электрической платформы составит 548000 р.

Самый большой плюс электрической платформы - это отсутствие необходимости наличия оператора, и это значительно уменьшает стоимость эксплуатации, поскольку не надо выплачивать оператору зарплату и страховые взносы. Грузоподъёмность электрической платформы составляет 5 тонн, когда грузоподъёмность тележки с кабиной и бортами 3 тонн, это в 1.67 раз меньше, чем у электрической платформы.

Таким образом, цена покупки электрической платформы составляет 2,88 млн. руб., что дороже покупки 2 тележек с кабиной и бортами общей стоимостью примерно 1,8 млн. руб. Ежегодное обслуживание у электрической платформы составляющее 548 тыс. руб. у 2 тележек составит 350 т. Руб., что дешевле, чем у электрической платформы.

Однако при использовании тележек с кабиной и бортами необходим персонал, которому необходимо выплачивать зарплату, выплачивать страховые взносы и налоги от его зарплаты. В среднем зарплата оператора тележки в Москве составляет от 40 до 100 тыс. рублей

Таким образом за счёт отсутствие нужды выплачивать зарплату операторам погрузчиков, выплачивать НДФЛ, выплачивать общие страховые взносы ежегодные расходы снижаются в 4 раза. К концу 2 квартала электро-тележка полностью покроет разницу в цене, а к концу 9 квартала общая сумма затрат будет ниже на 51%. В сравнение с оператором электрической платформы нет необходимости прерываться на обед, уходить в отпуск, брать больничные. Единственное время, когда электрическая платформа не работает — это обслуживание элементов тележки.

Список источников

1. Электродвигатель [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vseinstrumenti.ru/product/elektrodvigatel-5ai-160-m4-18-5-1500-im-1001-01-01-213698-5953459/#description (Дата обращения 23.03.2025)

2. Шины [Электронный ресурс]. – URL: https://big-shina.ru/e-store/tires/shiny_dlja_vilochnyh_pogruzchikov/shinokomplekt-bkt-7-00-12-14pr-tt-pl-801/ (Дата обращения 23.03.2025)

3. Батарея [Электронный ресурс]. – URL: https://www.energo-e.ru/shop/hawker_perfect_plus_24v_4pzs_500ah_827x270x625mm_374kg.html#tech (Дата обращения 23.03.2025)

4. Гидроцилиндр [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vseinstrumenti.ru/product/gidravlicheskij-tsilindr-s-polym-shtokom-car-tool-ct-3439-938922/#characteristics (Дата обращения 23.03.2025)
5. Общепромышленный программируемый контроллер [Электронный ресурс]. – URL: https://owen.ru/product/plk200 (Дата обращения 23.03.2025)
6. Гидроклапан обратный управляемый [Электронный ресурс]. – URL: https://gidroprivod.org/catalog/klapannaya-apparatura/gidroklapan-obratnyy-upravlyaemyy-kou-00-200/ (Дата обращения 23.03.2025)
7. Соленоид [Электронный ресурс]. – URL: https://pnevmoelektro.ru/shop/pnevmaticheskie_sistemy_upravlenie/solenoidy/solenoid_camozzi_g77_24v_dc_3_1w_48v_ac_3_5va/ (Дата обращения 23.03.2025)
8. Концевой выключатель [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vseinstrumenti.ru/product/kontsevoj-vyklyuchatel-ekf-tz-8108-proxima-sqtz8108-1401384/ (Дата обращения 23.03.2025)
9. Мини ПК [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dns-shop.ru/product/8446160c89aced20/mini-pk-msi-pro-dp-10-13m-069xru-9s6-b0a612-069/ (Дата обращения 23.03.2025)
10. WI-FI адаптер [Электронный ресурс]. – URL: https://www.dns-shop.ru/product/4d04c5b10d58ed20/wi-fi-adapter-zyxel-nwd7605/ (Дата обращения 23.03.2025)
11. Пульт дистанционного управления [Электронный ресурс]. – URL: https://clck.ru/3BDFn5 (Дата обращения 23.03.2025)
12. Частотный преобразователь [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vseinstrumenti.ru/product/preobrazovatel-chastoty-em730-1r5-2b-1-5-kvt-220v-sinee-1603003740011-12153875/ (Дата обращения 23.03.2025)
13. Кнопка аварийного выключения [Электронный ресурс]. – URL: https://www.chipdip.ru/product/ce4t-10r-11 (Дата обращения 23.03.2025)
14. Электрорейка [Электронный ресурс]. – URL: https://voltag-perm.ru/catalog/group/voltag_e4131_rylevaya_rejka_elektricheskaya/ (Дата обращения 23.03.2025)

УДК 62-501/-502

Малеев Л.А., Герчикова А.Е.
Научный руководитель: Тимофеев Д.Ю., канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

ФУНКЦИИ «MES-SYSTEM» И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. *С развитием машиностроения изменяются требования, стандарты по изготовлению и обработке деталей машин. Чтобы способствовать этому развитию, необходимо совершенствовать или внедрять программное обеспечение, позволяющее консолидировать процессы производства воедино, решать задачи синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска посредством сокращения сроков изготовления и снижения себестоимости продукции.*

Ключевые слова: *MES-система, оптимизация и контроль рабочих процессов, интеграция данных, автомобильная промышленность, маршрут детали.*

MES – это система управления предприятием, использующая цифровое программное обеспечение. Она отвечает за планирование, контроль, мониторинг и оптимизацию производственных процессов на заводах – изготовителях в машиностроительной отрасли. Эта система также помогает улучшить эффективность производства и повысить качество продукции на предприятии [1].

MES обеспечивает контроль производственного процесса в режиме реального времени, позволяя всем сторонам, участвующим в процессе производства, контролировать операции, выявлять узкие места, минимизировать время простоя и принимать обоснованные решения. Использование MES для оптимизации планирования и управления производством способствует эффективному распределению ресурсов, распределению нагрузки, коммуницированию и интегрированию внутрисистемных программ отдельного цикла производства внутри единого технологического программного обеспечения, своевременной доставке материалов (продукции) и повышению прибыльности компании (см. рис 1). Через MES данные из производственных систем по всему миру могут быть подключены к информационному потоку центральной си-

стемы ERP. Программное обеспечение MES обеспечивает эффективный сбор машинных и эксплуатационных данных. Благодаря их поддержке производственные задания могут быть оптимально спланированы. Цифровая документация заданий позволяет службе контроля качества собирать данные и функционировать независимо от таких программ, как Microsoft Excel или Word [3].

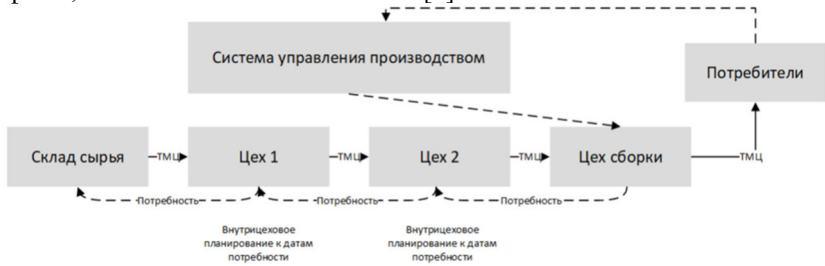


Рис. 1. Схема планирования и управления производственными процессами [2]

В машиностроительной области одной из снов производства являются сборочные линии. MES для сборочных линий предоставляет возможность удалённого управления производственными процессами. Система подходит для предприятий средних и больших мощностей с более чем 10 линиями, и они интегрируются со всеми производственными площадками, удовлетворяя разнообразные требования, присущие сборочным линиям.

В автомобильной промышленности средства управления MES играют решающую роль в координации сложных сборочных лент. Они отслеживают ход движения транспортных средств на сборочной линии, контролируют доступность компонентов и синхронизируют операции на различных производственных станциях. MES в автомобильной промышленности часто ориентированы на обеспечение контроля качества, управление отзывами и соблюдение отраслевых стандартов, также система может контролировать и передавать на главный компьютер сведения о объёме выполненных работ сотрудника организации за конкретный период. Предприятия автомобильной отрасли, на которых используются исполнительные системы: автомобильный завод «Урал»; японская автомобильная компания «Mitsubishi Motors»; немецкий концерн «Volkswagen Group» и т.д. [4]

Предприятие трубного проката ПАО «Северсталь» разработала собственное программное обеспечение по технологическому управлению и составлению маршрутного процесса обработки и изготовления деталей. В программе уже встроены все операции, которые возможно выполнить

в производственном цеху, а также оборудование, на которое выполняется та или иная операция, инженеру-технологу просто необходимо выбрать нужную операцию и оборудование, а система сама автоматически пропишет к каждому выбранному элементу технологические примечания в виде допусков, припусков, возможных деформациях и дефектах в процессе обработке детали на отдельном виде оборудования. Это позволяет должным образом сократить время на составление технологической документации, нарастить тем самым объёмы производства, и сократить себестоимость продукции.

Подводя итоги, можно отметить следующее:

– Исполнительная система MES позволяет увеличить объёмы производства практически любого машиностроительного предприятия, снизив тем самым себестоимость выпускаемой продукции, за счёт консолидации и цифровизации процессов производства в единое программное обеспечение.

– С помощью данной системы можно отслеживать и контролировать качество и объёмы выполненных работ каждого сотрудника, вносить свои изменения и поправки внутри самой программы.

– Также программное обеспечение MES позволяет установить взаимосвязь между производственными и бизнес-процессами компании, что в конечном итоге приводит к повышению её финансовых результатов.

Список источников

1. Manufacturing Execution System // SOFTWARE URL: https://www.wsw.de/lexikon/mes/ (дата обращения: 06.10.2024).

2. MES – Автоматизированная система управления производством // 2050 – Интегратор URL: https://docs.yandex.ru/docs/view (дата обращения: 06.10.2024).

3. Асланова И.В. MES как основа разработки систем управления производственными процессами предприятия // РОССИЙСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО. - Новосибирск: Креативная экономика, 2021. - С. 1652-1656.

4. Белоусова Ю.Г. Управление производственными процессами современного предприятия // Воронеж: ВГТУ, 2012. - С. 242-245.

УДК 621.314

Маргин А.Н., Маргина А.А.
Научный руководитель: Алибеков С.Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТИПА

Аннотация. *В настоящее время большое значение уделяется изучению и проектированию установок, работающих при помощи возобновляемых источников энергии. Пока их доля на территории России, по сравнению с другими странами, невелика, но потенциал развития данной отрасли в нашей стране огромен.*

В данной статье приведены конструкторские решения направленные на увеличение энергоэффективности ветроустановок вертикального типа в условиях работы с низкоскоростными ветровыми потоками.

Ключевые слова: *ветрогенератор, ветроэнергетическая установка, ветровой поток, лопасти, магнитный подвес, магнитная передача, энергоэффективность.*

Одним из основных критериев уровня развития конкретного государства (или иной общности людей) принято считать его обеспеченность энергией. Статистика мирового потребления первичной энергии свидетельствует о том, что на протяжении второй половины XX и начале XXI вв. для динамики её потребления характерен постоянный, хотя и не всегда равномерный рост [1].

Постоянный рост потребления энергии современным обществом, заставляет икать подходы, проводить исследования и находить новые конструкторские решения в отрасли развития альтернативных источников энергии. Поскольку практический и научный интерес к ним особенно активно растёт последние десятилетия. Этому способствует ряд причин. Во-первых, обострение негативного влияния топливно-энергетических ресурсов на климат. Во-вторых, неограниченность и неисчерпаемость возобновляемых источников энергии и повышение энергетической безопасности и снижение политической зависимости от других стран. Кроме того, такие источники энергии обладают огромными экономическими и практическими преимуществами. Все эти пре-

имущества сочетаются в энергетических установках, использующих энергию ветра.

История использования таких источников энергии насчитывает уже не одну тысячу лет. На протяжении веков они были единственными доступными источниками энергии [1]. В нашей стране энергия ветра широко использовалась, главным образом, в сельском мукомольном производства. Это были деревянные мельницы крестьянского производства [2]. Такие установки стали прототипом ветродвигателей, используемых в XIX веке.

Безусловно, использование ветровых потоков для получения энергии имеет и ряд серьёзных недостатков:

1. вероятность выхода из строя при воздействии неблагоприятных метеоусловий;

2. относительная дороговизна и более длительный срок окупаемости [3];

3. неустойчивость ветряных потоков на большей территории нашей страны. Кроме того, Россия находится в области действия ветров низкой интенсивности, средняя скорость которых составляет не более 5 м/с.

Для устранения последнего недостатка (п.3) нами предложена конструкция ротора с параболической формой лопастей. Который сможет показывать свою эффективность при низкой скорости ветра. Частота вращения такого ротора по сравнению с ротором Савониуса выше на 10%.

Работа ветрогенератора, устроенного подобным образом, сильно не зависит от направления ветрового потока. Эффективность такой установки обеспечивает жестко прикрепленный опорный узел ротора. Такое решение в целом упрощает конструкцию.

В планах уменьшить стоимость ротора и подвеса за счет дальнейшей модернизации формы лопастей, для устранения недостатков из п.2. Надеемся, что это не только снизит конечную стоимость, но и уменьшит вес конструкции, сделает ее более компактной.

Таким образом, наши результаты показывают перспективность проведения дальнейших конструкторских модернизаций, которые направленны на повышение энергоэффективности ветрогенераторов вертикального типа при работе с низкопотенциальнми ветровыми потоками. Данный метод может быть использован в исследованиях, направленных на уменьшение механических и аэродинамических потерь в подобных установках.

И хотя сегодня производство электроэнергии с помощью ветрогенераторов еще не может конкурировать с традиционными способами по-

лучения электроэнергии из-за относительно малых мощностей. Исследования в этом направлении способны снизить стоимость возобновляемой энергии и регулировать цены на производство товаров и услуг с её использованием.

Список источников

1. РЭА Минэнерго России Возобновляемая энергетика в России и мире / РЭА Минэнерго России / Москва, 2022. С. 12-18.
2. Фатеев, Е. М. Ветродвигатели и ветроустановки / Е. М. Фатеев. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1957. – 546 с.
3. Левченко Эдуард Петрович, Смирнова Ирина Владимировна, Павленко Александр Тимофеевич, Левченко Максим Эдуардович Ветрогенераторы. Преимущества и недостатки // Экологический вестник Донбасса. 2024. №12.
4. Шефтер, Я. И. Использование энергии ветра / Я. И. Шефтер. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
5. Ротор ветроколеса: пат. 193931U1 Рос. Федерация: МПК F03D 3/04/06 F03D7/06 /Д.Д. Закиев, А.Н. Маргин, Н.А. Крутских, С.Я. Алибеков, А.А. Маргина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Поволжский гос. Технологический университет. - No2019127792; заявл. 04.09.2019; опубл. 21.11.2019, Бюл. No33.– 9 с.: ил.

УДК 669.295

Михонов В.В., Хажакян В.О., Шевченко С.Р.
Научные руководители: [1]Егорова Ю.Б., д-р техн. наук, профессор;
[2]Давыденко Л.В., канд. техн. наук, доцент
[1]Ступинский филиал ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
[2]Московский политехнический университет

СОПОСТАВЛЕНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ ПРУТКОВ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 С ГЛОБУЛЯРНОЙ И ПЛАСТИНЧАТОЙ СТРУКТУРОЙ

Аннотация. *В работе проведен анализ ударной вязкости прутков из сплава ВТ6 с разной структурой в зависимости от структурных эквивалентов по алюминию и молибдену. Подчеркнута важность совместного учета микроструктуры и химического состава при проектировании изделий из титанового сплава ВТ6 для обеспечения их надежности в различных условиях эксплуатации.*

Ключевые слова: *титановые сплавы, ударная вязкость, статистический анализ, микроструктура.*

Полуфабрикаты из титановых сплавов характеризуются высокой чувствительностью механических и служебных свойств к микроструктуре [1, 2]. Для равноосных (глобулярных) структур характерны высокие кратковременные прочностные свойства, максимальная пластичность при пониженных значениях вязкости разрушения и характеристик жаропрочности, повышенной скорости роста трещин. Пластинчатые структуры обеспечивают высокую вязкость разрушения, характеристики жаропрочности и сопротивления развитию трещин при пониженных значениях сопротивления усталости, прочности и особенно пластичности. Цель работы состояла в установлении статистических закономерностей совместного влияния химического состава и структуры на ударную вязкость отожженных прутков из титанового сплава ВТ6.

Объекты и методы исследования.

Объектами исследования послужили катаные прутки промышленного производства диаметром 15-150 мм из сплава ВТ6 (43 плавок) с разной структурой. Степень легирования оценивали с помощью структурных эквивалентов по алюминию $[Al]_{экв}^{стр}$ и молибдену $[Mo]_{экв}^{стр}$ [1].

Прутки были подвергнуты отжигу по различным режимам (600-920 °С, 20-180 мин., охлаждение на воздухе). Испытания на ударный изгиб образцов с U-образным надрезом проводили в соответствии с ГОСТ 9454-78. Микроструктуру исследовали на оптическом микроскопе AXIO Observer.Alm. Статистический анализ был проведен с помощью ППП «STATISTICA».

Результаты и их обсуждение.

В таблице 1 приведены механические свойства прутков из сплава ВТ6 с различной структурой. Общий разброс ударной вязкости составляет 1,0 МДж/м^2. Это обусловлено влиянием не только структурного фактора (типа и параметров структуры), но и диаметра прутков, режимами отжига, а также колебаниями химического состава.

Таблица 1. Механические свойства отожженных прутков диаметром 15-150 мм сплава ВТ6 в зависимости от типа структуры (в числителе диапазон, в знаменателе – среднее)

Тип и параметры структуры	Число и доля образцов	Диаметр прутка, мм	$[Al]_{экв}^{стр}$, %	$[Mo]_{экв}^{стр}$ %	KCU, МДж/м^2
глобулярная	103	16-90	7,3-9,2 8,6	3,0-4,1 3,3	0,31-0,92 0,49
пластинчатая	45	20-155	7,2-9,3 8,1	2,9-4,4 3,3	0,49-1,14 0,8

На рисунке 1 сопоставлены зависимости KCU прутков диаметром 10-60 мм из сплава ВТ6 с разной структурой от суммы структурных эквивалентов по алюминию и молибдену. С увеличением степени легирования $[Al]_{экв}^{стр} + [Mo]_{экв}^{стр}$ с ~10,0 до 13,5 % (по массе) наблюдается снижение ударной вязкости и для пластинчатой, и для глобулярной структуры. При одинаковых эквивалентах прутки с пластинчатой структурой имеют более высокие значения KCU (на ~0,2÷0,3 МДж/м2) по сравнению с глобулярной структурой. Разный уровень механических свойств связан с различиями в механизме деформации, зарождения трещины, ее распространения и разрушения [1, 2]. Ударная вязкость прутков с пластинчатой структурой полностью удовлетворяет требованиям ОСТ 1 90173-75 (≥ 0,4 МДж/м^2), в то время как для глобулярной структуры встречаются значения KCU, которые лежат ниже нормативных требований. Это может быть связано с совместным влиянием размера α-глобулей и химического состава. Проведенный анализ показал, что если размер глобулей менее 5,0-6,0 мкм, а сумма эквивалентов по алюминию

и молибдену более 11,5% (по массе), то прутки с такой структурой могут иметь ударную вязкость, не удовлетворяющую требованиям ОСТ.

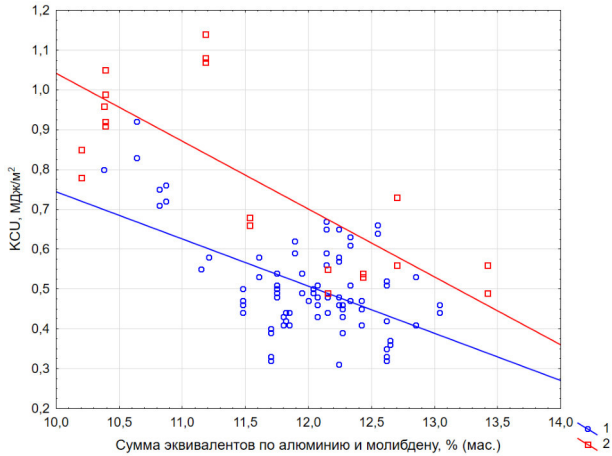


Рис. 1. Зависимость ударной вязкости прутков Ø 10-60 мм из сплава ВТ6 с разной структурой от суммы эквивалентов по алюминию и молибдену (простой отжиг)

Выводы:

1. Показано, что с увеличением степени легирования наблюдается снижение ударной вязкости прутков из сплава ВТ6 и для пластинчатой, и для глобулярной структуры.

2. Установлено, что при размере глобулей менее 5,0-6,0 мкм и сумме эквивалентов по алюминию и молибдену более 11,5% (по массе) прутки сплава ВТ6 с глобулярной структурой могут иметь ударную вязкость, не удовлетворяющую нормативным требованиям.

Список источников

1. Ильин А.А., Колачев Б.А., Полькин И.С. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. М.: ВИЛС – МАТИ, 2009. 520 с.

2. Полуфабрикаты из титановых сплавов. Александров В.К., Аношкин Н.Ф., Белозеров А.П. и др. М.: ВИЛС, 1996 - 581 с.

УДК 666.15

Морозов Д.С.
Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

«УМНОЕ» СТЕКЛО: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

***Аннотация**. Рассматриваются виды, механизмы действия умных стекол, возможные области их применения, перспективы развития.*

***Ключевые слова**: умные стекла, электрохромное стекло, термохромное стекло, фотохромное стекло, стекло с жидкокристаллическими слоями.*

"Умное стекло" – это материал, способный изменять прозрачность и другие характеристики в зависимости от внешних условий. Например, оно может реагировать на электрический ток, температуру или освещение. Благодаря этой уникальной способности, "умное стекло" находит применение в самых разных областях: от строительства зданий до производства смартфонов и планшетов. Оно позволяет экономить энергию, обеспечивать приватность и создавать более комфортные условия для жизни и работы.

Существует несколько видов «умного» стекла, различающихся способом управления прозрачностью.

- Электрохромное стекло изменяет прозрачность при подаче электричества. Специальные слои, содержащие, например, оксид вольфрама, темнеют, блокируя свет. Этот процесс обратим, и для поддержания выбранного состояния не требует больших затрат энергии.
- Термохромное стекло реагирует на температуру. При нагревании стекло затемняется, снижается его теплопроводность, что может использоваться в энергосберегающих окнах.
- Фотохромное стекло затемняется под воздействием ультрафиолетового излучения подобно линзам в очках, изменяющим цвет на солнце.
- Стекло с жидкокристаллическими слоями (PDLC) состоит из жидких кристаллов, которые выстраиваются в определенном порядке при подаче электричества, делая стекло прозрачным. В отсутствие электричества стекло становится матовым.

Создается «умное» стекло по принципу "слоёного пирога".

Первый слой – прозрачная основа (стекло или пластик), которую покрывают проводящим материалом, таким как оксид индия-олова.

Между проводящими слоями располагаются "умные" материалы, изменяющие свои свойства под воздействием электричества (например, жидкие кристаллы или электрохромные вещества).

Завершающий слой герметично закрывает все слои, чтобы защитить их от влаги, пыли и других внешних факторов.

«Умные» стекла могут использоваться в самых разных областях:

- в строительстве (интеллектуальные стекла, регулирующие светопропускание, могут обеспечить экономию энергии на охлаждение и обогрев помещений, офисные перегородки, способные менять прозрачность, позволят гибко организовывать рабочее пространство);
- в автомобилестроении – автомобильные стекла с функцией затемнения для защиты от солнечных лучей (пример: система Magic Sky Control в Mercedes);
- в авиастроении – иллюминаторы с возможностью регулировки прозрачности;
- в электронике, бытовой технике, медицине – смартфоны с экранами, меняющими прозрачность, устройства виртуальной реальности, медицинское оборудование.

Среди основных преимуществ «умных стекол» можно отметить снижение затрат на электроэнергию за счет оптимизации освещения и климата, простое управление с помощью сенсорных панелей, пультов дистанционного управления или интеграции с системами "умного дома".

К недостаткам можно отнести высокую стоимость (в 2-5 раз дороже обычного стекла), необходимость подключения к электросети, ограниченный срок службы активных компонентов, требующих замены через 10-15 лет.

В связи с этим, дальнейшие разработки должны быть направлены на снижение затрат путем использования инновационных материалов, таких как графеновые покрытия, создание энергонезависимых решений, например, с применением солнечных панелей, ускорение работы электрохромных стекол.

Таким образом, несмотря на существующие ограничения, возможности «умного» стекла в области энергосбережения и интерактивности делают его необходимым элементом современных проектов. Будущие инновации помогут расширить сферы применения «умных» стекол и сделать эту технологию доступной для широкой аудитории.

Список источников

1. Granqvist, C.G. (2014). Electrochromic materials and devices for energy efficiency.
2. Sage Glass. Official website: sageglass.com.
3. Research report on Smart Glass Market, 2023.
4. Case studies from Mercedes-Benz and Corning Incorporated.

УДК 544.234.6:66.021.3:625.712.63

Нахват Д.В., Касач А.В., Козич Д.П.
Научный руководитель: Антонов А.С., канд. техн. наук, доцент
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИФФУЗИОННО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ ДЛЯ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОСТОЯНОК

Аннотация. *Разработана оригинальная конструкция модульной газонной решетки (опорного элемента) для автостоянок с повышенными параметрами эксплуатационных и эргономических характеристик. Предложен состав композиционного материала на основе полиамида 6, диффузионно-модифицированного металл-содержащими частицами (медью), для изготовления опорных элементов автостоянок методами литья под давлением и экструзии.*

Ключевые слова: *полимерная матрица, металлсодержащий прекурсор, диффузионная обработка, наносостояние, газонная решетка.*

Введение. Современные городские ландшафты характеризуются интенсивной эксплуатацией инфраструктурных объектов, среди которых автостоянки занимают ключевое положение, обеспечивая функциональность транспортных систем и минимизацию экологического дисбаланса. Однако традиционные материалы, применяемые для изготовления опорных элементов парковочных сооружений (металл, бетон, неармированные полимеры), демонстрируют ограниченную долговечность в условиях циклических механических нагрузок, коррозионного воздействия антигололедных реагентов и термоокислительной и ультрафиолетовой деструкции. В связи с чем, разработка композиционных материалов, сочетающих высокую прочность, устойчивость к агрессивным средам и технологичность производства, что соответствует принципам устойчивого развития и ресурсосбережения в автодорожном строительстве, представляет собой существенный научный и практический интерес.

Особую значимость приобретает применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) при изготовлении функциональных элементов дорожной инфраструктуры, в частности автостоянок, для кото-

рых требования к эргономике, эстетике ландшафтного дизайна и безопасности эксплуатации сопряжены с необходимостью минимизации материалоемкости. Термопласты, модифицированные диффузионными методами, представляют перспективное направление для таких решений благодаря возможности направленного регулирования их реологических служебных характеристик. Диффузионное насыщение (стабилизация) функциональными добавками или формирование наноразмерных структур в расплаве полимерной матрицы, позволяет создавать гетерофазные системы с градиентным распределением модификаторов, что обеспечивает проявление синергических эффектов [1].

Цель исследования состояла в разработке оригинальной конструкции опорного элемента автостоянок (газонной решетки) с повышенными параметрами эксплуатационных и эргономических характеристик с применением диффузионно-модифицированных термопластов.

Методика исследования. В качестве основы для создания полимерных композиционных материалов на основе термопластичных матриц выступал полиамид ПА6 производства филиала «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот» (г. Гродно, Беларусь). Модифицирование полиамидной матрицы осуществляли посредством диффузионного импрегнирования (насыщения) поверхностных слоев с применением 10%-ого водного раствора на основе формиата меди (II). Технологический процесс включал термостатированную экспозицию предварительно кондиционированных образцов (после десорбции низкомолекулярных фракций и гигроскопических включений) в температурном диапазоне 50–70 °С в течение 1–10 ч до достижения равновесной концентрации функционализированных компонентов в поверхностном слое полуфабриката (полимерной гранулы). Анализ эффективности нанодисперсных модификаторов, синтезированных *in situ* посредством термокаталитического разложения металлсодержащих прекурсоров, проводили на основе оценки деформационно-прочностного поведения стандартизированных образцов после их экспозиции в условиях ускоренного термоокислительного деструкционного воздействия при температуре 150±5 °С в течение 200 ч. В качестве критерия оценки структурно-механических изменений использовали параметр разрушающего напряжения ($\sigma_р$, МПа), измеряемый в соответствии с методологией одноосного растяжения.

Результаты и их обсуждение. Ключевым аспектом исследования являлась разработка технологически доступных методов модификации термопластичных матриц, исключающих необходимость сложного оборудования. В частности, формирование наночастиц непосредственно в поверхностном слое полимера методом *in situ* синтеза или контролиру-

емой кристаллизации способствует локализованному упрочнению материала без нарушения его макроскопической целостности. Как показали результаты исследований, диффузионная обработка гранулированного полиамида ПА6 10%-ым водным раствором $Cu(HCOO)_2$ в интервале 1–10 ч обеспечивает значительное повышение устойчивости модельных образцов к термоокислительной деструкции. Контрольные образцы из немодифицированного ПА6 демонстрируют снижение исходной прочности при растяжении с 44,67 МПа до 26,66 МПа после 200 ч термоокислительного старения в атмосфере воздуха. В то время как образцы, модифицированные нанодисперсными частицами меди, полученными термолизом металлсодержащего прекурсора, не только сохраняют исходные механические характеристики, но и проявляют синергический эффект упрочнения, достигая значений разрушающего напряжения (σ_p) в диапазоне 61,95–67,22 МПа после 100–200 ч экспозиции в аналогичных условиях.

Разработана оригинальная конструкция модульной газонной решетки для автостоянок, обеспечивающая повышенные параметры деформационно-прочностных и защитных характеристик посредством применения диффузионно-модифицированных термопластов и эффективную дренажную функцию за счет специальной системы перфорации. Предложенная конструкция решетки адаптирована к требованиям ландшафтного дизайна, для которого эстетические параметры и эргономика являются равнозначными критериями наравне с параметрами механических характеристик.

Заключение. Таким образом, разработка композитов на основе диффузионно-модифицированных термопластов, сочетающих наноразмерную архитектонику, технологическую простоту обработки и адаптивность к дизайн-требованиям, открывает новые возможности для создания долговечных и эргономичных опорных элементов автостоянок, что соответствует стратегическим задачам модернизации транспортной инфраструктуры в условиях антропогенно-нагруженных экосистем.

Благодарность. Исследования выполнялись при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь при выполнении задания 8.4.1.51 ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021–2025 годы.

Список источников

1. Мачюлис А.Н. Диффузионная стабилизация полимеров / А.Н. Мачюлис, Э.Э. Торнау. – Вильнюс : Минтис, 1974. – 256 с.

УДК 378.004

Феддер М.С.
Научный руководитель: Гнатюк С.П., канд. хим. наук, доцент
Санкт-Петербургский университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа печати и медиатехнологий

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Аннотация. *Представлены результаты апробации исследований в области интеграции аддитивных технологий в послепечатные процессы полиграфического производства для изготовления контрматриц холодного тиснения.*

Ключевые слова: *аддитивные технологии, быстрое прототипирование, холодное конгревное тиснение, полиграфическое производство, прессовая пара.*

Для современной легкой промышленности, при изготовлении продукции в полиграфическом исполнении, рассматривается возможность интеграции аддитивных технологий в процессы производства оснастки послепечатных процессов. Элементы дизайна упаковочной и рекламной продукции, выполненные с применением горячего тиснения фольгой или наличием рельефа поверхности, выглядят наиболее привлекательно. В подобных процессах тиснения применяется послепечатное оборудование, агрегаты и специализированная оснастка.

Так специализированная оснастка для холодного конгревного тиснения включает в себя прессовые пары, которые состоят из матрицы и контрматрицы. Матрица, элементы дизайна которой, углубленны изготавливается из металлов, таких как магний, латунь, цинк, алюминий методами фрезерования, лазерного гравировирования и травления. Контрматрица готовится как «ответная» часть для исходной матрицы, повторяя ее рисунок и геометрию, с поправкой на толщину обрабатываемого материала, но с выпуклыми элементами дизайна. В процессе работы для придания поверхности полиграфической продукции рельефа обрабатываемый материал попадает в зону контакта прессовой пары, когда контрматрица «вкладывается» в матрицу, изменяя геометрию и микротектуру поверхности. Контрматрица может быть изготовлена как

из металлов, так и из полимеров [1]. Основными требованиями, которые предъявляются к контрматрице: соответствие элементов по точности воспроизведения с виртуальной моделью или чертежом, отсутствие механических повреждений поверхности элементов и основания, отсутствие продавливания с оборотной стороны, тиражестойкость в соответствии с требованиями к материалу, отгиб основы на 45 градусов без повреждений и заломов, устойчивость к динамическим нагрузкам (тиражестойкость) [1].

Требования к качеству оттиска в полиграфическом исполнении с холодным конгревным тиснением включают в себя: воспроизведение всех элементов изображения - отклонения являются критическим дефектом и не допускаются. По внешнему виду продукции необходимо обеспечить совмещение и проработку элементов конгревного тиснения с элементами изображения в соответствии с утвержденным оригинал-макетом. Растрескивание материала в зоне конгревного тиснения с лицевой стороны – не допускаются, с оборотной стороны – допускается, в случае если это не приводит к сквозному разрыву в месте растрескивания. Оценка качества оттисков на полиграфических предприятиях производится при помощи тактильной и визуальной оценки: тактильно с лицевой стороны - элементы должны иметь ощутимую разницу в высоте относительно основной поверхности; визуально с оборотной стороны - элементы должны быть четко проработаны по всей поверхности. Таким образом, для точности воспроизведения и передачи геометрии и текстуры поверхности необходимо учитывать многоступенчатость технологий производства и их последовательность (представлена на рисунке 1), деформационные свойства применяемых материалов.

Рис. 1. Последовательность передачи геометрических и текстурных свойств поверхности от исходной металлической матрицы к оттиску

На сегодняшний день развитие оборудования и технологий в аддитивном производстве, которое предполагает в соответствии с электронной моделью создавать объекты путем добавления материала послойно

[2], дает возможность рассматривать интеграцию методов быстрого 3D прототипирования (RP – rapid prototyping [3]) контрматриц в рабочий и цифровой поток на полиграфические производства взамен традиционных способов изготовления у поставщиков. Были выделены две аддитивные технологии, способные отвечать требованиям к геометрии, текстуре и глубине конгревных элементов контрматрицы для формирования качественного рельефа: технология 3D печати FDM (Fused Deposition Modeling – рисунок 2) и технология 3D печати SLA (Stereolithography).

Рис. 2. Технология FDM изготовления контрматрицы от виртуальной модели до промышленного оттиска

На основании лабораторных исследований и промышленных испытаний было выявлено, что наиболее перспективными материалами, способными отвечать требованиям к контрматрицам и выдерживать динамические нагрузки в количестве нескольких тысяч циклов на вырубных прессах BOBST является: термопластичный полимер - акрилонитрилбутадиенстирольный (ABS), полилактид (PLA) и фотополимеры росийского производства.

Список источников

1. Феддер М.С. Исследование возможностей применения аддитивных технологий 3D прототипирования в производстве контрматриц для холодного тиснения // ИТ. Наука. Креатив. Материалы I Межд-го форума: в 5-ти томах. Т. 4. Молодежь. Наука. Творчество. Москва, 2024. С. 356-361

2. ГОСТ Р 57558 - 2017 «Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Термины и определения» // 2017

3. I. Gibson l D. W. Rosen l B. Stucker Additive Manufacturing Technologies. Rapid Prototyping to Direct Digital // Springer, 2010. 459 p.

УДК 330.133.7

Шабруков А.О.
Научный руководитель: Костромин Д.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СЕРВИСА ТАКСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. *Изучить применение беспилотного такси.*

Ключевые слова*: беспилотное такси.*

С развитием цифровых технологий в сфере транспорта данные о поездках такси становятся все более доступными и широко используемыми для анализа. Использование данных поездок такси открывает возможности для выявления основных проблем, оптимизации маршрутов и повышения эффективности обслуживания клиентов. В рамках исследования ставится задача анализа данных о поездках с применением моделей искусственного интеллекта, с целью выработки гипотез по оптимизации процессов и повышения эффективности обслуживания клиентов заказчика — компании такси. [1]

В основе такси с искусственным интеллектом лежит обычный гражданский автомобиль. Только в такси с применение искусственного интеллекта стоит:

1) Лидар – это технология, которая позволяет считывать расстояние до объектов и сканировать местность. Эта технология работает на основе лазерного дальномера, который устанавливается на крыше автомобиля. Он вырисовывает 3D-карту на расстояние около 100 метров, данные синхронизируются с картами и автомобиль ездит по пунктам назначений, при этом соблюдая ПДД.

2) Радар. Его устанавливают от 2-4 штук на автомобиль. Служат они для того, чтобы был кругозор вокруг автомобиля необходимые для определения прорисовки местности. Радар излучает радиоимпульсы, которые отражаются от препятствий и передаются на принимающую антенну.

3) GPS-приёмник. Автомобиль должен знать, где он в данный момент находится.

4) Видеокамера. Обычно устанавливаются от 1-3 штук на автомобиль. Он служит для обнаружения опасности и сигналов светофора. Мы ведь хотим сделать безопасный автомобиль.

Все указанные выше датчики принимают данные, которые посылаются на персональный компьютер автомобиля, а он в свою очередь стоит обычно в багажнике автомобиля.

Такси работает так: программа анализирует с помощью датчиков, что происходит вокруг автомобиля и выстраивает оптимальный маршрут. Во время поездки автомобиль связывается с картами с помощью спутниковой связи. С помощью камер, радаров, сенсоров автомобиль выстраивает ситуация на дороге и оценивает движение автомобилей различных участников движения. На основе этих данных автомобиль проводит расчёт движения, где снизить скорость, повысить скорость, пропустить пешеходы и т.д. Да, автомобиль должен соблюдать ПДД.

Существует несколько уровней беспилотного такси, однако во всех уровней должен сидеть водитель, чтобы не случилось, что-то непредвиденное. И лишь на последнем уровне водитель не нужен, так как автомобиль подготовлен на полностью беспилотный режим. [2]

В мире существуют несколько компаний, которые используют беспилотные такси:

- Компания UBER;
- Cruiser, при поддержки GM на основе автомобиля Chevrolet bolt. У автомобиля отсутствуют педали и рулевое колесо;
- Waymo;
- Baidu.

Из российских фирм используется:

- Яндекс;
- Сбер;
- Старлайн;
- МАДИ.

Вывод: беспилотные такси используются уже более 10 лет и требуют каждодневных улучшений: сбои в gps картах, ошибки в расчётах .

Список источников

1. Анализ данных сервиса такси с применением моделей искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. – URL: https://elib.utmn.ru/jspui/bitstream/rutsu/34806/1/miim_2024_152_158.pdf(Дата обращения 1.04.2025);

2. Беспилотное такси. Развитие. [Электронный ресурс]. – URL: https://vc.ru/u/2135933-adapt-or-die/878609-bespilotnoe-taksi-razvitie-princip-raboty (Дата обращения 01.04.2025).

УДК 330.133.7

Шабруков А.О.
Научный руководитель: Костромин Д.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЕРЕВОЗКА ОПАСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Аннотация. *Изучить перевозку опасных грузов автомобильным транспортом.*

Ключевые слова: *безопасная перевозка опасных грузов автомобильным транспортом.*

Существует определённая категория грузов, транспортировка которых регламентирована международными и национальными правилами. Речь пойдёт о перевозке опасных грузов автомобильным транспортом. В связи с тем, что автомобильный транспорт широко используется в международных и региональных перевозках, то утверждённые требования распространяются, на:

- груз;
- транспортное средство;
- водителя;
- документацию;
- процедуры оформления разрешений.

Требования к перевозке опасных грузов автомобильным транспортом изложены в международном соглашении о Дорожном перевозки опасных грузов (ДОПОГ/ADR), в РФ существует аналог этого документа Правила перевозки опасных грузов автотранспортом (ПОГАП).

ДОПОГ (ПОГАП) охватывает все этапы перевозки:

- технические требования к состоянию автотранспорта и периодичность его контроля;
- требования к таре, упаковке и подвижному составу автотранспорта (прицепу);
- к процессу и оснащению погрузо-разгрузочных работ;
- требования к оформлению документов и взаимодействию между отправителем, получателем и перевозчиком;

- требования к водителю, а также персоналу задействованному в погрузо-разгрузочных работах, а также управленческому персоналу;
- требования к маркировке, знакам, описи и классификации груза.

Перед началом работ, сотрудники занятые на операциях погрузки и разгрузки опасных веществ должны проходить инструктаж, с заполнением специального журнала. Работы должны выполняться в присутствии представителей владельца груза (отправителя или получателя). Запрещается совмещать, опасные и не опасные грузы при погрузке и выгрузке. При ручном транспортировании, опасные грузы можно только переносить. Кантовать, волочь, бросать – запрещено.

Автомобили, применяемые для перевозки опасных грузов должны регулярно проходит ТО. Конструктивно бензобак должен быть максимально удалён от аккумуляторной батареи и защищён дополнительной перегородкой. Электрооборудование должно иметь питание не более 24 В.

Также на автомобилях должны быть:

- приняты меры противопожарной безопасности;
- в наличии средства индивидуальной защиты;
- установлены сигнальные средства мигающего оранжевого цвета;
- маркировка, сигнальные таблички и наклейки, дополнительные знаки предупреждающие об опасности;
- цистерна и кузов, окрашены в специальные цвета.

Движение транспортного средства должно осуществляться по заранее согласованному маршруту, с указанием мест остановок, в том числе на отдых и заправок на АЗС.

На пути следования не должны располагаться места массового скопления людей, мест отдыха и т.п. ГИБДД согласовывает маршрут на этапе подготовки грузоперевозки и оставляет у себя один экземпляр маршрутного листа, для контроля соблюдения разрешённого маршрута.

Для получения свидетельства ДОПОГ, водителю необходимо пройти специальные курсы подготовки, по следующей программе:

1. Общеобразовательная программа.
2. Основная программа по транспортировке опасных грузов в цистернах.
3. Специальный курс по 1-му классу опасности.
4. Специальный курс по 7-му классу опасности.

5. Дополнительный курс по 2-му классу опасности, транспортировка в цистернах.
6. Дополнительный курс по 3-му классу опасности.
7. Дополнительный курс по 5, 6, 7, 8-м классам опасности, транспортировка в цистернах.

По итогам обучения проводится аттестация. Свидетельство на право перевозки опасных грузов автомобильным транспортом действительно в течение 5 лет.

Вывод: в результате были рассмотрены требования: по перевозки грузов, к автомобилю перевозимого опасный груз, к водителю.

Список источников

1. Перевозим опасные грузы автомобилями [Электронный ресурс]. – URL: https://novelco.ru/press-tsentr/perevozim-opasnye-gruzy-avtomobilyami-trebovaniya-i-osobennosti/ (Дата обращения 03.04.2025г).

2. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом [Электронный ресурс]. – URL: https://onlinegibdd.ru/articles/view/perevozka-opasnogo-gruza/ (Дата обращения 03.04.2025г).

Секция «ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

УДК 631.362

Анисимов И.С.
Научные руководители: Семенов К.Д., канд. техн. наук, доцент;
Царев Е.М., д-р техн. наук, профессор;
Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор;
Макаров В.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФРУКТОВ И КОРНЕПЛОДОВ ПО КАЛИБРУ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. *Рассмотрена классификация конструкций сортировочных устройств для фруктов и корнеплодов по калибру на основе новых технических решений.*

Ключевые слова: *сортировка, фрукты, корнеплоды.*

Садоводство - является основным сектором сельского хозяйства и его основное внимание уделяется многолетним растениям (плодовым деревьям, кустарникам и многолетним травам). Выращивание фруктов является частью садоводства. Корнеплоды (картофель, морковь, свёкла и др.) относятся к бахчеводству и овощеводству, которые также являются отраслями сельского хозяйства [1]. Этапы переработки фруктов и корнеплодов включают в себя несколько этапов. Но общим для них является этап сортировки. Фрукты и корнеплоды сортируют по качеству, степени зрелости, окраске, размеру.

Цель работы. Представить классификацию сортировочных устройств фруктов и корнеплодов по размерным признакам на основе новых разработанных нами технических решений.

Способы сортировки фруктов и корнеплодов по размерным признакм:

1. ручным способом. *Недостатки*: низкая производительность, большие занимаемые площади

2. механическим способом:

- ленточная сортировка;

- роликовая сортировка;

- сетчатым калибровщиком. *Недостатки:* высокая материалоемкость, высокая цена оборудования, высокая энергоемкость процесса, сложность конструкции, стационарные [2].

3. сортировка фруктов и корнеплодов в воздушном потоке (пневмотранспортные установки) (рис. 1) [3].

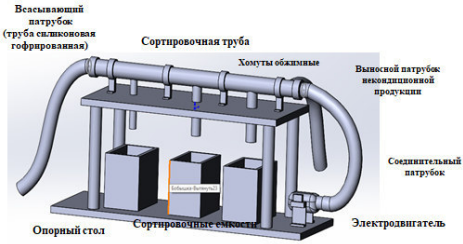


Рис. 1. Сортировка фруктов и корнеплодов в воздушном потоке

4. гравитационные сортировочные установки (по желобу (рис. 2), по наклонным направляющим (рис. 3) [4, 5].

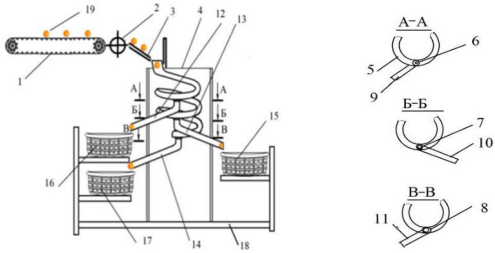


Рис. 2. Гравитационная сортировочная установка по спиральному желобу: 1 – подающий транспортер; 2 – дозатор; 3 – лоток; 4 – цилиндрический корпус; 5 – винтовая спираль; 6, 7, 8 – прорези, 9, 10, 11 – выносные лотки; 12, 13, 14 – гофрированные шланги, 15, 16, 17 – контейнеры, 18 – эстакада

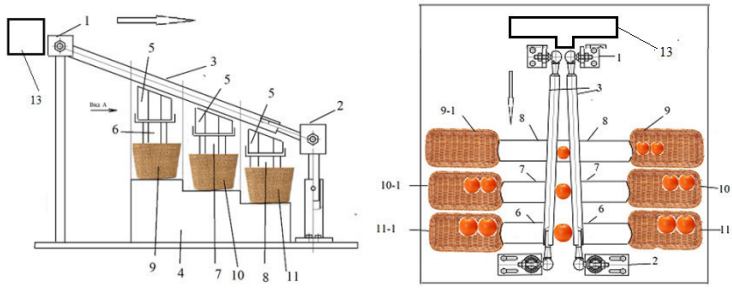


Рис. 3. Гравитационная сортировочная установка по наклонным направляющим: 1 – неподвижная высокая опора, 2 – подвижная низкая опора, 3 – наклонные направляющие, 4 – ступенчатая эстакада, 5 – распределители, 6 – полуцилиндрические лотки для мелкой фракции, 7 - полуцилиндрические лотки для средней фракции, 8 - полуцилиндрические лотки для крупной фракции, корзины 9, 9-1 (для мелких фракций), 10, 10-1 (для средних фракций), 11, 11-1 (для крупных фракций), роликов 12 для перемещения распределителей 5 влево-вправо и питателя 13

Выводы. Предложена классификация сортировочных устройств фруктов и корнеплодов по калибру на основе разработанных нами технических решений позволяет, что позволяет ее расширить, такими как сортировка фруктов и корнеплодов в воздушном потоке (пневмотранспортные установки) и гравитационные сортировочные установки по спиральному желобу и по наклонным направляющим.

Список источников

1. Бурнаева Ю.А. Растениеводство и его роль в сельском хозяйстве России: структура и основные отрасли. техническое растениеводство. В сборнике: Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2023. С. 518-522.

2. Гребенникова Н.М. Применение роботизированного комплекса для повышения качества сортировки фруктов / Н.М. Гребенникова, А.Г. Дивин, П.В. Балабанов, С.А. Сенкевич // В сборнике: Цифровизация агропромышленного комплекса. Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции. 2022. - С. 89-92.

3. Патент № 2812464 МПК B07B 13/04. Устройство для сортировки фруктов и корнеплодов. / Царев Е.М. Семенов К.Д., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Анисимов И.С., Анисимов Н.С., Сидоров А.Л., Макаров В.Е., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 22.06.2023, опубл. 30.01.2024. Бюл. №4.

4. Патент № 2812467 МПК B07B 13/04. Устройство для сортировки фруктов и корнеплодов. / Царев Е.М. Семенов К.Д., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Анисимов И.С., Анисимов Н.С., Сидоров А.Л., Макаров В.Е., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 22.06.2023, опубл. 30.01.2024. Бюл. №4.

5. Патент № 2812472 МПК B07B 13/04. Устройство для сортировки фруктов и корнеплодов. / Царев Е.М. Семенов К.Д., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Анисимов И.С., Анисимов Н.С., Сидоров А.Л., Макаров В.Е., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 22.06.2023, опубл. 30.01.2024. Бюл. №4.

УДК 656.13; 629.331+631.372

Анисимов Н.С.
Научные руководители: Царев Е.М., д-р техн. наук, профессор;
Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор;
Багаутдинов И.Н., канд. техн. наук, доцент;
Макаров В.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРОТИВОПРОБУКСОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. *Предложена классификация конструкций противопробуксовочных устройства на основе новых технических решений*

Ключевые слова: *бездорожье, противопродуксовочное устройство, проходимость, ходовое оборудование.*

Ходовое оборудование предназначено для передвижения автомобиля в процессе работы или транспортировки груза с одного объекта на другой. Критериями оценки ходового оборудования являются: подвижность; проходимость; мобильность; маневренность и устойчивость [1].

Поэтому обеспечение проходимости автомобилей, особенно по бездорожью является актуальной задачей на сегодняшний день [2].

Цель работы. Представить классификацию противобуксовочных устройств для обеспечения проходимости автомобилей на основе новых разработанных нами технических решений.

Конструкции противобуксовочных устройств классифицируются:

1. Ленты (траки) противобуксовочные. *Недостатки:* циклический характер работы.
2. Цепи противоскольжения. *Недостатки:* трудоёмкость установки (требует снятия колеса).
3. Браслеты противоскольжения. *Недостатки:* трудоёмкость установки (требует снятия колеса).
4. Антипробуксовочная лента. *Недостатки:* циклический характер работы.
5. Шипы. *Недостатки:* сезонность.
6. Рычажные с грунтозацепами:

- шести рычажные (с шестью грунтозацепами). *Недостатки:* трудоёмкость установки (требует снятия колеса) и совершение большого количества технологических операций, связанных с установкой каждого кронштейна на диск колеса.;

- четырех рычажные (с четырмя грунтозацепами). *Преимущества:* легкость монтажа и демонтажа в дорожных условиях.

Нами предложено несколько технических решений четырех рычажных противобуксовочных устройств с грунтозацепами, защищенные патентами РФ.

Предложена конструкция противопробуксовочного устройства представленная на рис. 1 [3].

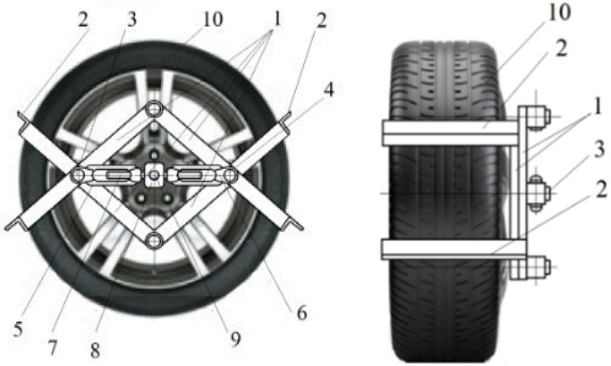


Рис. 1. Противопробуксовочное устройство:
1 – планки; 2 – Г-образные грунтозацепы; 3, 4 – шарниры; 5, 6 – талрепы; 7 – шпилька; 8 – шестигранник; 9 – центральное отверстие; 10 – колесо

Другой вариант четырех рычажного противобуксовочного устройства с грунтозацепами представлен на рис. 2 [4].

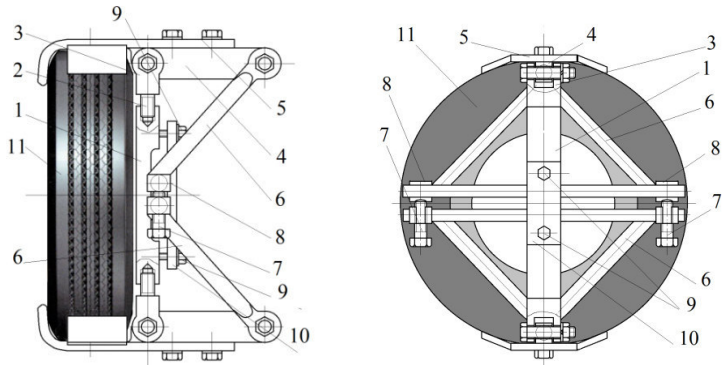


Рис. 2. Противопробуксовочное устройство:
1 – корпус, 2 – резьбовое соединение, 3 – вилочные проушины, 4 – планки, 5 - Г-образные грунтозацепы, 6 – треугольные опоры, 7 – резьбовые соединения, 8 – опорные площадки, 9 – болтовые соединения, 10 - накладка

Выводы. Предложена классификация противобуксовочных устройств для обеспечения проходимости автомобилей на основе новых разработанных нами технических решений, что позволяет ее расширить, такими как четырех рычажные (с четырмя грунтозацепами) противобуксовочные устройства. Преимущества: легкость монтажа и демонтажа в дорожных условиях.

Список источников

1. Фатхуллоев И.Б. Формально-структурный анализ терминополя "Устройства легкового автомобиля и его главные параметры". Вестник Таджикского национального университета. Серия филологических наук. 2015. № 4-10 (187). С. 27-30.

2. Данилов В.Ф., Епанешников В.В. Увеличение проходимости автомобией. Инновации и инвестиции. 2019. № 4. С. 239-244.

3. Патент 2761680 Противопробуксовочное устройство. Российская Федерация, МПК B60B 15/26, B60B 15/22, заявитель и патентообладатель ПГТУ, Авторы: Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Анисимов Н.С., Анисимов И.С., заявл. 10.06.2021 опублик. 13.12.2021, бюл. №35.

4. Патент 2761679 Противопробуксовочное устройство. Российская Федерация, МПК B60B 15/26, B60B 15/22, заявитель и патентообладатель ПГТУ, Авторы: Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Анисимов Н.С., Анисимов И.С., заявл. 10.06.2021 опублик. 13.12.2021, бюл. №35.

УДК 630*432.33

Анисимов Н.С., Анисимов И.С.
Научные руководители: Макаров В.Е., канд. техн. наук, доцент;
Бахтин А.А., канд. техн. наук, доцент;
Романов В.Ю., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ И МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ И ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация. *Представлены способы и мероприятия при предупреждении и тушении лесных пожаров.*

Ключевые слова: *пожар, способы борьбы с пожарами, мероприятия по предотвращению пожаров.*

Пожар – это неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных. [1].

Спутниковый мониторинг пожарной обстановки по всей территории России представлен по данным информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз) за 2022-2023 года представлены на рис. 1 [1].

Рис. 1. Количество лесных пожаров за 2022 и 2023 года

Количество лесных пожаров за 2024 год представлены в табл. 1 [2]

Таблица 1

Сведения о лесопожарной обстановке на территории субъектов РФ на 24.12.2024

Субъект РФ	Количество и площадь лесных пожаров, возникших на территории субъектов Российской Федерации	
	Количество пожаров	Площадь, пройденная огнем, г
СЗФО	863	2587,29
ЦФО	433	2358,00
ЮФО	1034	32653,74
СКФО	9	289,41
ПФО	637	6572,78
УФО	772	14010,74
СФО	1910	333998,15
ДВФО	4556	8097104,11

Причины возникновения пожаров [3]:

1. человеческий фактор (антропогенные причины:курение, костры, пал травы, сжигание мусора, ДТП, использование пиротехники, намеренные поджоги, стрельба из ружья);
2. природные явления (естественный фактор: молнии, вулканическая деятельность, самовозгорание);
3. заброшенные и деградированные сельскохозяйственные угодья.

Предупреждение, борьба и ликвидация лесных пожаров была, есть и будет **актуальной задачей**, стоящей перед всем человечеством.

Цель работы. является разработка способов и мероприятий при предупреждении и тушении лесных пожаров.

Способы борьбы с пожарами:

1. использование воды;
2. использование химикатов;
3. пуск встречного огня (отжиг);
4. прокладка заградительных полос;
5. создание минерализованных полос и засыпки кромки пожара грунтом.

Грунт был и остается одним из наиболее эффективных огнетушащих средств. Использование грунта для непосредственной борьбы с лесными пожарами путем метания его специальными грунтометами представляет большую перспективу (он всегда в непосредственной близости от кромки огня имеется в неограниченном количестве) [4].

Мероприятия и техника по защите и предупреждению лесных пожаров в населенных пунктах и на сельскохозяйственных угодьях, прилегающих к лесу [5]:

1. возведение защитных минерализованных полос вдоль пути распространения огня для его предотвращения (с помощью почвообрабатывающих орудий (плуги, пожарный грунтомет, канавокапатели и др.);

2. использование взрывчатых веществ;

3. вручную (лопата, кирка, мотыга, топор и т. п.);

4. создание противопожарных просек вблизи населенных пунктов (лесозаготовительная техника, бензиномоторные пилы, мульчеры и др.)

5. создание искусственных временных или постоянных противопожарных водоемов, котлованов (экскаваторы);

6. возведение защитных рвов (экскаваторы, мощные бульдозеры, тракторы-траншеекопатели), ширина рва по дну должна быть не меньше 0,5 м;

7. создание противопожарных барьеров, позволяющие сдержать расширение очага пожара и предотвратят его распространение на другие участки леса на ранних стадиях возгорания (бульдозеры);

8. возведения противопожарных опушек (бульдозеры, экскаваторы).

Выводы. В результате выполнения работы при предотвращении и тушении низовых пожаров представлены способы борьбы с лесными низовыми пожарами и необходимые проводимые мероприятия при их предотвращении.

Список источников

1. Режим доступа: http://wiki-fire.org/ Сводная статистика лесных пожаров в РФ.ashx. (Открыт 05.04.2023)

2. Режим доступа: http://aviales.ru Сведения о лесопожарной обстановке на территории субъектов РФ на 2024.pdf (Открыт 26.03.2025)

3. https://63.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/dopolnitelnye-stranicy/staticheskie-stranicy/poleznaya-informaciya/osnovnye-prichiny-vozniknoveniya-lesnyh-pozharov

4. Ступников Д.С. 2015. Виды лесных пожаров и методы их тушения. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Том: 3. Номер:9-3 (20-3). С. 201-203.

5. Шегельман И.Р., Ивашнев М.В., Клюев Г.В. 2015. К постановке научных исследований в сфере предотвращения и тушения лесных пожаров. Научные исследования: от теории к практике. Номер:5 (6). С. 283-284.

УДК 621

Берляков И.В.
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. *Рассмотрены перспективы развития машиностроительной отрасли.*

Ключерые слова: *машиностроение, инновации, перспективы, развитие.*

Машиностроение это одна из наиболее высокотехнологичных и инновационных отраслей промышленности. Без инноваций и постоянного развития предприятия не могут иметь каких-либо перспектив в дальнейшем. Время не стоит на месте, так же как и рыночные процессы, и новые потребности человека. Из этого следует, что компания должна поддерживать высокий уровень в своей отрасли и следовать технологическому прогрессу. Одной из главных целей деятельности машиностроительных предприятий в сфере инноваций является создание основных планировочных решений, что составляет основу стратегии развития на долгосрочный период и коммерциализацию проекта.

Машиностроение является ведущей отраслью, ядром отечественной промышленности как по величине (около 40% всех занятых в промышленности и около 20% ВВП), так и по значению для национальной экономики [1]. Машиностроительное производство характеризуется крупными размерами предприятий - около 2000 сотрудников (при этом в промышленности в среднем около 850 человек), более высокой стоимостью ОПФ на одного работника, высоким уровнем профессионализма и квалификации [1]. Эффективность любого производства зависит от прогрессивности машин и оборудования. Поэтому постоянное креативное обновление технической базы предприятий, рост знаний и конкурентоспособности машиностроительной продукции является необходимым условием ускорения развития экономики страны.

Уровень развития различных отраслей экономики определяется инновационной активностью в области машиностроения. Для укрепления своих позиций на товарном рынке и повышения собственной производительности предприятия создают, выводят и применяют инновации,

позволяющие им иметь дополнительные преимущества перед конкурентами. В связи с этим спрос на инновации в области машиностроения остается постоянным.

С учетом причин, которые обуславливают потребность в инновациях, выделяют: реактивные инновации, которые вызваны новыми идеями конкурентов и носят актуальный характер; стратегические инновации, разрабатываемые и внедряемые для получения конкурентных преимуществ и увеличения доли рынка [2]. По виду применения можно выделить инновации: технологические, продуктовые, рыночные и организационно-управленческие [2]. Продуктовые инновации связаны с предложением потребителю новых, либо усовершенствованных путей достижения цели. Рыночные инновации схожи по смыслу с продуктовыми инновациями. Благодаря изменениям и улучшениям, они расширяют сферу применения продукта. Организационно-управленческие инновации – это изменения в процессах машиностроительного предприятия в целях повышения его эффективности и конкурентоспособности. По степени новизны инновации можно разделить на высшие, средние и низшие. Высшие инновации понимаются как уникальные или, наоборот, радикально измененные продукты и технологии. Средние инновации состоят в улучшении процессов путем внесения значительных изменений, но без изменения в их основе. Низшие инноваций означают незначительные изменения, которые приводят компанию к преимуществам перед конкурентами [1].

Усилия специалистов таких отраслей машиностроения как автомобилестроение, авиастроение и космическая промышленность, направлены на создание нового материала с минимальным весом и высокой прочностью, поскольку данные характеристики обеспечивают экономичность, безопасность и экологичность выпускаемых в этих отраслях транспортных средств. Поэтому для достижения наибольшей эффективности производства и качества продукции все чаще применяются лазерные установки. Сейчас наиболее инновационной технологией машиностроения, связанная с применением лазера, касается метода лазерного послойного синтеза. Благодаря ему выполняют выращивание деталей сложной формы. При помощи лазерного синтеза создают различные детали из жаропрочной стали, алюминия или титана. Происходит этот процесс по 3D-технологии: лазер оплавляет порошок, из которого за несколько часов выполняется деталь. Такие изделия характеризуются идеальной плотностью, что позволяет широко применять их в авиационной и космической отрасли. Этот подход позволяет свести к нулю

возможные деформации и поломки, которые возникали при применении старых методов [3].

Таким образом, основой современного машиностроения справедливо считаются наукоёмкие технологии и инновации, возникающие на пересечении нескольких наук. В данный момент технический прогресс совместил в себе развитие энергетики, физические и химические достижения, высокоэффективные компьютерные технологии, программные продукты и пр. Это сочетание позволяет разрабатывать и выпускать многокоординатные, гибкие, многофункциональные машины и находить новые методы их производства.

Список источников

1. Кондратьев В.Б. Глобальный рынок машиностроения. // Главный механик. – 2014. – №1. – С. 13-27.
2. Празднов Г.Ф. Инновации в машиностроении: цель, проблемы, эффективность // Креативная экономика. – 2017. – №11. – С. 55-59.
3. Тебекин А.В. Проблемы стратегического инновационного развития предприятий отечественного машиностроения и потенциальные пути их решения // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. – 2018. – №1. – С. 22-26.

УДК 621.81

Берляков И.В.
Поволжский государственный технологический университет

РАННЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы диагностирования износа деталей машин методами неразрушающего контроля. В настоящее время для диагностики износа и определения состояния узлов и элементов активно применяются методы неразрушающего контроля. Использование этих методов позволяет не только обнаружить дефекты, но и оценить опасность повреждения, определить причину возникновения дефекта. Знание причины позволяет, изменив технологию производства, исключить возможность появления подобных дефектов.*

Ключевые слова: *диагностика, контроль, изнашивание, метод, детали.*

Срок службы промышленного оборудования определяется износом его деталей – изменением размеров, формы, массы или состояния их поверхностей вследствие изнашивания, т. е. остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок либо из-за разрушения поверхностного слоя при трении. Актуальность работы обусловлена постоянным старением и износом элементов машин и оборудования, и направлена на изучение данных явлений.

Многочисленными исследованиями установлено, что детали, подверженные циклическим нагрузкам, 90-97% времени срока службы работают при наличии или развитии дефектов. Даже хрупкое разрушение не происходит мгновенно, а занимает определённый промежуток времени с момента зарождения дефекта до полного разрушения. Поэтому, зачастую, выявление износа элементов и узлов устройств на ранних стадиях позволяет предотвратить негативные факторы: от понижение точности оборудования до полного выхода из стоя.

В настоящее время для диагностики износа и определения состояния узлов и элементов активно применяются методы неразрушающего контроля. Использование этих методов позволяет не только обнаружить дефекты, но и оценить опасность повреждения, определить причину возникновения дефекта. Знание причины позволяет, изменив технологию производства, исключить возможность появления подобных дефектов. С точки зрения физических явлений выделяют девять основных видов неразрушающего контроля:

1. *Магнитный неразрушающий контроль* основан на анализе взаимодействия магнитного поля с объектом контроля. Метод применяют для контроля объектов из ферромагнитных материалов.

2. *Электрический неразрушающий контроль* основан на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с контролируемым объектом, или поля, возникающего в объекте контроля в результате внешнего воздействия.

3. *Вихретоковый неразрушающий контроль* основан на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля. Метод применяют для контроля объектов из электропроводящих материалов.

4. *Радиоволновой неразрушающий контроль* основан на регистрации изменений параметров электромагнитных волн радиодиапазона, взаимодействующих с объектом контроля.

5. *Тепловой неразрушающий контроль* основан на регистрации изменений тепловых или температурных полей объекта контроля. Метод применим к объектам из любых материалов. Измеряемым информационным параметром служит температура или тепловой поток.

6. *Оптический неразрушающий контроль* основан на наблюдении или регистрации параметров оптического излучения, взаимодействующего с объектом контроля.

7. *Радиационный неразрушающий контроль* основан на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения после взаимодействия с объектом контроля. Наиболее широко используют для контроля рентгеновское и гамма-излучения.

8. *Акустический неразрушающий контроль* основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте.

9. *Неразрушающий контроль проникающими веществами* основан на проникновении пробных веществ в полость дефектов объекта контроля.

Методы неразрушающего контроля обеспечивают нахождение дефектов в материале изделия без разрушения путём взаимодействия физического поля или вещества с объектом контроля.

Список источников

1. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.

2. Коллакот Р. Диагностика повреждений: пер. с англ. / Р. Коллакот. – М.: Мир, 1989. – 512 с.

3. Проников А.С. Надёжность машин / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.

УДК 621.642

Васильев А.А.
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы удаления нефтяных отложений из резервуара.*

Ключевые слова: *резервуар, нефть, отложения, очистка.*

Резервуары являются одним из основных элементов нефтяной системы и предназначены для хранения нефтепродуктов, производства технологических и учетно-расчетных операций, однако загрязнение резервуаров в процессе их эксплуатации является серьезной проблемой нефтяных предприятий. В работе рассмотрены современные способы борьбы с нефтяными отложениями в резервуарах.

Загрязнение резервуаров в процессе их эксплуатации является серьезной проблемой нефтяных предприятий. Для решения такой проблемы применяют современные способы: механизированный и химико-механизированный способ очистки с применением моющих средств.

Механизированный способ очистки осуществляется подачей горячей воды под давлением через специальные моечные машинки (гидромониторы), пропаркой поверхности резервуаров в течение нескольких суток перегретым паром и последующей механической очисткой, или же с помощью аппаратов струйной абразивной очистки. Такой способ очистки значительно сокращает время очистки, уменьшает простой резервуара, уменьшает объём тяжелых операций, вредных для здоровья человека, и снижает стоимость процесса очистки резервуара. К недостаткам механизированного способа очистки резервуаров следует отнести большой расход тепловой энергии на подогрев холодной воды, необходимость откачки загрязнённой воды на очистные сооружений, сравнительно большие потери легких фракций из нефтеостатков.

Суть химико-механизированного способа в том, что очистка резервуаров производиться с помощью растворов моющих средств, улучшающих отделение осадка от стенок, днища и внутренних конструкций резервуаров. Применение данных растворов способствует

повышению качества очистки, интенсивности процесса очистки, характеризуется незначительной степенью применения ручного труда. Основными недостатками способа, которые ограничивают возможности его практического применения, являются дороговизна используемого специального реагента, необходимость дальнейшей очистки растворов моющих средств и утилизации реагента.

Кроме того, существуют комбинированные способы очистки емкостей и резервуаров. Комбинированный способ очистки предусматривает:

— размыв моющим раствором нефтешламовых отложений, накопленных на днище резервуара;

— смыв моющим раствором остатков нефтепродукта (нефти) со стенок резервуара;

— отбор (откачка) нефтешлама, получаемого в процессе размыва отложений со дна резервуара, в емкость временного хранения;

— отделение нефтепродукта (нефти) от моющего раствора и механических примесей;

— закачка выделенного нефтепродукта (нефти) в автоцистерны, трубопровод или емкости;

— дегазация резервуаров и емкостей с применением принудительной напорной вентиляции;

— механизированная зачистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;

— ручная доочистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;

— сбор отходов в накопительных быстросборных емкостях.

К одному из перспективных методов удаления нефтеотложений относится универсальная передвижная автоматизированная система SUPERMACS (СуперМакс). Система предназначена для очистки резервуаров технологического оборудования с утилизацией нефтешламов.

Вариант решения проблемы очистки нефтяных резервуаров является предотвращение накопления осадков. Наиболее рациональным методом из существующих по борьбе с накоплением донных осадков в нефтяных резервуарах, являются гидравлические системы размыва. В целях предотвращения накопления на днище резервуара осадков, а также для их удаления должны устанавливаются размывающие системы или винтовые мешалки .

Одним из типов размывающей системы является система размыва и предотвращения накопления осадка, состоящая из группы

пригруженных веерных кольцевых сопел, обвязывающих их трубопроводов, насосного агрегата. Осадок размывается распространяющейся по днищу резервуара нефтью в виде веерной струи.

В процессе длительного накопления структура осадка изменяется. Он переходит из рыхлого состояния в уплотненное. Следует не допускать образования уплотненного осадка на днище резервуара.

Предотвращение накопления осадка следует осуществлять включением системы размыва по графику при высоте рыхлого осадка не более 10 см. Наиболее эффективный размыв рыхлого осадка происходит при расходе нефти (150–250) м3/ч на одно сопло.

При образовании в резервуаре уплотненного осадка его следует размывать прокачиванием нефти через систему в течение нескольких последовательных циклов заполнения и опорожнения. Наиболее эффективный размыв уплотненного осадка происходит при расходе нефти (200–300) $м^3$/ч на одно сопло.

Однако накопление осадков не всегда удается предотвратить. В этом случае применяют различные способы очистки. Таким образом наиболее эффективным методом очистки является химико-механизированный, заключающийся в использовании растворителя парафина в сочетании с перемешиванием и подогревом осадков. Подобная технология сокращает затраты времени и труда и позволяет извлекать из осадков углеводородную часть.

Список источников

1. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов ПБ 03-605-03

2. Новосёлов В.В, Иванов В.А, Шутов В.Е. и др. Резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1999. – 365 с.

3. ПБЭ НП-2001 «Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств».

УДК 614.8

Васильев А.А.
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы ликвидации последствий разлива нефти.*

Ключевые слова: *нефть, разлив, ликвидация.*

На данный момент в России каждый год происходят несколько тысяч официально зарегистрированных ЧС, сопровождающихся крупными разливами нефти, которые, в свою очередь, оказывают негативное влияние на экологию, поэтому задача оперативной ликвидации таких аварий на сегодняшний день весьма актуальна.

Нефть и нефтепродукты обладают свойствами, с одной стороны, ценного и важнейшего товара, а с другой стороны, опасного для человека и окружающей природной среды вещества. В следствии развития нефтяной промышленности на окружающую среду оказывается воздействие в пределах территорий самих месторождений, трасс линейных сооружений (промысловых и магистральных трубопроводов), а также в ближайших населенных пунктах (городах, поселках).

Выбор технологий ЛЧС (Н) зависит от условий конкретного разлива, его объема и типа поверхности, подвергшейся загрязнению. Наиболее эффективным способом сведению к минимуму опасных последствий является сосредоточение внимания на контроле за источником загрязнения и предотвращение дальнейшего распространения нефтепродуктов. Разливы нефтепродуктов на грунт ликвидируются путем механического снятия загрязненной почвы.

Места разлива нефтепродуктов на почву необходимо немедленно зачистить путем снятия слоя земли до глубины, на 1 – 2 см превышающей глубину проникновения нефтепродуктов в грунт. Выбранный грунт удаляется в специально оборудованный контейнер, образовавшаяся выемка должна быть засыпана свежим грунтом или песком. При ликвидации разливов нефтепродуктов на твердой поверхности основной технологией ЛЧС (Н) является использование сорбентов (допускается использование песка) с последующим их удалением.

При загрязнении канализационных систем небольшим количеством нефтепродуктов проводится очистка стока сорбирующими изделиями, значительным – механическое удаление с последующей сорбционной зачисткой. В случае отсутствия воды в ливневой канализации ее заполняют искусственно. При температурах ниже 4 °С нефтеемкость (способность сорбирующего изделия впитывать нефтепродукты) большинства сорбентов уменьшается на порядок, а при отрицательных температурах (высокой вязкости нефтепродуктов) они теряют нефтеемкость. Поэтому в зимнее время в качестве сорбента используется снег, который обладает достаточно хорошими сорбирующими способностями. Загрязненный снег на небольших площадях разливов собирается вручную в пакеты для сорбентов, на значительной территории – тяжелой техникой и вывозится самосвалами.

При получении сигнала об аварии на территории объекта принимаются оперативные меры по сокращению объема вытекающего нефтепродукта:

- отключается участок технологического трубопровода путем закрытия задвижек и останавливается перекачка нефтепродуктов (при повреждении трубопровода);
- останавливается перекачка нефтепродукта из автоцистерны (при осуществлении перекачки).

Непосредственно после выявления аварийного разлива должны быть проведены подготовительные работы, в состав которых входят:

- уточнение места и масштаба разлива;
- уточнение задач по локализации разлива, устранению утечки технологических трубопроводов и/или резервуаров хранения, автоцистерн и сбору нефтепродуктов;
- доставка спасательных групп, АСФ и технических средств к месту ведения работ;
- размещение и расстановка технических средств в месте разлива;
- организация водоотвода;
- обеспечение безопасности соседних сооружений и технологического оборудования.

Для сбора разлитых нефтепродуктов, при необходимости, будут использоваться:

- резервуары для приема собранного нефтепродукта;
- резинотканевые и сборные каркасно-тентовые резервуары;
- сборные трубопроводы – для откачки нефтепродукта в лотки, емкости и для перекачки нефтепродукта из емкостей в стационарный резервуар хранения;

- передвижные насосные агрегаты (ПНА) для откачки разлившегося нефтепродукта.

Для ликвидации разлива нефтепродуктов будут применяться следующие методы:

- физико-химический: сорбция разлившегося нефтепродукта сорбентом, нанесение песка / снега;

- механический метод сбора: сбор загрязненного грунта (ручной способ - при помощи лопат, механизированный способ – сбор остатков нефтепродукта нефтесборщиков, а также осуществляется откачка нефтепродукта, поступившего в систему очистных сооружений.

Для временного хранения, собранных нефтеотходов используется ровная бетонированная площадка, огороженная. В дальнейшем нефтеотходы вывозятся с территории и утилизируются. Собранные после пролива нефтезагрязненные отходы должны быть утилизированы.

Список источников

1. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.

2. Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую среду при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья с целью повышения их надежности и безопасности – М.: РАО «Газпром», 1996 – 90с.

УДК 621.892

Зинин К.В.
Поволжский государственный технологический университет

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СМАЗЫВАЕМЫХ УЗЛОВ, МЕХАНИЗМОВ И ДЕТАЛЕЙ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы ранней диагностики возможных неисправностей смазываемых узлов, механизмов и деталей.*

Ключевые слова: *диагностика, смазка, детали, трение, изнашивание.*

Срок службы промышленного оборудования определяется износом его деталей – изменением размеров, формы, массы или состояния их поверхностей вследствие изнашивания, т. е. остаточной деформации от постоянно действующих нагрузок либо из-за разрушения поверхностного слоя при трении. Скорость изнашивания деталей оборудования зависит от многих причин: условий и режима их работы; материала, из которого они изготовлены; характера смазки трущихся поверхностей; удельного усилия и скорости скольжения; температуры в зоне сопряжения; состояния окружающей среды. Об износе деталей машины или станка можно судить по характеру их работы. В машинах, имеющих коленчатые валы с шатунами, например, двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, эксцентриковые прессы, насосы – появление износа определяют по глухому стуку в местах сопряжения деталей.

Одним из наиболее важным аспектом технической диагностики, направленной на поддержание технологического оборудования в исправном состоянии, предотвращения поломок и повышения долговечности механизмов является контроль за параметрами износа узлов, применяемых в тех или иных машинах и оборудовании. Существует множество методов контроля износа деталей и узлов оборудования, одним из наиболее распространенных является контроль, основанный на анализе проб смазывающего материала. Широкому распространению данного метода способствовали преимущества процедуры проведения

такой диагностики: для проведения операций контроля методом проб масла не требуется выводить механизм из эксплуатации, также данный метод предоставляет возможность обнаружить неисправности на ранних стадиях и для его проведения требуются минимальные затраты, как экономические, так и трудовые. Наибольшее распространение для контроля за износом получили визуальный, лабораторный и экспресс-анализы проб масла.

Визуальный метод является самым простым, но наименее точным, поскольку опирается лишь на субъективное мнение проводящего анализ человека. Наиболее распространенным, в силу простоты исполнения, получил метод при помощи щупа – прибора контроля, чаще в виде прутка. Процедура анализа данным способом заключается в изъятии щупа из механизма и осмотра цвета смазывающего материала – результат определяется по его окрасу: более темный цвет масла свидетельствует о присутствии в нем механических частиц и снижении смазывающих свойств материала, а следовательно и его замене.

Наиболее точным являются методы инфракрасного спектрального и феррографического анализа, которые относятся к методам лабораторной трибодиагностики. Они позволяют диагностировать неисправности смазываемых узлов трения. Феррография – метод магнитного осаждения металлических частиц износа из проб смазочного масла. Он позволяет определить в том числе и вид износа, интенсивность, режимы трения по форме частиц, состоянию их поверхности, распределению размеров частиц, материалам отдельных частиц, наличию посторонних примесей и продуктов деструкции масла. Метод феррографии используется не только при исследовании магнитных металлических частиц, но и немагнитных материалов: алюминия, бронзы, латуни, графита, полимерных частиц и другие. Совокупность этих параметров позволяет идентифицировать вид износа, определить место возможного отказа и оценить степень опасности дефекта. Систематический анализ проб масла дает возможность точно определять время замены, предотвращая слишком раннее или позднее проведение обслуживания, а также повысить надежность и безопасность эксплуатации двигателя.

Кроме анализа, который проводят в специализированных лабораториях, применяют и экспресс-анализ, для проведения которого используются специальные комплекты простейших приборов и реагенты. Один из элементов экспресс-анализа – так называемая «капельная проба». Принцип анализа данным методом заключается в нанесении капли масла на специальную фильтровальную бумагу, которая дает информацию о диспергирующих свойствах масла (способности смывать и уно-

сить загрязняющие вещества), степени его загрязненности и окисления, наличия в нем воды. Преимуществами экспресс-анализа являются малая трудоемкость, простота и относительно высокая точность анализа качества масла.

Масло является уникальным носителем информации о техническом состоянии механизмов, а проведение диагностики методом анализа масла получает все большее распространение. Анализ четырех (или более) проб дает возможность установить динамику изменения состава и показателей работоспособности масла в зависимости от времени работы. Если изменения протекают закономерно, механизм исправен. В случае обнаружения аномального изменения одного или нескольких взаимосвязанных показателей свидетельствует о его неисправности и в необходимости проведения более внимательной диагностики и, при необходимости, ремонта.

Список источников

1. Крагельский, И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский. – М.: Машиностроение, 1977. – 562 с.

2. Степанов, В. А. Диагностика технического состояния узлов трансмиссий газотурбинных двигателей по параметрам продуктов износа в масле / В. А Степанов. –Рыбинск: «НПО САТУРН», 2002. – 232 с.

УДК 658.26

Зинин К.В.
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы повышения энергоэффективности нефтегазодобывающих производств.*

Ключевые слова: *энергоэффективность, нефтегазодобыча.*

Требуемая мощность предприятий нефтегазодобычи зависит от многих факторов, характеризующихся: методами бурения, технологией и техникой сбора нефти и газа, методами поддержания пластовых давлений (вода, газ), мерами по повышению нефтеотдачи, методами добычи скважинной продукции (фонтан, насос, газлифт), принятая техника и технология переработки газа [1].

Потребитель электрической энергии называется электрическим приемником или группой из них, объединенных технологическим процессом и размещенных на определенной территории – площадке. Основными потребителями электроэнергии на нефтяных месторождениях являются электродвигатели технологических объектов, насосные и компрессорные станции, водонасосные станции, вентиляторы, вентиляторные градирни, ремонтно-механические цеха и базы и др.

Как правило, электродвигатели механизмов и узлов комплектуются технологическим оборудованием и подбираются разработчиками технологических частей объектов с учетом частоты вращения. Защита электродвигателей должна соответствовать условиям окружающей среды в соответствии с госстандартом и ПУЭ. Особое внимание следует уделить выбору электродвигателей для взрывоопасных, пожароопасных помещений, которое производится с учетом возможных взрывоопасных и пожароопасных зон, образуемых перекачиваемой средой в соответствии с ПУЭ. В то же время взрывобезопасное электрооборудование подразделяется на уровни и типы взрыва, группы и температурные классы.

Все электрические приемники объектов нефтегазодобычи делятся на три категории по надежности электроснабжения, а объекты таких областей, как Западная Сибирь и приравненные к ней, различают:

Первая категория:

- Компрессоры с электроприводом газовые (всех видов и назначений), воздушные; электроприемники, обеспечивающие непрерывность процессов, в том числе насосные откачки сырья и товарной продукции, подачи реагентов, предусмотренных проводимой технологией, циркуляционных систем смазки, уплотнения и охлаждения, насосы масляные, циркуляционные водяные, для откачки конденсата и ШФЛУ, подачи абсорбентов объектам подготовки газа (осушка, очистка, отбор тяжелых углеводородов), электропотребители, обеспечивающие объекты подготовки нефти (обезвоживание, обессоливание, стабилизация), кусты добывающих скважин с механизированной добычей (насосная, газлифтная); пункты управления оборудованием и арматурой кустов скважин на базе мини-ЭВМ, включая газораспределительные узлы (батареи); кустовые насосоные станции для систем заводнения нефтяных пластов; дожимные нефтяные станции; насосные пластовых и сточных вод; потребители систем телемеханики и связи, вычислительных центров, обеспечивающих контроль за работой объектов добычи, сбора, транспорта и подготовки нефти, газа, воды и другие.

Вторая категория:

- Насосные станции хозяйственно-бытовых стоков; электроприемники операторных, административно-бытовых блоков, блоков обогрева; одиночные скважины; электроприемники промбаз, объектов вспомогательного назначения (котельные, вентсистемы, механоремонтные мастерские и др.). В отдельных случаях при обустройстве мелких нефтяных месторождений (не приравненных по значимости к районам Западной Сибири), не влияющих на общий баланс добычи, к объектам 2-й категории могут быть отнесены и некоторые объекты, отнесенные к первой категории (по надежности); производственного назначения.

Третья категория:

- Все приемники перекачивания нефти, откачки ила, ингибиторы коррозии, зоны инвентаризации, контрольно-пропускные пункты, склады, катодную защиту, насос с электроприводом для откачки воды из поверхностных и подземных источников, канализационные насосные станции сточных вод, все энергоемкое оборудование оператора, административное блоки, зонды и другие здания, сооружения, вспомогательные сооружения, производство из которых не оказывает существенного влияния на баланс отрасли [2].

В связи с прогнозируемым расширением и совершенствованием производственной базы всех отраслей промышленности большое значение имеет внедрение прогрессивных и рациональных решений в практику проектирования и строительства систем электроснабжения объектов добычи нефти и газа. В то же время системы электропитания должны соответствовать требованиям: эффективности и надежности; безопасность и простота использования; обеспечение надлежащего качества электроэнергии; стабильность напряжения и частоты; экономия цветных металлов и электроэнергии; гибкость системы, дать ей возможность для ее дальнейшего развития без ощутимой реконструкции основных объектов системы в процессе строительства и эксплуатации; максимальное приближение источников более высокого напряжения к электроустановкам потребителей (глубокий ввод), обеспечивающее минимум сетевых звеньев и этапов промежуточного преобразования, снижение первоначальных затрат и снижение потерь энергии при повышенной надежности.

Список источников

1. Абрамович Б.Н. Электроснабжение нефтегазовых предприятий: Учебное пособие / Б.Н. Абрамович, Ю.А. Сычев, Д.А. Устинов. – СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт, – 2008. – 81 с.
2. Каспарьянц К.С. – Проектирование обустройства нефтяных месторождений – Самара: "Самвен", 1994. – 415 с.

УДК 629.33

Калинин В.С.
Научный руководитель Ласточкин Д.М., доцент.
Поволжский государственный технологический университет

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПЕРЕВОДУ АВТОМОБИЛЯ ИНОСТАРННОЙ МАРКИ С КАРБЮРАТОРА НА ИНЖЕКТОР СВОИМИ РУКАМИ

Аннотация. *В данной статье представлено исследование перевода карбюраторной системы автомобиля на инжектор, сформирована инструкция по переводу своими руками, так как Многих автовладельцев интересует вопрос переделки системы питания любимого авто.*

Ключевые слова: *карбюратор, инжектор, инструкция, модернизация.*

Инжекторная система обеспечивает более точное дозирование топлива, что способствует оптимизации процесса сгорания и повышению эффективности двигателя. Очевидно, что свой выбор при покупке автомобиля следует останавливать на автомобилях, имеющих инжектор. Однако, если ваша машина уже давно приобретена, и вас с ней связывают не только материальные вложения, но и эмоциональные, или, допустим, вы хотите продать её, но дороже, то для вас есть решение в виде данной, пусть и не самой подробной, инструкции, которая будет приведена ниже. Важно уточнить, что данная инструкция создана для автолюбителей, уже имеющих дело, как с карбюратором, так и с инжектором, а также для того, чтобы вносить изменения и правки, с целью доработки данного исследования. Некоторые полюбившиеся многим автомобили, уникальные модели или, говоря простым языком, «легенды» производились только на карбюраторах, из-за недостаточного развития сферы машиностроения на тот момент. Для первого этапа внедрения инжектора необходимо приобрести следующие материалы и запчасти:

1. Проводка
2. Электронный блок управления

В подкапотном пространстве протягиваем их с салона до примерно головки блока цилиндров, если где-то, купленная вами, «коса» проводки не достаёт до предполагаемого местонахождения будущего датчика детонации, до модуля зажигания и др., то удлиняем провода там, где это необходимо. Также внимательно следим за тем, чтобы провода просто так нигде не висели и не замыкали массу.

Вторым этапом необходимо приобрести:

1. Датчик положения коленчатого вала
2. Шкив коленчатого вала с реперным диском (ВАЗ)
3. Датчик распределительного вала

Реперный диск важно установить так, чтобы кронштейн крепления датчика коленчатого вала направлял его на 20-ый зуб после пропуска против

часовой стрелки. Если в вашей модели автомобиля когда-то производились с инжекторными моторами, то на нем либо есть место под установку датчика фаз, либо есть и сам датчик фаз, в таком случае разрабатывать (высверливать) место крепления не нужно, в отличие от карбюраторного двигателя в корне.

Третий этап:

1. Катушка зажигания (ВАЗ)
2. Дроссельная заслонка (ВАЗ)
3. Впускной коллектор

На инжекторный впускной коллектор устанавливаем форсунки (подбираются под впускной коллектор) и дроссельную заслонку, иногда дроссель может быть смещён относительно входного отверстия коллектора, в таком случае необходимо изготовить переходник, в виде листа металла (толщиной 4мм) с отфрезерованной плоскостью с обеих сторон. К дроссельной заслонке подсоединяется датчик положения дроссельной заслонки и регулятор холостого хода.

В четвёртом этапе производится установка лямбда-зонда, который также необходимо приобрести. Для установки этого датчика вваривается в приёмную трубу выпускной системы втулка с внутренней резьбой. Модернизация почти закончена, осталось подключить косу к топливному насосу, установить клапан продувки абсорбера, датчик массового расхода воздуха и датчик температуры охлаждающей жидкости.

На пятом этапе проверяется работа инжекторной системы путём запуска двигателя. Если всё подключено правильно, он запустится и останется только прошить электронный блок управления, для устранения неровной работы двигателя. Прошить ЭБУ требуется ещё тогда, когда какие-то из датчиков не поучилось реализовать.

Такая модернизация может повысить надежность работы двигателя благодаря исключению механических компонентов карбюратора, подверженных износу и частым регулировкам. Инжекторы обеспечивают стабильную работу двигателя на различных режимах эксплуатации, включая запуск при низких температурах и работу на высоких оборотах, в отличие от карбюратора. внедрение электронного управления системой впрыска позволяет интегрировать дополнительные функции контроля и диагностики состояния двигателя, что в перспективе удешевляет его ремонт и продевает «жизнь» автомобилю.

Список источников

1. Библиотека Chiptuner – 2000г. - [Электронный ресурс] https://chiptuner.ru/content/old-karbinj/ (дата обращения: 03.04.2025г.)

2. DRIVE2/ Переделка с карбюратора на инжектор/ - 2012г. [Электронный ресурс]: https://www.drive2.ru/l/15208/ (дата обращения: 03.04.2025г.)

УДК 629.331

Калинин В.С.
Научный руководитель Ласточкин Д.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМЫ И ОШИБКИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ С КАРБЮРАТОРА НА ИНЖЕКТОР: КАК ИЗБЕЖАТЬ

Аннотация. *В данной статье представлено исследование возникновений ошибок при переходе с карбюраторной системы автомобиля на инжектор, сформирован вывод о том, как можно избежать таких проблем.*

Ключевые слова: *карбюратор, инжектор, ошибки, проблемы, модернизация.*

Инжекторная система обеспечивает более точное дозирование топлива, что способствует оптимизации процесса сгорания и повышению эффективности двигателя. Очевидно, что свой выбор при покупке автомобиля следует останавливать на автомобилях, имеющих инжектор. Однако, если ваша машина уже давно приобретена, и вас с ней связывают не только материальные вложения, но и эмоциональные, или, допустим, вы хотите продать её, но дороже, то для вас есть решение. Оно заключается в том, чтобы перевести свой автомобиль с карбюратора на инжектор. Но что делать простому обывателю, если после перевода двигатель работает не ровно, не набирает обороты или вообще не запустился? Существует ряд распространённых ошибок, от которых достаточно просто избавиться.

1. Неправильная установка датчика коленчатого вала.

Самая распространённая и грубая ошибка, которая влияет не только на ровную работу двигателя, но на вероятность того, что он запустится. Часто датчик могут поставить на 19 или 21 зуб реперного диска или перепутать направление «против часовой стрелки» с направлением «по часовой стрелке» от пробела зубьев. При неправильном выборе места установки датчика, в процессе эксплуатации авто работе этого датчика могут мешать ремням навесного оборудования. Дабы не промахнуться с меткой «20 зуб» следует держать открытую схему установки, где показывается в каком положении должен быть 20-ый зуб, когда поршни 1-го и 4-го цилиндра находятся в верхней мёртвой точке.

2. Установка кривого шкива с реперным диском.

Когда шкив имеет неравномерный радиус, либо он имеет кривую посадочную плоскость, которая крепится к коленчатому валу, либо нарушена целостность некоторых зубцов, двигатель никогда не будет работать равномерно. Чтобы избежать таких неисправностей, следует отфрезеровать посадочное место до идеально ровной поверхности, а также уделить особое внимание к зубьям и одинаковому радиусу по всей площади шкива при его выборе в магазине или на «разборке» поддержанных автомобилей.

3. Неправильный подбор комплектующих.

При установке электронного блока управления часть устанавливают разные датчики массового расхода воздуха и лямбда-зонда. Дело в том, что под разные блоки управления изготавливались свои датчики. Если датчики установлены от разных ЭБУ они не будут работать корректно, так как они не совместимы.

4. Выбор двигателя без инжекторных модификаций.

Важно, чтобы двигатель был инжекторный, так как некоторые датчики, например датчик распределительного вала, имеют определенное местоположение, которого нет на двигателе с карбюраторной системой питания.

5. Недостаточная герметичность в системе подачи топливно-воздушной смеси.

Топливная рампа может быть неправильно закреплена, из-за этого форсунки криво встают на свои посадочные места и происходит «подсос» воздуха. Утечки воздуха или топлива могут нарушить баланс воздушно-топливной смеси.

Несмотря на допущенные ошибки, их всегда можно исправить. Следуя этим рекомендациям, можно минимизировать риски возникновения проблем при переходе с карбюратора на инжектор и обеспечить надежную работу двигателя, что в перспективе удешевляет его ремонт и продевает «жизнь» автомобилю.

Список источников

1. Библиотека Chiptuner – 2000г. - [Электронный ресурс] https://chiptuner.ru/content/old-karbinj/ (дата обращения: 03.04.2025 г.).

2. DRIVE2/ Переделка с карбюратора на инжектор/ - 2012г. [Электронный ресурс]: https://www.drive2.ru/l/15208/ (дата обращения: 03.04.2025 г.).

УДК 621.311

Коротков Е.В.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ДЫМОВОГО ГАЗА

Аннотация. *Рассмотрены вопросы применения рукавных фильтров для очистки дымового газа. В настоящее время рукавные фильтры с функцией импульсной продувки активно устанавливают и применяют на современных тепловых электростанциях в качестве установок. Принцип работы рукавного фильтра заключается в улавливании частиц фильтровальной тканью при продувке через нее задымленного воздуха. Сами же фильтровальные устройства могут различаться, но чаще их изготавливают подобно тканевому цилиндрическому мешку.*

Ключевые слова: *рукавный фильтр, фильтр, очистка дымового газа, фильтрация воздуха.*

В настоящее время рукавные фильтры с функцией импульсной продувки активно устанавливают и применяют на современных тепловых электростанциях в качестве установок.

В качестве материалов для современных рукавных фильтров используют различные кислотостойкие и термостойкие полимеры (политетрафторэтилен PTFE, полиимид PI) и их сочетания, стекловолокна, иглопробивные полотна с армирующим каркасом и другие материалы, устойчивые к химической деградации и обеспечивающие хорошую глубинную фильтрацию газов в диапазоне температур до 240−260 °С.

Сами фильтровальные устройства могут различаться. Но чаще их изготавливают подобно тканевому цилиндрическому мешку. Они параллельно подсоединяются в блоки. Очистка проводится поочередно в каждом из блоков, располагающихся друг после друга. В одной паре происходит фильтрация. В последнем блоке – разгрузка шлама.

К преимущества рукавных фильтров можно отнести:

– высокая эффективность золоулавливания (до 99,9 % и выше);

– могут использоваться за котлами любой производительности;

– отсутствие влияния удельного электрического сопротивления (УЭС) золы и режима работы энергоблока на эффективность золоулавливания;

– высокая степень улавливания тонких частиц (размером 0,3–1,0 мкм);

– возможность улавливания соединений ртути;

– частичная нейтрализация сернистых газов SOX (до 40−50 %) за счет сухой и полусухой сорбции благодаря прохождению дымовых газов через слой золовых частиц на поверхности фильтровальных систем поскольку при одних и тех же условиях рукавные фильтры имеют существенно меньшие габариты по сравнению с электрофильтрами, то при модернизации ТЭС секции рукавных фильтров легко размещаются в корпусах действующих электрофильтров.

Недостатками рукавных фильтров являются:

– повышенное гидравлическое сопротивление (1,5−2,2 кПа);

– истирание рукавов и их частая замена;

–высокие эксплуатационные затраты, которые больше, чем при эксплуатации электрофильтров, сильная зависимость срока службы рукавов от температуры и состава дымовых газов (важно: температура входящего потока газа должна быть на 25 °С выше точки росы для предотвращения образования серной кислоты).

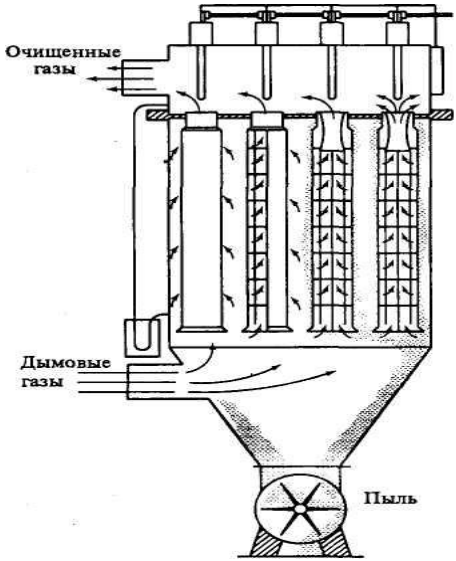


Рис. 1. Принципиальная схема рукавного фильтра.

Принцип работы рукавного фильтра заключается в улавливании частиц фильтровальной тканью при продувке через нее задымленного воздуха. Загрязненная газовая смесь доходит до рукавного фильтра по воздушному каналу через направляющий патрубок. Затем попадает в бокс для неочищенного воздуха. Далее она продвигается через ткань рукава, где твердые загрязняющие частички удерживаются снаружи на плоскости ткани. Отфильтрованный воздух следует в чистый бокс и выводится из установки через клапан. Но постепенно налет пыли на ткани увеличивается и уплотняется. Противодействие продвижению воздуха через него возрастает. Пропускная и очищающая способности ткани падают. Для регенерации и рассчитана импульсная продувка сжатым воздухом. Во время регенерации загрязняющие частички попадают в приемный бункер, а оттуда - в устройство пылеудаления.

Доступность устройства рукавных фильтров с импульсной продувкой и эффективность очистных возможностей сделала такой тип элементов востребованным. Они имеют свою систематизацию, которая характеризует применяемые материалы и специфику очищаемой газовой смеси. Для эффективной работы рукавного фильтра, основа, из которой его изготовили, должна отвечать нужным показателям, а подбор тканевой основы должен соответствовать параметрам загрязненного потока и тепловым режимам фильтрования.

Список источников

1. Маврищев В.В. Основы экологии: учебник / В.В. Маврищев. – Мн.:Выш. шк., 2003 – 416 с.

2. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. – М.: «Академия», 2004 – 480 с.

3. Официальный сайт компании «ALL Filtration Solution» [Электронный ресурс]. – URL: https://allfiltrs.ru/ (дата обращения: 22.06.2021).

УДК 621.311

Коротков Е.В.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы применения паровых котлов. Паровые котлы и паровые турбины являются основными агрегатами тепловой электростанции (ТЭС). Паровой котел – это устройство, имеющее систему поверхностей нагрева для получения пара из непрерывно поступающей в него питательной воды путем использования теплоты, выделяющейся при сгорании органического топлива.*

Ключевые слова: *паровой котёл, классификация, энергетика.*

Паровые котлы и паровые турбины являются основными агрегатами тепловой электростанции (ТЭС). Паровой котел – это устройство, имеющее систему поверхностей нагрева для получения пара из непрерывно поступающей в него питательной воды путем использования теплоты, выделяющейся при сгорании органического топлива (рисунок 1).

В современных паровых котлах организуется факельное сжигание топлива в камерной топке, представляющей собой призматическую вертикальную шахту. Факельный способ сжигания характеризуется непрерывным движением топлива вместе с воздухом и продуктами сгорания в топочной камере. Топливо и необходимый для его сжигания воздух вводятся в топку котла через специальные устройства – горелки. Топка в верхней части соединяется с призматической вертикальной шахтой (иногда с двумя), называемой по основному виду проходящего теплообмена конвективной шахтой. В топке, горизонтальном газоходе и конвективной шахте находятся поверхности нагрева, выполняемые в виде системы труб, в которых движется рабочая среда. .В зависимости от преимущественного способа передачи тепла к поверхностям нагрева их можно подразделить на следующие виды: радиационные, радиационно-конвективные, конвективные.

В топочной камере по всему периметру и по всей высоте стен обычно расположены трубные плоские системы – топочные экраны, являющиеся радиационными поверхностями нагрева.

Паровые котлы характеризуются основными параметрами: номинальной паропроизводительностью, давлением, температурой пара (основного и промежуточного перегрева) и питательной воды.

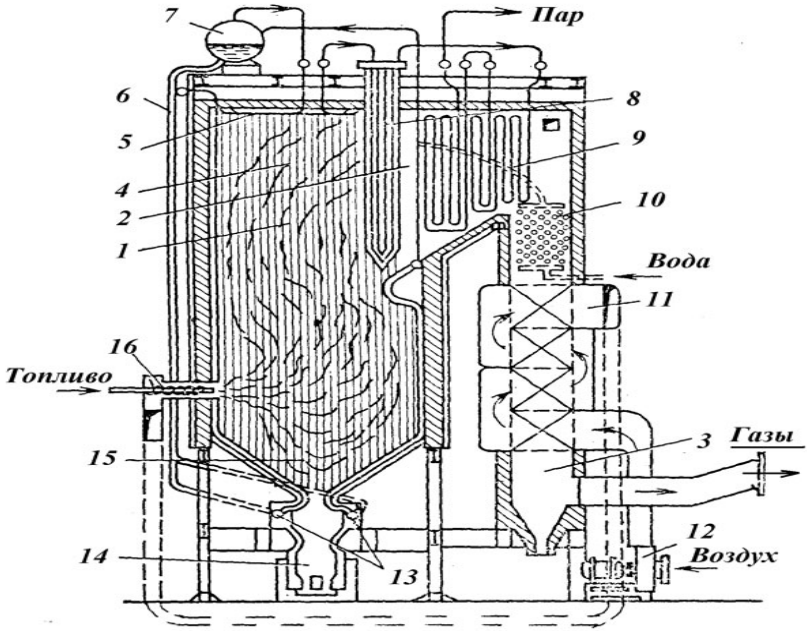


Рис. 1. Схема парового котла: 1 – топочная камера (топка); 2 – горизонтальный газоход; 3 – конвективная шахта; 4 – топочные экраны; 5 – потолочные экраны; 6 – спускные трубы; 7 – барабан; 8 – радиационно-конвективный пароперегреватель; 9 – конвективный пароперегреватель; 10 – водяной экономайзер; 11 – воздухоподогреватель; 12 – дутьевой вентилятор; 13 – нижние коллекторы экранов; 14 – шлаковый комод; 15 – холодная коронка; 16 – горелки. На схеме не показаны золоуловитель и дымосос.

Классифицировать паровые котлы можно по следующим параметрам.

В зависимости от характеристики соответствующего тракта и его оборудования вводится соответствующая классификация паровых котлов.

По виду сжигаемого топлива различают паровые котлы для газообразного, жидкого и твердого топлива.

По особенностям газовоздушного тракта различают котлы с естественной тягой, с уравновешенной тягой и с наддувом. Паровые котлы, в которых движение воздуха и продуктов сгорания обеспечивается

напором, возникающим под действием разностей плотностей атмосферного воздуха и газа в дымовой трубе, называются котлами с естественной тягой. Если сопротивление газового тракта (так же как и воздушного) преодолевается работой дутьевых вентиляторов, то котлы работают с наддувом. Котлы, в которых давление в топке и начального газохода (перед поверхностью нагрева) поддерживается близким к атмосферному с совместной работой дутьевых вентиляторов и дымососов, называют котлами с уравновешенной тягой. В этих котлах воздушный тракт находится под давлением и его сопротивление преодолевается с помощью дутьевого вентилятора, а газовый тракт находится под разрежением (сопротивление этого тракта преодолевается дымососом). Работа газового тракта под разрежением позволяет уменьшить выбросы из газоходов в котельное помещение высокотемпературных газов и золы. В настоящее время стремятся все котлы, в том числе и с уравновешенной тягой, изготовлять в газоплотном исполнении.

Таким образом, паровые котлы обладают широкой классификацией и активно применяются на теплоэнергообеспечивающих предприятиях.

Список источников

1. Волков Э.П. Энергетические установки электростанций / Э. П. Волков, В. А. Ведяев, В. И. Обрезков. –М. : Энергоатомиздат, 1983. – 280 с.

2. Лезин В.И. Пароперегреватели котельных агрегатов / В.И. Лезин, Ю.М. Липов, М.А. Селезнев, В.М. Сыромятников. – М.: Энергия, 1965 – 290 с.

УДК 631.67

Ласточкина Д.В.
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА

Аннотация. *В данной статье рассматриваются основные аспекты эксплуатации систем автоматического полива, включая их состав, настройку, мониторинг и техническое обслуживание. Особое внимание уделено вопросам повышения долговечности и эффективности работы технологий автоматического полива.*

Ключевые слова: *система автоматического полива, эксплуатация, настройка, перспективы развития.*

С развитием технологий в сельском хозяйстве всё большее распространение получают системы автоматического полива. Они позволяют минимизировать человеческий фактор, снизить затраты на воду и электроэнергию, а также повысить урожайность культур. Однако эффективная эксплуатация таких систем требует глубокого понимания их работы, регулярного обслуживания и адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды.

Система автоматического полива состоит из нескольких ключевых компонентов:

- Контроллер — устройство, управляющее работой системы на основе заданных параметров и данных с датчиков.
- Датчики — устройства для измерения влажности почвы, температуры, осадков и других параметров.
- Насосы и клапаны — обеспечивают подачу воды и её распределение по участку.
- Трубопроводы и оросители — доставляют воду к растениям.
- Программное обеспечение — позволяет настраивать и контролировать систему удалённо.

Начало эксплуатации системы автоматического полива начинается с ее настройки:

- Определить зоны полива с учётом типа растений, их потребностей в воде и типа почвы.
- Установить оптимальные временные интервалы и продолжительность полива.
- Настроить контроллер на основе данных о климатических условиях и прогнозов погоды.

- Провести тестовый запуск для проверки корректной работы всех компонентов.

Для повышения долговечности и эффективности работы системы полива необходимо проводить регулярный ее мониторинг и обслуживание:

- Проверять состояние датчиков и очищать их от загрязнений.
- Контролировать давление в системе и исправность насосов.
- Проводить диагностику трубопроводов на предмет утечек и засоров.
- Обновлять программное обеспечение и настройки контроллера в зависимости от сезонных изменений.

Для повышения эффективности системы автоматического полива рекомендуется:

- Использовать современные датчики влажности и метеостанции для адаптивного полива.
- Интегрировать систему с платформами умного сельского хозяйства для анализа данных и прогнозирования.
- Применять энергосберегающие технологии, такие как солнечные панели для питания системы.

В будущем с развитием искусственного интеллекта и интернет вещей системы автоматического полива станут более интеллектуальными и ожидается развития следующих направлений:

- Полная автономность систем на основе машинного обучения и анализа больших данных.
- Широкое использование дистанционного мониторинга состояния растений и индивидуальной настройки полива каждого из растений.
- Развитие технологий опреснения и повторного использования воды для полива.

В итоге можно сказать, что эксплуатация системы автоматического полива требует комплексного подхода, включающего настройку, мониторинг и регулярное обслуживание. Однако при правильном использовании такие системы способны значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Дальнейшее развитие технологий открывает новые горизонты для совершенствования систем автоматического полива, делая их ещё более умными и адаптивными.

Список источников

1. Ванеян С.С. Режим орошения, способы и техника полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ. Руководство [Текст] / С.С. Ванеян, А.М. Меньших. - М.: ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2010. - 82 с.

2. Ермакова С.О. Системы полива сада, огорода, теплиц, парников своими руками /С.О. Ермакова. -М.: Рипол-классик, 2011. -320 с.

3. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальных машин и систем. (Текст) А.И. Рязанцев -Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2013. -305 с.

УДК 631.67

Ласточкина Д.В.
Поволжский государственный технологический университет

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА

Аннотация. *Системы автоматического полива играют важную роль в современном сельском хозяйстве, ландшафтном дизайне и управлении водными ресурсами. Однако их эффективность и долговечность напрямую зависят от регулярного и качественного обслуживания. В данной статье рассматриваются основные аспекты обслуживания систем автоматического полива, включая диагностику, профилактику и ремонт, а также даются рекомендации по оптимизации их работы.*

Ключевые слова: *система автоматического полива, обслуживание, настройка, рекомендации.*

Автоматические системы полива представляют собой сложные инженерные конструкции, которые включают в себя насосы, трубопроводы, клапаны, контроллеры и распылители. Их основная задача — обеспечение равномерного и своевременного полива растений с минимальным участием человека. Однако, как и любое техническое устройство, такие системы требуют регулярного обслуживания для предотвращения сбоев и продления срока службы.

Важной составляющей безотказной работы системы полива является диагностика системы. Регулярная диагностика позволяет выявить потенциальные проблемы на ранних этапах. Основные шаги включают:

- Проверку работы контроллера и корректности настроек.
- Тестирование клапанов на предмет утечек и засоров.
- Осмотр трубопроводов на наличие повреждений и коррозии.
- Проверку равномерности полива и состояния распылителей.

Ключевым элементом обслуживания является профилактика, которая включает:

- Очистку фильтров и распылителей от загрязнений.
- Замену изношенных деталей (например, уплотнителей клапанов).
- Проверку давления воды и корректировку настроек контроллера.
- Подготовку (консервация) системы к зимнему периоду (слив воды, утепление компонентов).

Для сохранения безотказной работы системы полива в первую оче-

редь необходимо исключить человеческий фактор. Можно выделить следующие рекомендации по оптимизации работы системы в этом направлении:

- Обучение персонала основам работы с системой снижает риск ошибок при эксплуатации.
- Ведение журнала обслуживания помогает отслеживать состояние системы и планировать профилактические работы.

В заключении можно сказать, что обслуживание систем автоматического полива — это комплексный процесс, который требует внимания к деталям и регулярности. Своевременная диагностика, профилактика и ремонт позволяют не только продлить срок службы системы, но и повысить ее эффективность, что особенно важно в условиях растущего дефицита водных ресурсов.

Список источников

1. Кошкин Н.М., Кошкин А.Н., Карев В.Ю., Путятин Д.П. Направления модернизации дождевальных машин «Фрегат», обеспечивающих эффективную эксплуатацию участков орошения // Мелиорация и водное хозяйство. - 2014. - № 4. - С. 22-25.
2. Пронько Н.А., Бикбулатов Е.И., Новикова Ю.А. Способ повышения эффективности капельного полива овощей в Нижнем Поволжье // Мелиорация и водное хозяйство. - 2015. - № 3. - С. 27-30.
3. Смолин Н.И., Тарасевич И.Н. Автоматизация процессов поддержания микроклимата растениеводческих объектов. // Агропромышленный комплекс в ногу со временем. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Тюмень, 2023. С. 212-217.

УДК 536.521

Ломакин А.Н.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПИРОМЕТРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СФЕРАХ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы применения оптических пирометров в различных производственных сферах.*

Ключевые слова: *приборы, измерения, электроэнергетика, теплоэнергетика, строительство, производство.*

Благодаря пирометрам – приборам для бесконтактного измерения температуры тел, измерение высоких температур стало более доступным во множестве сфер деятельности: электроэнергетике, теплоэнергетике, строительстве, промышленных областях, так же пирометры находят и бытовое применение. Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Основной особенностью пирометров то, что контроль температуры проводится без необходимости прямого контакта пирометра с контролируемым объектом, это дает преимущество и позволяет измерять температуру сильно нагретых объектов и перемещающихся объектов.

Диагностирование яркостных температур оптическими пирометрами с исчезающей нитью основано на сопоставлении эффективной длины волны света в видимой зоне спектра яркости диагностируемого объекта с яркостью нити пирометрической лампы, тогда как глаз человека, проводящего измерение является чувствительным элементом (лучеприемником) для фиксации наличия или отсутствия равновесия яркости двух одновременно рассматриваемых изображений тел, в следствии чего контроль температуры пирометром с исчезающей нитью характеризуется известной субъективностью, которую следует иметь ввиду при их применении. В области наблюдения телескопом наблюдатель увидит участок излучающей поверхности объекта диагностирования, и на его фоне – нить лампочки. При условии, что яркость нити и диагностируемого нагретого тела различны, нить будет отличаться по цвету от фона. Человек проводящий диагностирование изменяет температуру накала нити реостатом и до достижения одинаковых яркостей, при это нить и фон станут одного цвета (нить "исчезнет"). В этот момент яркостная температура нити равна яркостной температуре диагностируемого объ-

екта. Человеческий глаз довольно чувствителен к изменению яркостей и момент "исчезновения" нити замечается весьма легко.

Так же имеются оптические пирометры, в которых контроль яркостей нити и объекта выполняется не визуально, а фотоэлектрическим устройством. Такой метод диагностирования позволяет автоматизировать контроль и повысить точность измерения яркостной температуры. Однако при этом конструкция прибора существенно усложняется, а следовательно и увеличивается стоимость проведения измерений.

В промышленных оптических пирометрах в качестве измерительного прибора применяется милливольтметр со шкалой, позволяющей производить контроль яркостной температуры, выраженной в градусах Цельсия. В некоторых типах оптических пирометров в качестве измерительного прибора используется миллиамперметр, последовательно включенный с нитью лампы. Необходимо отметить, что в начале свечения нити лампы ток составляет около 50% тока при накале нити, соответствующем температуре верхнего предела измерения, тогда как напряжение на зажимах лампы достигает около 25% от напряжения, соответствующего той же температуре. Следовательно контролировать напряжение на зажимах лампы экономически выгоднее, нежели ток, ведь в таком случае шкала электроизмерительного прибора задействована более продуктивно.

В оптических пирометрах высокой точности и образцовых в качестве измерительных приборов применяются потенциометры, обеспечивающие высокую точность контроля.

Так же в оптических пирометрах для монохроматизации света используют светофильтр из красного стекла КС-15. Человеческий глаз через красный светофильтр воспринимает лишь небольшую область спектра, что делает возможным представить сетевой поток как эквивалентное монохроматическое излучение со значением эффективной длины волны, определяемым с погрешностью, обычно не превышающей 0.01-0.02 мкм. При использовании оптических пирометров с красным светофильтром из стекла КС-15 эффективная длина волны лежит в пределах 0.65-0.66мкм.

При увеличении температуры контролируемого объекта, максимальное количество энергии излучения смещается в сторону коротких волн; что объясняет уменьшение эффективной длины волны пирометра.

Для пирометра, использующего для монохроматизации красный светофильтр, смещение эффективной длины волны не превышает 0.002-0.003 мкм, при измерении температуры от 800 до 3000°С. Это смещение не велико, и для рабочих пирометров не учитывается.

Достоверность использования оптических пирометров определяется стабильностью характеристик пирометрической лампы и постоянством показаний контролирующего прибора. У пирометрической лампы с вольфрамовой нитью в течение весьма долгого промежутка времени наблюдается постоянство характеристик, т. е. видна четкая зависимость яркости нити от силы тока, протекающего через нее, если, нить лампы не подвергается нагреву выше 1400°С. Поэтому для контроля яркостной температуры выше 1400°С телескоп оптического пирометра оснащают поглощающим стеклом, помещаемым между объективом и пирометрической лампой. Поглощающее стекло может быть установлено и перед объективом в целях уменьшения его нагрева. Поглощающее стекло, предназначенное для ослабления яркости источника излучения, обычно характеризуют его коэффициентом пропускания. Значение этого коэффициента показывает, какая доля лучистой энергии спектрального участка, используемого в оптическом пирометре, упавшая на стекло, пропускается им. Таким образом, измерение яркостных температур с включенным поглощающим стеклом производится путем сравнения неослабленной яркости нити пирометрической лампы с ослабленной яркостью источника излучения.

Контроль температуры весьма важная составляющая при диагностировании многих систем. Применение пирометров позволяет осуществлять операции по контролю за температурой без непосредственного контакта измерительного прибора с объектом измерение, также они могут выступать в роли безопасного дистанционного средства измерения температур раскаленных объектов. Это делает пирометры незаменимыми для обеспечения должного контроля в тех случаях, когда физическое взаимодействие с контролируемым объектом невозможно из-за высоких температур. Кроме этого пирометры активно применяются в качестве теплолокаторов, для определения областей критических температур в различных производственных сферах.

Список источников

1. Гордов А.Н. Основы температурных измерений / А.Н. Гордов –М.: Энергоатомиздат, 1992. – 304 с.

2. Савватимский А.И. Высокотемпературные свойства металлов атомной энергетики / А.И. Савватимский, В.Н. Коробенко. –М.: Издательство МЭИ, 2012. – 216 с.

3. Чернин С.М. Измерение температуры малых тел пирометрами излучения / С.М. Чернин, А.В. Коган. –М.: Энергия, 1980. – 96 с.

УДК 620.9

Ломакин А.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ТОПЛИВНО - ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. *Рассмотрены вопросы перспектив развития мирового топливно энергетического комплекса.*

Ключевые слова: *перспективы, развитие, инновации, энергетика, сырьё.*

Количество энергетических проблем человечества из года в год становится все больше. Связано это с ростом населения планеты и быстрым развитием технологий в целом, что, естественно приводит к постоянному росту потребления энергии. Невзирая на использование ядерной и альтернативной энергии, человечество продолжает добывать огромную долю топлива из недр нашей планеты. Уголь, природный газ, нефть являются невозобновляемыми энергетическими ресурсами, поэтому их запасы снизились до предельного уровня.

Глобализация энергетической проблемы человечества началась в семидесятых годах прошлого столетия, когда эра дешевой нефти закончилась. Нехватка и резкое удорожание данного вида топлива спровоцировало серьезный экономический кризис. И хотя стоимость нефти уменьшалась со временем, ее объемы быстро продолжают сокращаться, поэтому проблема человечества в области энергетики и сырья становится все более острой. Например, только в период с 60-х по 80-е годы двадцатого века мировая добыча угля составила 45%, нефти – 70%, природного газа – 75% от общего объема этих ресурсов, использованных с начала столетия.

Невзирая на то, что в 70-х годах началась нехватка топлива и было обнаружено, что энергетическая проблема является глобальной проблемой для человечества, прогнозы не предусматривали увеличения его

потребления. Предполагалось, что объем добычи к 2000 году увеличится в 2,5-3 раза. Вследствие, эти планы были сокращены, но в результате чрезвычайно расточительной эксплуатации ресурсов, которая длилась десятилетиями, сегодня их практически не стало [1].

Одной из причин растущей нехватки топлива являются ухудшающиеся условия его производства и, как следствие, стоимость этого процесса. Если несколько десятилетий назад природные ресурсы лежали на поверхности, то сейчас необходимо постоянно увеличивать глубину шахт, нефтяных и газовых скважин, Горно-геологические условия для появления энергоресурсов в старых промышленных регионах Западной Европы, Северной Америки, Украины и России особенно ухудшились. Учитывая географические аспекты энергетических и сырьевых проблем человечества, следует отметить, что их решение заключается в расширении границ ресурсов. Следует освоить новые районы с более легкими горно-геологическими условиями.

Подобным способом, можно снизить стоимость производства топлива. Следует иметь в виду, что общая капиталоемкость производства энергии на новых местах, как правило, значительно выше.

Истощение запасов природного топлива привело к жесткой конкуренции в политической, экономической и геополитической областях. Гигантские топливные компании занимаются разделением топливно-энергетических ресурсов и перераспределением сфер влияния в этой отрасли, что влечет за собой постоянные изменения цен на мировом рынке нефти газа и угля. Нестабильность ситуации серьезно обостряет энергетическую проблему человечества [2].

С начала 21 века все большее значение приобретает концепция глобальной энергетической безопастости. Принципы такой стратегии безопасности предусматривают, долгосрочное, надежное и экологически приемлемое энергоснабжение, цены, которые будут оправданы и удовлетворят страны, импортирующие и экспортирующие топливо. Осуществление этой стратегии возможно только в случае ликвидации причин энергетической проблемы человечества и принятия практических мер, нацеленных на дальнейшее обеспечение мировой экономики как традиционными видами топлива, так и энергией из альтернативных источников. Более того, развитию альтернативной энергетики следует уделять особое внимание.

Еще одной концепцией современности является политика энергосбережения. Во времена дешевого топлива во многих странах мира сложилась очень ресурсоемкая экономика. Прежде всего, такое явление наблюдалось в государствах, богатых минеральными ресурсами. США,

Канада Советский Союз, Австралия и Китай возглавили этот список. В то же время в Советском Союзе стандартный расход топлива был в несколько раз больше, чем в Америке. Такое положение дел потребовало безотлагательного введения политики энергосбережения в промышленном, бытовом, транспортном и других секторах экономики.

Таким образом, принимая во внимание все аспекты энергетических и сырьевых проблем человечества, начали разрабатываться и вводиться новые технологии, направленные на снижение удельной энергоемкости ВВП этих стран.

Список источников

1. Боровский Ю.В. Современные проблемы мировой энергетики / Ю. В. Боровский. – М.: Navona, 2011. – 231 с.

2. Зеркалов Д.В. Мировая энергетика / Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2009. – 173с.

3. Родионов В.Г. Энергетика : проблемы настоящего и возможности будущего / В. Г. Родионов. – М.: ЭНАС, 2010 – 352 с.

УДК 004.89

Мехтиева А.А.
Поволжский государственный технологический университет

ВНЕДРЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО

Аннотация. *Рассмотрены вопросы внедрения нейронных сетей и машинного обучения в производство.*

Ключевые слова: *нейронные сети, инжиниринговые технологии, машинное обучение, искусственный интеллект, производство.*

Промышленное производство в современном мире становится все более сложным и требует постоянного развития и внедрения новых технологий. В настоящее время нейронные сети и машинное обучение стали неотъемлемой частью многих отраслей промышленности, а внедрение нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговые технологии производства является актуальной темой, но ее потенциал и преимущества до сих пор не полностью изучены. Нейронные сети и машинное обучение представляют собой интеллектуальные системы, которые обладают способностью обрабатывать сложные данные и принимать решения на основе полученной информации. Это делает их идеальными инструментами для применения в инжиниринговых технологиях производства.

Нейронные сети и машинное обучение предлагают новые возможности для оптимизации производственных процессов и повышения эффективности предприятий. Принцип действия нейронных сетей и машинного обучения основан на обработке данных, полученных из различных источников, таких как датчики, базы данных или внешние системы. На основе этих данных, нейронные сети обучаются и способны предсказывать будущие события или принимать решения на основе предыдущего опыта. Это достигается за счет использования алгоритмов обучения, которые позволяют нейронным сетям автоматически адаптироваться к изменениям в окружающей среде. Например, существует возможность предсказывать отказы оборудования и проводить необходимую профилактику заранее, что позволяет снизить расходы на ремонт и избежать простоев в производстве. Также, данные технологии могут быть исполь-

зованы для оптимизации логистических процессов, управления качеством и даже прогнозирования спроса на конкретные продукты.

Внедрение нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговые технологии производства может принести значительные преимущества. Одним из главных преимуществ применения нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговых технологиях производства является повышение эффективности и точности процессов производства. Они также могут автоматизировать решение сложных проблем, оптимизировать процессы и сделать производство более гибким и адаптивным к изменяющимся условиям, что приводит к сокращению затрат на производство. Например, нейронные сети могут предсказывать оптимальные параметры обработки материалов, исходя из их свойств и требуемых характеристик конечного продукта. Одним из самых интересных применений нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговых технологиях производства является область робототехники. С их помощью можно обучать роботов выполнять сложные задачи, учитывая различные условия и ограничения. Это может повысить эффективность производства и снизить количество ошибок, совершаемых человеком.

Следует отметить, что интеграция нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговые технологии производства может столкнуться с некоторыми сложностями. Внедрение нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговые технологии производства необходимо проводить с осторожностью и соблюдением всех необходимых мер безопасности. Ведь, помимо всех преимуществ, они могут создавать и новые уязвимости в системах, которые могут быть использованы злоумышленниками. Также не в полной мере решен вопрос необходимости обработки больших объемов данных, которые приходят с производственных линий и требуют хорошей вычислительной мощности или специалистов, обладающих знаниями в области машинного обучения, систем для последующей обработки.

Таким образом, применение нейронных сетей и машинного обучения в инжиниринговых технологиях производства имеет большой потенциал для улучшения эффективности и точности процессов и открывает новые возможности для оптимизации и повышения эффективности предприятий. Однако, такие системы требуют большого объема данных, а сам подход серьезных исследований и разработок в данной области, а также обученных специалистов, которые будут уметь применять эти технологии в реальных условиях производства.

Список источников

1. Заплатников П.В. Применение нейронных сетей на производственном предприятии для автоматизации процессов технолога // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2020. № 6 (23). Т. 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-neyronnyh-setey-na-proizvodstvennom-predpriyatii-dlya-avtomatizatsii-protsessov-tehnologa-1 (дата обращения: 30.10.2023).

2. Виноградова Е.Ю. Управление производством с использованием нейросетевых технологий // Известия УрГЭУ. 2010. № 3 (29). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-proizvodstvom-s-ispolzovaniem-neyrosetevyh-tehnologiy (дата обращения: 01.11.2023).

3. Зайцев В.С., Золотько Ю.С. К вопросу применения искусственных нейронных сетей для автоматизации технологических процессов и производств // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2005. № 15. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-iskusstvennyh-neyronnyh-setey-dlya-avtomatizatsii-tehnologicheskih-protsessov-i-proizvodstv (дата обращения: 02.11.2023).

УДК 004.7

Мехтиева А.А.
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы внедрения современных программно-аппаратных комплексов для повышения качества управления производством.*

Ключевые слова: *автоматизация, оптимизация управления процессами, программно-аппаратные комплексы, производственные процессы.*

В современной индустрии производственные процессы становятся все более сложными и требовательными, поэтому эффективное управление производством становится одним из главных факторов конкурентоспособности любой компании. Для достижения этой цели разрабатываются и применяются программно-аппаратные комплексы (ПАК) для управления производственной деятельностью.

Принцип действия таких комплексов заключается в синхронизации и автоматизации различных производственных процессов. Программно-аппаратный комплекс позволяет интегрировать в единую систему управления все аспекты производства: планирование и контроль производства, управление качеством, учет и управление материально-техническими ресурсами, управление персоналом и многое другое. Он объединяет в себе программное обеспечение и аппаратные средства (компьютеры, промышленные контроллеры, сенсорная и коммуникационная техника) для автоматизации и оптимизации всех процессов на предприятии.

Один из ключевых аспектов разработки программно-аппаратных комплексов для управления производственной деятельностью - это создание надежных и масштабируемых систем, способных адаптироваться к изменениям внешней среды, включая технологические новшества и рост объемов производства. Для этого необходима разработка и использование специализированного программного обеспечения, которое обеспечивает не только эффективную работу комплекса, но и его надежность и расширяемость. Программно-аппаратные комплексы для

управления производственной деятельностью включают в себя различные технические устройства и программное обеспечение, которые могут варьироваться в зависимости от специфики предприятия. Однако, все они обладают общими принципами работы и основными функциями. Важным аспектом успешного развития и применения программно-аппаратных комплексов является проектирование гибкой архитектуры системы, способной легко вносить изменения и адаптироваться к новым требованиям производства. Также важной задачей является обеспечение максимальной надежности работы комплекса и защита от сбоев и аварийных ситуаций.

Основными преимуществами применения программно-аппаратных комплексов для управления производственной деятельностью является повышение эффективности и гибкости производства. ПАК позволяют минимизировать человеческий фактор в управлении, что исключает ошибки и угрозы безопасности. Автоматизация и оптимизация процессов сокращают время производства, что приводит к увеличению производительности и прибыли предприятия. Кроме того, ПАК обеспечивают возможность оперативного мониторинга и контроля всех процессов, что позволяет быстро реагировать на изменения внешней среды и принимать оперативные решения.

Одним из важных аспектов управления производственной деятельностью является сбор и анализ данных. Программно-аппаратные комплексы обеспечивают сбор информации о рабочих процессах на предприятии, а также обработку и анализ этой информации для принятия решений на основе данных. Такой подход позволяет повысить эффективность управления и оптимизировать производственные процессы, учитывая актуальные данные. Другим важным аспектом развития программно-аппаратных комплексов является внедрение новых технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии могут значительно улучшить процессы управления, предоставляя лучший анализ данных и предсказательные модели, позволяя более точно прогнозировать результаты и оптимизировать производство.

В заключение, развитие программно-аппаратных комплексов для управления производственной деятельностью является важным направлением развития современной индустрии. Применение таких комплексов позволяет повысить эффективность и надежность производства, оптимизировать процессы и улучшить управление предприятием. Таким образом, программно-аппаратные комплексы для управления производственной деятельностью являются важным инструментом для повыше-

ния эффективности и гибкости производства, что обуславливает широкое применение программно-аппаратных комплексов в различных отраслях промышленности современного производства.

Список источников

1. Киселев Д.В., Семенов С.С., Педан А.В. Постановка задачи на моделирование процесса эксплуатации программно-аппаратных комплексов связи. 2018. № 3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/postanovka-zadachi-na-modelirovanie-protsessa-ekspluatatsii-programmno-apparatnyh-kompleksov-svyazi (дата обращения: 27.10.2023)

2. Агеев А.М., Макаров И.В. Методика синтеза программно-аппаратных комплексов автоматизированной разработки систем управления полетом беспилотных летательных аппаратов // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2016. № 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-sinteza-programmno-apparatnyh-kompleksov-avtomatizirovannoy-razrabotki-sistem-upravleniya-poletom-bespilotnyh-letatelnyh (дата обращения: 29.10.2023)

3. Костенко В.А. Архитектура программно-аппаратных комплексов бортового оборудования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2017. № 3 (60). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-programmno-apparatnyh-kompleksov-bortovogo-oborudovaniya (дата обращения: 05.11.2023)

УДК 621.431

Милютин А.А.
Научный руководитель: Багаутдинов И.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет,

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПО ЗАМЕНЕ НЕИСПРАВНЫХ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация. *В статье рассмотрена правильная организация разборочных работ, применение специальных приспособлений и передовых технологий по замене гильз цилиндров автотракторных двигателей.*

Ключевые слова: *гильзы цилиндров, автотракторные двигатели, замена неисправной гильзы, цанговая втулка, разборка.*

В технологическом процессе ремонта разборка является одним из основных этапов, на долю которого приходится до 20-25 % общей трудоемкости восстановления работоспособности машины. Затраты времени и труда на ремонт, да и его себестоимость во многом зависят от качества разборочных работ.

Особую сложность вызывает необходимость ведения ремонтных работ в полевых условиях и в условиях отсутствия или слабого оснащения ремонтной базы.

Исследователями в работах [1] и [2] предложена технология, которая позволит значительно сократить время пребывания машины в ремонте и снизить себестоимость устранения отказов, связанных с заменой деталей цилиндропоршневой группы. По предлагаемой технологии при устранении неисправностей, связанных с заменой части гильз автотракторных двигателей, поступают следующим образом. После уточнения диагноза, по предлагаемой технологии, работы, связанные с заменой неисправной гильзы или ее уплотнения, выполняются в следующей последовательности. Сначала выполняются подготовительные операции, связанные с удалением трубопроводной арматуры, соединительных элементов систем электроснабжения и контроля рабочего процесса в двигателе. Затем сливается охлаждающая жидкость и демонтируется головка блока цилиндров. После уточнения неисправности гильзы ее поршень, вращением коленчатого вала по или против вращения стрелки часов, устанавливается в положение, соответствующее максимальному углу опережения впрыска топлива или углу начала опережения и зажи-

гания (для карбюраторных двигателей) с целью возможного снижения усилия, прилагаемого в последующем для проворота коленчатого вала и предохранения зеркала гильзы от повреждений в случае замены только уплотнительных колец. Затем, в удаляемую гильзу 3 до контакта с огневой поверхностью поршня 1 вставляют цанговую втулку 2 (рис.1).

После этого, подкручивая гайку, подтягивают болт. Коническая поверхность головки болта под действием осевой силы перемещается вдоль продольной оси гильзы 3, расширяя равномерно лепестки корпуса цанговой втулки 2. Радиальная деформация лепестков втулки должна обеспечить усилие, большее, необходимого для сдвига гильзы с места посадки. Наличие упорного подшипника между гайкой и корпусом цанговой втулки 2 способствует снижению прилагаемого усилия. Затем, проворачивая коленчатый вал двигателя по направлению движения стрелки часов, через шатун 4 и поршень 1 (рис.1) к лепесткам корпуса цанговой втулки 2 прикладывают усилие, достаточное для смещения гильзы 3 с первоначального положения. Последующие действия по извлечению гильзы из блока особой сложности не представляют [1].

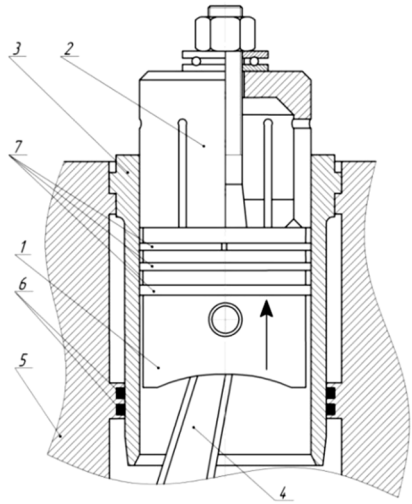


Рис. 1. Схема удаления гильзы из блока с помощью цанговой втулки: 1-поршень; 2-втулка цанговая; 3-гильза удаляемая; 4-шатун; 5-блок; 6-кольцо уплотнительное; 7- кольца поршневые; *d*-внутренний диаметр удаляемой гильзы.

У гильзы, которую необходимо устанавливать взамен выбракованной, на токарном станке нижнюю цилиндрическую часть зеркала растачивают под конус, нижнее основание которого имеет размер больший,

чем диаметр поршневых колец в свободном состоянии, причем, угол конуса α выбирают таким, чтобы в положении поршня в нижней мертвой точке обрез юбки поршня не доходил до верхнего основания конуса. К тому же, соблюдение этого условия будет предохранять поршень от вибрации в процессе работы.

Последующая обработка поверхности конуса мелкозернистой шкуркой способствует снижению шероховатости и уменьшению силы трения граней компрессионных и маслосъемных колец при установке гильзы.

Далее, поршень устанавливают в положение верхней «мертвой» точки и надевают на его головку исправную гильзу. Зеркало гильзы, включая расточенную конусную часть, предварительно смазывают моторным маслом и, прикладывая к краям гильзы небольшое усилие, осторожно начинают перемещать ее вдоль цилиндрической поверхности поршня. При этом, компрессионные и маслосъемные кольца поочередно утопают в соответствующих канавках поршня, обеспечивая плавное перемещение гильзы в рабочее положение [2].

Щадящие режимы в начале эксплуатации силового агрегата после замены гильзы будут способствовать повышению надежности ремонтных воздействий.

Производственные испытания предложенной технологии в условиях ЗАО «Акконд-транс» дали положительные результаты.

Список источников

1. Патент №2341672 РФ МПК F02F 7/00. Способ удаления гильзы цилиндра из блока автотракторного двигателя и устройство для его осуществления. /В.Б. Скворцов, С.Б. Скворцова, Ю.Н. Доброхотов, №2007105379/06; заявл. 12.02.2007; опубл. 20.12. 2008, Бюл. № 35.

2. Патент №2382220 РФ МПК F02F 7/00. Способ сборки цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей / А.Н. Петров, В.Б. Скворцов, С.Б. Скворцова, Ю.Н. Доброхотов, № 2008116362/06; заявл. 24.04.2008; опубл.20.02.2010, Бюл. №5.

УДК 62

Милютин А.А.
Научный руководитель: Багаутдинов И.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС, КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. *В статье рассмотрено развитие структуры реализации, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники.*

Ключевые слова: *техническое обслуживание и ремонт, работоспособность машин, технический сервис, предмет труда.*

Технический сервис в рыночных условиях обретает товарный характер. Стоимость и рыночная цена этого товара во многом зависит от форм его реализации, которая в свою очередь трансформируется исходя из меняющихся условий производства, его организации, направлений совершенствования соответствующих общим законам развития производственной деятельности, концентрации и специализации производства.

Анализ показал, что ключевым фактором повышения конкурентоспособности производимой продукции выступает преодоление технического и технологического отставания России от остального мира. Наиболее актуальными задачами в этой связи становится использование новейших технологий сельскохозяйственного производства, техническое перевооружение производства, повышение квалификации кадров, развитие рыночной инфраструктуры, ведущие к экономичному использованию ресурсов, росту производительности труда, сокращению издержек производства и увеличению объемов реализации продукции.

Одним из направлений решения данной задачи для производителей сельскохозяйственной техники является развитие структуры реализации, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, т.е. технического сервиса.

В международной практике технический сервис рассматривается как комплексная услуга потребителю в приобретении, обслуживании и ремонте средств производства. В свою очередь в организационной структуре реализации, техническом обслуживании и ремонте сельскохозяй-

ственной техники можно выделить три основных звена: изготовитель, дилер и потребитель (фермер).

Технический сервис ведущих фирм, производящих сельскохозяйственную технику и автомобили при всем чрезвычайном разнообразии форм строится как неразрывное целое, состоящее из следующих основных элементов:

1) подготовка машин к продаже и их продажа;
2) производство запасных частей и обеспечение ими потребителей;
3) купля подержанных машин и их продажа;
4) разработка нормативно-технической документации и обеспечение ей потребителей машин и дилеров;
5) подготовка и переподготовка ремонтно-обслуживающего персонала и консультация операторов (фермеров);
6) проведение диагностирования, операций периодического обслуживания, ремонта и устранения последствий отказов машин.

Принципиальные положения в организации технического сервиса, которым руководствуются фирмы-изготовители машин, состоят в следующем:

- ответственность за обеспечение работоспособности машин в течение всего периода их использования;
- организация процесса обеспечения работоспособности машин независимо от места их использования;
- разработка руководств по использованию, обслуживанию и ремонту, подготовка кадров, обеспечение инструментом и приспособлениями до начала массового производства машин;
- организация сбора информации о надежности машин в рядовой эксплуатации с целью получения обратной связи для совершенствования машин [1].

В практике машиноиспользования стран Запада давно уже стало бесспорным положение о том, что никакие организационные перестройки в управлении техническим сервисом не могут дать ощутимого эффекта, если они не предусматривают полное и безусловное удовлетворение спроса потребителей машин на запасные части [1].

Рассматриваемая проблема состоит их трех относительно самостоятельных частей: планирование потребности в запасных частях, их производство и организация доставки. Планирование потребности в запасных частях ведется, главным образом, на основе статистического прогнозирования с учетом количества работающих деталей и возраста машин, на которых они устанавливаются. Учитываются также и заявки

дилеров, однако давно уже практически реализовано понимание того, что исключение вспышек дефицита на отдельные детали возможно только за счет наличия постоянной, широко и основательно поставленной статистической информации о расходе запасных частей, хранимой и обрабатываемой современными вычислительными средствами.

Таким образом, существующее у нас до сих пор представление о техническом сервисе, как только о системе мер по организации, технологии ремонта и техническому обслуживанию машин, является неполным, поскольку охватывает только стадию, когда машина становится предметом труда и упускает стадии, когда машина является товаром и средством труда (см. рис. 1).

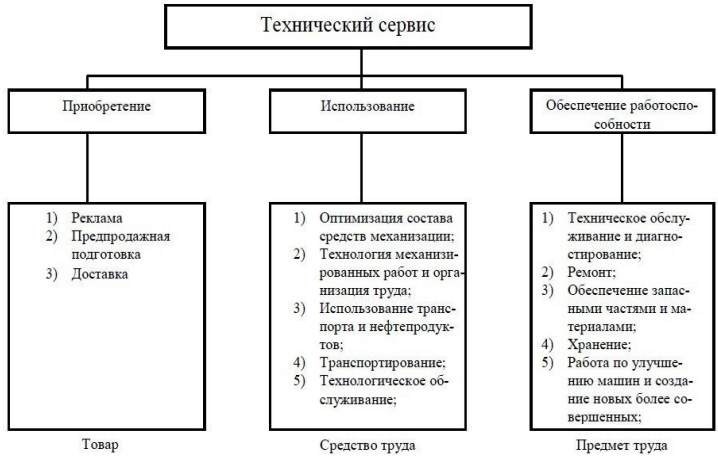


Рис. 1. Структура технического сервиса в агропромышленном комплексе

Список источников

1. Организационно-экономические основы развития производственной инфраструктуры технического сервиса в АПК / Ю.И. Жеваров, Т.И. Палий. Под общ. Ред. А.В. Гладилина. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ, 2013. – 278с.

2. Тельнов Н.Ф. Теория и практика агроинженерного образования / Н.Ф. Тельнов. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 1997. – 36с.

УДК 621.311

Петров Д.О.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. *Современные тепловые электростанции работают на органическом топливе, в качестве которого используют сравнительно дешевые уголь и мазут. Применяемые виды топлив в процессе сжигания образуют вредные выбросы, которые негативно воздействуют на окружающую среду.*

Ключевые слова: *ТЭС, теплоэнергетика, окружающая среда, загрязнение атмосферы, защита окружающей среды.*

Современные тепловые электростанции работают на органическом топливе, в качестве которого используют сравнительно дешевые уголь и мазут. Эти виды топлива – невосполнимые природные ресурсы. Основными энергетическими ресурсами в мире сегодня − уголь (40 %), нефть (27 %), газ (21 %). Сжигание топлива на ТЭС связано с образованием продуктов сгорания, содержащих летучую золу, частицы недогоревшего пылевидного топлива, сернистый и серный ангидрид, оксиды азота и газообразные продукты неполного сгорания, а при сжигании мазута, кроме того, соединения ванадия, соли натрия и частицы сажи. В золе некоторых топлив имеется мышьяк, свободный диоксид кремния, свободный оксид кальция и др. Перевод с твердого топлива на газовое ведет к значительному удорожанию вырабатываемой энергии, не говоря уже о дефиците и того, и другого. Кроме того, это не решит проблемы загрязнения атмосферы. Перевод установок на жидкое топливо существенно уменьшает золообразование, но практически не влияет на выбросы окиси серы, так как мазуты, применяемые в качестве топлива, содержат более 2 % серы. При сжигании газа в дымовых выбросах также содержится оксид серы, а содержание оксидов азота не меньше, чем

при сжигании угля. Так как не хватает качественного топлива, ТЭС работают на низкосортном. В процессе сгорания такого топлива образуются загрязняющие вещества, которые выводятся в атмосферу с дымом и попадают в почву с золой. Помимо того, что эти выбросы неблагоприятно влияют на окружающую среду, продукты сгорания вызывают выпадение кислотных осадков и парниковый эффект, который грози засухами.

Одним из факторов воздействия угольных ТЭС на окружающую среду являются выбросы систем складирования топлива, его транспортировки, пылеприготовления и золоудаления. При транспортировке и складировании возможно не только пылевое загрязнение, но и выделение продуктов окисления топлива. Для золошлакоотвалов требуются значительные территории, которые долгое время не используются, и являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности, которые воздушным путем или же с водой попадают в биосферу [1]. Кроме того, происходит значительное тепловое загрязнение водоемов при сбрасывании в них теплой воды, что сопутствует цепным природным реакциям: зарастанию водоемов водорослями, нарушению кислородного баланса, что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер. Значительные площади подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, переходят в категорию заболоченных. В равнинных условиях подтопленные земли могут составлять 10 % и более от затопленных. Уничтожение земель и свойственных им экосистем происходит также в результате их разрушения водой (абразии) при формировании береговой линии. Абразионные циклы обычно продолжаются десятилетиями, имеют следствием переработку больших масс почвогрунтов, загрязнение вод, заиление водохранилищ [2].

Основными факторами воздействия ТЭС на гидросферу являются выбросы теплоты, следствием которых могут быть: постоянное локальное повышение температуры в водоеме; временное повышение температуры; изменение условий ледостава, зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределения осадков, испарений, туманов. На ТЭС с охлаждающей водой сбрасывается от 4 до 7 кДж теплоты на каждый 1 кВт·ч выработанной электроэнергии. По санитарным нормам тепловые сбросы не должны повышать собственную температуру водоема более чем на 5 °С в зимнее время и 3 °С в летнее. Источниками загрязнения атмосферы являются производственные стоки и выбросы продуктов сгорания. К сточным водам ТЭС относятся следующие воды: содержащие нефтепродукты, после обмывки поверхностей нагрева паровых котлов, сбросные после установок хими-

ческой очистки, консервации и промывок оборудования, а также систем гидрозолоудаления. Количество сточных вод, содержащих нефтепродукты, не зависит от мощности станции и типа оборудования, хотя при использовании жидкого топлива несколько выше, чем для ТЭС на твердом топливе. В то же время в основном количество их зависит от качества монтажа и эксплуатации оборудования электростанции.

Таким образом, на современных тепловых электростанциях необходимо уделить внимание совершенствованию конструкции оборудования и тщательному соблюдение правил его эксплуатации, что позволит снизить до минимальных значений количество поступающих в сточные воды нефтепродуктов, а также активно применять различного типа ловушек и отстойников, что позволит исключить попадание загрязняющих факторов в окружающую среду.

Список источников

1. Маврищев В.В. Основы экологии: учебник / В.В. Маврищев. – Мн.:Выш. шк., 2003 – 416 с.

2. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – 2-е изд., перераб. – М.: «Академия», 2004 – 480 с.

3. Григорьева В.А. Тепловые и атомные электрические станции: справочник / В.А. Григорьев, В.М. Зорин. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 14 с.

УДК 684.4.05

Петров Д.О.
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. *Технология машиностроения — наука, занимающаяся изучением закономерностей процессов изготовления машин, с целью использования этих закономерностей для обеспечения выпуска машин заданного качества, в установленном производственной программой количестве и при наименьших народнохозяйственных затратах.*

Ключевые слова: *машиностроение, сборка технологических комплексов, тип производства.*

При современных темпах развития науки и техники главным требованием к производству является готовность и способность в любой момент безубыточно прекратить изготовление освоенной продукции и в короткий срок приступить к выпуску любой по количеству партии новых изделий.

Задачи совершенствования машиностроения:

1. увеличение производительности труда (в основном производстве, во вспомогательном производстве, в области технологической подготовки производства);
2. повышение интеллектуального уровня труда всех участников производства;
3. сохранение ранее затраченных трудовых ресурсов (физического труда рабочих, интеллектуального труда конструкторов, технологов, программистов)
4. всемерная экономия материальных, трудовых и энергетических ресурсов;
5. сокращение цикла конструкторской и технологической подготовки;
6. сокращение объёмов строительно-монтажных работ за счёт реконструкции производства и перекомпоновки технологического производства;

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций. Коэффициент закрепления операций – отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест.

В зависимости от типа производства (единичного, серийного и массового) изменяется и организация процессов сборки.

В единичном производстве технологические процессы детально не разрабатывают, а делают только наметку последовательности операций и приблизительно определяют рабочее время. Детальная разработка экономически нецелесообразна. Сборка выполняется последовательно, операции не разделяются на более простые переходы. Большинство операций выполняется одой бригадой высококвалифицированных слесарей, способных выполнять различные сборочные работы. Специализация существует только по профессиям, например, слесарь, электрик. Небольшие изделия собираются одним высококвалифицированным слесарем. Такая организация работ называется сборка по принципу концентрации.

Разнообразная номенклатура изделий в единичном производстве не позволяет оснащать сборочные участки специальной высокопроизводительной оснасткой и инструментами. Такую оснастку применяют только в тех случаях, когда без неё невозможно выполнить какую-нибудь сборочную операцию. В основном применяются универсальные ручные инструменты и оснастка, не отличающиеся высокой производительностью. Поэтому, качество сборки зависит от выполняющих её рабочих. В единичном производстве выполняется много подготовительных работ: зачистка заусенцев, пригонка, промывка и т.д.

В серийном производстве изделия выпускаются сериями через определённые промежутки времени. Технологический процесс построен по принципу параллельно-последовательного выполнения операций. Сложные операции разделяются на более простые переходы, различные узлы собираются в различных бригадах. При такой организации работ существует специализация, т.е. некоторые виды работ выполняются одним рабочим или бригадой. Специализация позволяет значительно повысить производительность труда и привлекать к работам менее квалифицированных рабочих. Выпуск сериями делает экономически целесообразным оснащать сборочные участки специализированной оснасткой, механизированным инструментом, что также значительно повышает производительность труда.

Пригоночные и подготовительные работы на сборке стараются исключить.

В массовом производстве производят детальную разработку техпроцесса сборки. Специализация сборочных работ наивысшая, т.е. за каждым рабочим местом закреплена одна сборочная операция, что позволяет оснащать рабочие места высокопроизводительной специальной оснасткой, механизированным инструментом, специальными сборочными стендами, в ряде случаев, сборочными линиями. Поэтому, работу могут выполнять рабочие низкой квалификации. Качество сборки в большей степени зависит от применяемого оборудования и инструментов. Такая организация работ называется сборкой по принципу дифференциации. Пригоночные и подготовительные работы на сборочных участках полностью исключаются.

Список источников

1. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1969. – 358 с.

2. Замятин В.К. Технология и оснащение сборочного производства: Справочник. – М.: Машиностроение, 1995. – 608 с.

3. Замятин В.К. Технология и автоматизация сборки. – М.: Машиностроение, 1993. – 464 с.

УДК 004.93

Попов М.А.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗЛИЧНЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы применения искусственного интеллекта в различных сферах деятельности, в том числе для распознавания лиц.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, система распознавания лиц.*

С малых лет человек способен распознавать, узнавать, отличать лица среди множества других лиц. Таким примером может быть младенец, чувствующий себя комфортно и в безопасности находясь на руках у матери, видя ее знакомое лицо. Но находясь в контакте с человеком с незнакомым лицом в большинстве случаем младенец начинает плакать, искать взглядом знакомое лицо и проситься на руки к этому человеку. Помимо простого распознавания лиц человек способен по выражению лица определить в каком настроении собеседник, сколько ему лет или более сложное – определить расу, этническую принадлежность, национальность. В отдельных случаях, например, доктора, исходя из опыта могут предположить заболевание пациента.

С развитием технологий, из желания изучить способность человека мгновенно распознавать лица, появилось желание научить машины распознавать лица, а затем добиться такой же скорости и точности распознавания лиц системами машинного зрения, как у человека. На сегодняшний день системы распознания лица достигли невероятных успехов, они способны отыскать человека в базе из 1 миллиарда изображений менее чем за 0.5 секунды [1], а точность распознания, в большинстве случаев свыше 95 процентов [2, с.108]. Помимо распознавания лица человек смог обучить нейронную сеть определять пол человека с точностью 99 процентов, возраст человека в диапазоне 5 лет с точностью до 95 процентов и эмоциональное состояние человека.

Одной, более востребованной, из области применения таких систем является обеспечение безопасности. Система в режиме реального времени отслеживает всех находящихся в помещении людей, сравнивает их

с базой лиц, когда-либо нарушивших закон, при совпадении сообщает местонахождение человека. Некоторые системы распознавания могут отслеживать модель поведения человека, и на основе своего опыта выявлять отклонения от нормы поведения человека в подобных местах, после чего сообщают о подозрительных действиях в службу охраны или другие службы безопасности. Еще одной новинкой в области обеспечения безопасности стала технология Face ID [3]. Использование лица вместо постоянного ввода пароля для разблокировки смартфона во многом упростила жизнь пользователям, несмотря на это Face ID не всегда способна отличить живого человека от маски человека, данная технология еще требует доработки.

Другой областью применения служит таргетированная реклама [4]. Сейчас в данная область больше привлечена к сети интернет – в социальных сетях вам показывают рекламу интересную людям вашего пола, возраста, мировоззрения и других предпочтений. Системы распознавания, к примеру, можно использовать в крупных торговых сетях. В таких сетях часто можно увидеть информационные табло с рекламой, используя системы видео слежения и нейронные сети можно определить возраст и пол людей находящихся поблизости определенного табло и показывать на нем рекламу товаров интересных для этой категории людей.

Также системы распознавания лиц могли бы с легкостью заменить скидочные, накопительные и прочие карты. Установив такую систему на кассе клиенту больше не потребуется предъявлять карту, а кассиру проводить ее, что уменьшит время обслуживания клиента и позволит заинтересовать его скидкой на определенный товар при следующей покупке.

В будущем возможно, такие системы будут применять в детских садах и школах, для определения эмоционального состояния ребенка, как системы дополнительной поддержки ребенка. Также возможно использовать такие системы в учреждениях здравоохранения, в дополнение к системам предварительной постановки диагноза систему распознавания лица можно научить выявлять определенные признаки характерные для каких-либо болезней: неестественный цвет кожи, отеки лица или под глазами и многое другое.

Основными требования для систем распознавания лиц являются такие параметры как точность распознавания лица – во многих областях точность является важнейшим требованием, ради которого жертвуют скоростью распознавания лиц или затратами на оборудование; скорость распознавания лиц – особенно это важно в случаях обеспечения безопасности в режиме реального времени; ресурсозатратность – не всегда

выгодно устанавливать дорогостоящее оборудование, поэтому попытки оптимизировать алгоритмы и снизить требования к оборудованию необходимому для таких систем актуальны; функциональность – чем больше функция, таких как определение пола, возраста, эмоционального состояния и прочее, сможет выполнять система, тем больше она востребована.

Если не так давно их применение было весьма ограничено и такие системы преимущественно применялись в военной технике и службами правопорядка, то сейчас системы распознавания лиц все чаще внедряют в устройства ежедневного пользования и они все сильнее интегрируются в повседневную жизнь человека. Поэтому исследования возможностей и недостатков таких систем является актуальным вопросом как с точки зрения функционала, так и надежности и безопасности таких систем.

Список источников

1. NtechLab. [Электронный ресурс]. Распознавание лиц и силуэтов людей, автомобилей и номерных знаков Режим доступа: https://ntechlab.ru/ (дата обращения: 11.10.2022)

2. Спицын В.Г. Распознавание лиц на основе метода главных компонент с применением вейвлет-дескрипторов Хаара и Добеши / В.Г. Спицын, Ю.А. Болотова, Н.В. Шабалдина, Буй Тхи Тху Чанг, Фан Нгок Хоанг // Национальный исследовательский Ядерный Университет «МИФИ», 2016. Т. 8, № 5, С.103-112.

3. Face ID. [Электронный ресурс] – Википедия. Свободная энциклопедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Face_ID (дата обращения: 13.10.2022)

4. Таргетированная реклама: в чем ее преимущества и выгоды для вашего бизнеса? [Электронный ресурс]. «Нетология» — это университет по подготовке и дополнительному обучению специалистов в области интернет-маркетинга, управления проектами, дизайна, проектирования интерфейсов и веб-разработки. – URL: https://netology.ru/blog/218-targetirovannaya-reklama-v-chem-preimushchestva-i-vygody-dlya-vashego-biznesa (дата обращения: 15.10.2022)

УДК 621.791

Попов М.А.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СВАРОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы автоматизации и механизации процесса дуговой электросварки, особенности устройства и применения современных сварочных автоматов.*

Ключевые слова: *Сварка, автоматизация, сварочные автоматы.*

Автоматизация и механизация процесса дуговой электросварки может быть признана одной из важнейших задач современной сварочной техники. Ручная дуговая сварка слишком трудоемка, требует большого количества квалифицированных кадров, сравнительно дорога, и, естественно, не может обеспечить однородность продукции, а так как последующий контроль качества сварки затруднителен, недостаточно надежен и не всегда выполним, то доверие к качеству сварки снижается и заведомо уменьшаются допускаемые напряжения для сварных швов, поэтому на современных производствах ручная сварка заменяется автоматизированной.

Конструкции автоматов отличаются простотой: трехфазный асинхронный электродвигатель с постоянным числом оборотов через коробку передач приводит во вращение ролик, подающий электродную проволоку. Скорость подачи проволоки изменяется сменой передаточных зубчатых колес.

Дуговой автомат представляет собой автоматический регулятор, поддерживающий постоянство режима дуговой сварки по возможности независимо от воздействия внешних и случайных возмущающих факторов. Для осуществления процесса сварки недостаточно одного автомата, требуется еще ряд дополнительных устройств, образующих вместе с одним или несколькими дуговыми автоматами комплектую установку для автоматической дуговой сварки. Эти устройства и механизмы могут быть весьма разнообразны, в зависимости от конфигурации и размеров изделия, характера производства и других факторов.

Перемещение дуги может осуществляться движением как автомата, так и изделия, в особенности при сварке круговых швов. В первую очередь следует отметить механизмы перемещения дуги вдоль шва, затем

механизмы регулирования и установочных перемещений автомата и изделия. В автоматических сварочных установках важную роль играют устройства для перемещения и поворота изделия с целью постановки швов в наиболее удобное для сварки положение, в особенности для угловых швов "в лодочку", или же для вращения изделия с заданной равномерной скоростью при сварке круговых швов. Часто существенное значение имеют транспортные приспособления для укладки, поворачивания и перемещения изделий. Кроме того, необходимы электрические измерительные и регулировочные приборы, подводка электрического тока, флюсовая аппаратура и разные специальные устройства.

Также необходим источник тока, питающий автоматическую установку с относящейся к нему аппаратурой. Дуговые автоматы обычно питаются сварочным током от сварочных трансформаторов. При небольшом сварочном токе достаточны стандартные сварочные трансформаторы, обычно применяемые для ручной дуговой сварки. Для более значительных токов, требующихся обычно при сварке под флюсом, применяют более мощные сварочные трансформаторы, на 1000 и 2000 А. При отсутствии мощных трансформаторов можно применить параллельное соединение нескольких менее мощных трансформаторов. При автоматической дуговой сварке токи обычно настолько велики, что характеристика дуги становится возрастающей, т. е. ее напряжение повышается с увеличением силы тока. Это обстоятельство и особенности саморегулирования дуги при постоянной скорости подачи электрода делают возможным питание дуги от источников тока с жесткими или возрастающими характеристиками.

Автоматы могут быть снабжены дополнительными устройствами: для правки электродной проволоки, поворота, наклона и точной установки автомата над швом, указателями и копирами, корректирующими положение конца электрода относительно оси шва. Автоматы с постоянной скоростью подают проволоку все время в направлении к изделию, зажигание дуги производится кратковременным пуском электродвигателя автомата в обратную сторону. После зажигания дуги электродвигатель автомата переключается на подачу электродной проволоки к изделию и вследствие саморегулирования сварочной дуги быстро устанавливается нормальная работа автомата. В конце сварного шва выключается механизм перемещения дуги и автомат, подающий электродную проволоку; сварочный ток не выключается, и дуга продолжает гореть до естественного обрыва вследствие ее удлинения. Таким образом заваривается конечный кратер.

Управляют автоматом обычно через установленный в удобном месте кнопочный пульт. Дуговой автомат поддерживает горение дуги и подает электродную проволоку. Для получения сварного шва необходимо перемещать дугу по линии сварки. В зависимости от способа перемещения дуги различают подвесные автоматы, самоходные автоматы и сварочные тракторы. Подвесные автоматы не имеют механизма перемещения, оно производится отдельным устройством. Перемещаться может изделие при неподвижном автомате или же автомат, установленный на самоходную тележку, вдоль изделия, например при сварке длинных прямолинейных швов. Возможно и одновременное перемещение автомата и изделия, удобное при выполнении некоторых криволинейных швов. У самоходных автоматов имеется механизм перемещения, конструктивно объединенный с автоматом. Самоходный автомат перемещается по специальному рельсовому пути. Сварочным трактором называется легкий компактный самоходный автомат, перемещающийся непосредственно по поверхности свариваемого изделия или по легкому переносному рельсовому пути либо по направляющей линейке, укладываемому на поверхность изделия. Сварочные тракторы особенно удобны для сварки изделий больших размеров, таких, как корпусы судов, крупные резервуары и т. п.

Автоматизации хорошо поддаются все основные виды дуговой сварки и за последние годы достигнуты такие успехи, что уже сейчас этот процесс по степени автоматизации основных операций может считаться одним из наиболее передовых и прогрессивных технологических процессов металлообработки.

Список источников

1. Львов Н.С. Автоматика и автоматизация сварочных процессов / Н. С. Львов, Э. А. Гладков. – М.: Машиностроение, 1982. – 302 с.

2. Колганов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие / Л. А. Колганов. – Ростов: Феникс, 2002. – 512 с.

УДК 539.376

Тимохов Р.С., Шакирзянов Д.И., Тимохова О.М.
Ухтинский государственный технический университет

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КЕРМЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аннотация. *В статье проведен обзор современных керметных материалов. Проанализированы типы и состав керметов, область их применения для повышения прочностных характеристики двигателей технологических машин.*

Ключевые слова: *теплозащитные покрытия, керметные материалы, дизельные двигатели.*

В современном мире технологические машины, оснащенные дизельными двигателями, играют важную роль в различных отраслях промышленности, от лесной и сельскохозяйственной до горнодобывающей и строительной. Повышение надежности и эффективности данных двигателей является главной и актуальной задачей, которая направлена увеличение срока службы, снижение эксплуатационных расходов, минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Одним из перспективных направление в этой области – использование теплозащитных покрытий.

Использование теплозащитных покрытий в условиях циклического изменения температур и давлений с одновременным влиянием вибраций, а также смена теплового состояния при пуске и останове дизеля предъявляют к материалам покрытий высокие требования. Материалы должны быть жаростойкими, тугоплавкими, покрытия из них должны противостоять высоким тепловым и механическим нагрузкам. В дизелестроении применяют для нанесения теплозащитных покрытий тугоплавкие окислы и в первую очередь окись алюминия и двуокись циркония.

Керамические покрытия в основном напыляют плазменным или газопламенным методом из порошков, стержней и гибких шнуров.

Для напыления используют две разновидности окиси алюминия: кубическую ($\gamma = Al_2O_3$), называемую глиноземом, и гексагональную ($\alpha = A1_2O_3$), называемую корундом. При нагреве до 1250…1480°С происхо-

дит полиморфное γ-α-превращение. При напылении покрытий получается только α-модификация, по-видимому, из-за высокой скорости охлаждения. Обладая низкой теплопроводностью, окись алюминия формирует покрытие с еще более низкой теплопроводностью, что обусловлено пористостью и сильным искажением кристаллической решетки корунда при охлаждении. Окись алюминия широко распространена, относительно дешева, поэтому ее часто используют для напыления покрытий.

Наряду с окисью алюминия широко используется для напыления двуокись циркония; из-за низкотемпературных полиморфных превращений, приводящих при охлаждении покрытий к значительным изменениям удельного объема (до 7%), приходится стабилизировать двуокись циркония окисью кальция. Твердый раствор $ZrO_2 \cdot CaO$ (5%) стабилен и обладает крайне низкой теплопроводностью – более чем в два раза меньшей окиси алюминия.

Анализ свойств напыленных оксидных материалов в виде стержней и порошков показывает, что по физико-механическим характеристикам покрытия из двуокиси циркония и окиси алюминия пригодны для использования в условиях дизеля.

Однако при форсировке дизелей с высокой степенью наддува значительные термические напряжения на днище поршней, особенно алюминиевых, не позволяют эффективно использовать чисто оксидные покрытия в качестве теплозащиты, так как покрытия из окислов имеют низкую термостойкость. Повысить термостойкость представляется возможным путем увеличения пластичности, коэффициентов термического расширения (КТР) и выравнивания градиентов остаточных напряжений по сечению покрытий. Последние особенно велики в зоне адгезионного контакта, где возникает резкий скачок КТР, что приводит к отслаиванию покрытий при термоциклировании. Улучшить указанные характеристики можно введением в высокотемпературную струю вместе с окислами металлических составляющих [1, 3].

Напыление металлокерамических смесей (керметов) приводит к формированию более плотной структуры, обладающей повышенными прочностными свойствами. Если в процессе напыления происходит образование шпинельных структур и протекание восстановительно-окислительных процессов типа $Me'O + Me'' \rightarrow Me''O + Me'$, то представляется возможным получение керметных покрытий с высокими прочностными и эксплуатационными характеристиками.

Основные трудности при напылении керметов состоят в обеспечении однородности и равномерности транспортировки материала в го-

релку. Применение механической смеси металлов и керамики затруднено естественной сепарацией их при подаче в транспортирующие элементы горелки, а также ухудшением качества покрытий вследствие различных скоростей полета частиц в потоке.

Наличие минеральной связки в кермете обеспечивает полное расплавление компонентов и получение однородных плотных покрытий [3]. Применение конгломератных порошков, получаемых путем спекания мелкодисперсной смеси порошков с последующим дроблением или с использованием органических связок, позволяет при равномерной подаче в горелку получать однородные покрытия высокого качества.

Таким образом, керметные материалы представляют собой перспективное направления для повышения надежности и прочностных характеристик дизельных двигателей технологических машин.

Список источников

1. Термопрочность деталей машин / И.А. Биргера [и др.]. — М.: Машиностроение, 1975. – 455 с.

2. Лившиц Б.Г. Физические свойства металлов и сплавов / Б.Г. Лившиц, В.С. Крапошин, Я.Л. Линецкий. — М.: Металлургия, 1980. – 320 с.

3. Дударева Н.Ю. Теоретическое исследование возможности снижения теплонапряженности поршней двс методом микродугового оксидирования / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко, Р.В. Кальщиков // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 8(79). – С. 28-33. – EDN RASWVB.

4. Тимохова О.М. Анализ влияния эксплуатационных факторов на работу двигателей внутреннего сгорания лесных машин / О.М. Тимохова, И.Н. Кручинин // Вестник АГАТУ. – 2021. – № 2(2). – С. 54-58. – EDN NVLWFV.

УДК 004.896

Федотов Н.С.
Поволжский государственный технологический университет

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы внедрения искусственного интеллекта в разработке беспилотных технологий для промышленности*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, беспилотные технологии, промышленность.*

На современном этапе развития технологий искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью различных сфер человеческой деятельности. Искусственный интеллект стал главным драйвером промышленной революции, модернизируя традиционные производственные процессы. Беспилотные технологии, включающие в себя беспилотные автомобили, дроны, роботы и другие устройства, стали существенной частью современной промышленности. Современные исследования вызывают с особым интересом вопрос его применение в разработке беспилотных технологий для промышленности.

Беспилотные технологии являются одной из таких инноваций, которые революционизируют производство и обещают повысить эффективность и безопасность рабочих процессов. Взрывной рост составляющих Индустрии 4.0 создает новую технологическую платформу, и наиболее заметна такая трансформация на рынке беспилотных авиационных систем [1]. Однако эффективное использование беспилотных технологий требует постоянного автоматизированного управления и мониторинга. В этот момент искусственный интеллект вступает в игру, предоставляя эффективные инструменты для разработки беспилотных технологий в промышленности. Так, например, применение беспилотных авиационных систем стало и одним из направлений цифровой трансформации горнодобывающей промышленности [2].

Применение ИИ в разработке беспилотных технологий для промышленности открывает новые возможности исследования и разработки. Искусственный интеллект позволяет создать автоматизированные системы, способные анализировать сложные данные и принимать реше-

ния на основе полученной информации. При помощи ИИ можно разработать алгоритмы, которые позволят беспилотным устройствам полностью функционировать без участия человека. Благодаря внедрению ИИ в беспилотные технологии, появляется возможность автоматизировать множества сложных задач и улучшить производительность данных процессов. Роботы и автономные системы, оснащенные ИИ, могут оптимизировать процессы, сокращая время выполнения операций и повышая точность выполнения задач. Беспилотные технологии, оснащенные ИИ, способны обеспечить более безопасные условия работы, особенно на опасных объектах или вредных средах. Устраняется риск для человеческих жизней, так как роботы и автономные системы могут выполнять опасные или рутинные задачи вместо людей.

Одной из главных проблем в разработке беспилотных технологий является адаптация к изменяющимся условиям окружающей среды и принятие решений на основе полученных данных [3]. Кроме этого имеются технические сложности, обусловленные необходимостью высокой технической готовности и компетенции при разработке беспилотных технологий с использованием ИИ. Сложность алгоритмов и требования к оборудованию могут существенно повысить стоимость разработки и внедрения таких систем. Также, безусловно, применение беспилотных технологий как в промышленности, так и повседневной жизни вызывает вопросы этического и юридического характера, связанные с безопасностью, личной информацией и ответственностью за возможные ошибки или причинение вреда.

Использование ИИ позволяет создать системы, способные обучаться и адаптироваться к новым условиям производства. Алгоритмы машинного обучения позволяют беспилотным устройствам совершенствоваться с течением времени, учитывая новые данные и изменения в производственных процессах. Искусственный интеллект также позволяет создавать беспилотные системы с высокой степенью самообучаемости. Это значит, что беспилотные технологии могут обучаться на примерах, извлекая закономерности и шаблоны из данных и принимая решения на основе полученных знаний. Это обеспечивает более гибкое и эффективное функционирование, так как система может адаптироваться к изменению условий и оптимизировать свое поведение. ИИ в приложениях IoT с использованием БПЛА должен обрабатывать данные и принимать решения при низкой задержке и низком энергопотреблении [4]. Искусственный интеллект также применяется в разработке систем коммуникации между беспилотными технологиями. Часто беспилотные устройства работают в команде, выполняя совместные задачи, и коммуникация

между ними критически важна. Использование ИИ позволяет разработать и оптимизировать системы межустройственной коммуникации, увеличивая эффективность работы и уменьшая вероятность ошибок.

Внедрение искусственного интеллекта в разработку беспилотных технологий для промышленности обеспечивает бесчисленными возможностями для улучшения производственных процессов. Использование искусственного интеллекта в разработке беспилотных технологий для промышленности представляет существенные преимущества, такие как повышение эффективности и безопасности, снижение затрат и минимизация воздействия на окружающую среду. Однако, существуют и ограничения в техническом и этическом аспектах. Тем не менее, примеры успешной реализации беспилотных технологий с использованием ИИ в промышленности подтверждают их потенциал и значимость для современного производства. ИИ позволяет создать автоматизированные системы, способные адаптироваться к новым условиям и самостоятельно принимать решения на основе полученных данных. Комбинирование беспилотных технологий с искусственным интеллектом открывает новую эпоху в промышленности и позволит вывести производство на новый уровень в ближайшие годы.

Список источников

1. Олег Шилов. Дроны, искусственный интеллект и нейросети // Системы безопасности. 2022. № 5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.secuteck.ru/articles/drony-iskusstvennyj-intellekt-i-nejroseti (дата обращения: 26.10.2023).

2. Антон Ларсен. Применение БПЛА в нефтегазовой промышленности // Control engineering Россия. 2021. №2 (92). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://controleng.ru/wp-content/uploads/9414.pdf (дата обращения: 26.10.2023).

3. Бояринов Е. Искусственный интеллект в беспилотных летательных аппаратах // Вестник науки. 2023. № 5 (64). Т. 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-bespilotnyh-letatelnyh-apparatah (дата обращения: 28.10.2023).

4. Кужелева-Саган И.П., Гужова И.В., Винокурова Е.Н. Цифровой суверенитет: искусственный интеллект и беспилотные летательные аппараты // Научный дайджест ТГУ. 2023. № 3 (32). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lib.tsu.ru/sites/default/files/pictures/daydzhest._iskusstvennyy_intellekt_i_bespilotnye_letatelnye_apparaty_30.06.2023.pdf (дата обращения: 29.10.2023).

УДК 681.5

Федотов Н.С.
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМЫ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Аннотация. *Рассмотрены вопросы внедрения в производственные процессы систем удалённого управления промышленным оборудованием.*

Ключевые слова: *радиотехнологии, удалённое управление, промышленное оборудование, производство.*

Промышленное оборудование играет важную роль в производственных процессах различных отраслей промышленности. Для эффективного контроля и управления этим оборудованием необходимы надежные и удобные системы дистанционного управления. Вместе с развитием беспроводных технологий появилась возможность удаленного управления промышленными системами за счет использования радиосигналов [1]. Это позволяет значительно упростить и оптимизировать процессы контроля и управления оборудованием.

Принцип работы беспроводных систем дистанционного управления промышленным оборудованием основан на использовании радиосигналов для передачи команд и данных между управляющим устройством и оборудованием. Управляющее устройство (например, пульт дистанционного управления) генерирует радиосигналы, которые передаются по воздуху к приемнику на оборудовании. Приемник преобразует радиосигналы в управляющие сигналы, которые затем применяются для управления соответствующими функциями оборудования.

Использование радиотехнологий в беспроводных системах дистанционного управления промышленным оборудованием обеспечивает ряд преимуществ:

1. Удаленное управление: Благодаря беспроводной технологии возможно управлять оборудованием с расстояния, что позволяет операторам контролировать и управлять системами без необходимости находиться непосредственно рядом с оборудованием. Это особенно полезно в ситуациях, где доступ к оборудованию затруднен. Кроме этого, применение беспроводных сетей обеспечивает легкость масштабирования производства в зависимости от потребностей производства.

2. Гибкость и мобильность: Беспроводные системы дистанционного управления оборудованием обеспечивают гибкость и мобильность операторов. Они могут свободно перемещаться вокруг места работы, не ограничиваясь проводами и кабелями, поскольку необходимости проводных связей отсутствует. Это повышает эффективность работы и снижает риск возникновения несчастных случаев, а уровень современных радиотехнологии позволяет передавать данные на высоких скоростях, что обеспечивает оперативность передачи команд и мониторинга состояния оборудования.

3. Повышение уровня безопасности труда: Беспроводные системы дистанционного управления позволяют операторам управлять оборудованием из безопасных мест, минимизируя риск травм и несчастных случаев. Операторы могут контролировать работу оборудования с надежной дистанции и действовать согласно установленным инструкциям без необходимости находиться в зоне возможной опасности.

Помимо преимуществ, использование радиотехнологий в беспроводных системах дистанционного управления промышленным оборудованием также имеет некоторые недостатки, которые необходимо учитывать:

1. Зависимость от сигнала: Качество радиосигнала может изменяться в зависимости от расстояния между управляющим устройством и приемником, а также от преград и помех в окружающей среде. Это может привести к потерям сигнала и непредсказуемому поведению оборудования. Для устранения этого недостатка необходимо проводить предварительное исследование и тестирование перед внедрением системы. Также при выборе радиочастотного диапазона необходимо учитывать особенности работы промышленного оборудования, а также окружающую среду. Оптимальный выбор частоты позволяет минимизировать помехи и обеспечивает стабильную связь.

2. Безопасность: Беспроводные системы дистанционного управления подвержены возможности вторжения в сеть и перехвата сигналов. Радиотехнологии должны быть обеспечены необходимой защитой от несанкционированного доступа и обеспечивать конфиденциальность передаваемых данных. Кроме того, непосредственная промышленная окружающая среда может содержать различные источники помех, такие как высокочастотные устройства или электромагнитные поля. Поэтому при проектировании и использовании радиотехнологий необходимо предусмотреть меры защиты от таких воздействий.

Беспроводные системы дистанционного управления промышленным оборудованием нашли свое применение во многих отраслях, включая

строительство, нефтегазовую промышленность, логистику, автомобильную промышленность и др. Они могут использоваться для управления кранами, лифтами, вентиляторами, дверьми, шлюзами, подъемниками и другими промышленными установками. Примером может быть управление строительным краном с помощью пульта дистанционного управления без необходимости находиться на самом кране. Системы становятся все более автономными, что сокращает объемы сетевых графиков, удовлетворяя условиям применения беспроводной связи, являющейся более практичным средством передачи данных [3].

Применение радиотехнологий в беспроводных системах дистанционного управления промышленным оборудованием является эффективным решением для повышения эффективности и надежности управления в промышленных процессах. Однако, необходимо учитывать и недостатки данной технологии, такие как зависимость от сигнала и вопросы безопасности, а также особенности каждой задачи и требования производства при выборе и внедрении соответствующей системы. Правильное проектирование, тестирование и обеспечение безопасности могут снизить возможные риски и повысить эффективность беспроводных систем дистанционного управления в различных отраслях промышленного секторы, а дальнейшее развитие радиотехнологий позволит создавать все более эффективные и интегрированные беспроводные системы дистанционного управления промышленным оборудованием.

Список источников

1. Дорф Р. Автоматика. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.

2. Макаров И.Е., Шапкарин И.П., Шпачкова А.В. Исследование тенденций развития радиоэлектронной промышленности в условиях преобладания когнитивных концепций развития // Известия Санкт-Петербурского государственного экономического университета. 2018. № 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/radiatsionnye-tehnologii-v-hhi-veke-innovatsii-i-razvitie (дата обращения 23.10.2023)

3. Соседко В.В., Янишевская А.Г. Технологии беспроводного управления производством печатных плат // Динамика систем, механизмов и машин. 2016. №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-besprovodnogo-upravleniya-proizvodstvom-pechatnyh-plat (дата обращения: 27.10.2023)

УДК 621.642

Халтурин П.Н.
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СПОСОБОВ УДАЛЕНИЯ НЕФТЕШЛАМА ИЗ РЕЗЕРВУАРА

Аннотация. *Зачистку резервуаров делают перед сменой заливаемого в резервуар нефтепродукта, перед подготовкой резервуара к очередному или внеочередному ремонту, при освобождении от пирофорных высоковязких осадков, содержащих влагу, ржавчину и т.д., что в отдельных случаях может произойти и раньше установленных сроков.*

Ключевые слова: *резервуар, очистка нефти, ремонт резервуара.*

Для поддержания резервуарных парков и отдельных резервуаров в работоспособном состоянии недостаточно регулярного капитального ремонта. В периоды между капитальными ремонтами, необходимо проводить качественное техническое обслуживание и своевременный текущий ремонт, однако для проведения таких работ необходимо откачать нефть из резервуара и очистить его от остатков нефтепродуктов.

Зачистку резервуаров производят в следующие сроки: не менее 1 раза в 2 года при хранении автомобильных бензинов и дизельных топлив; не менее 1 раза в год при хранении смазочных масел, имеющих компоненты присадок.

Резервуары, предназначенные для других аналогичных по физико-химическим свойствам нефтепродуктов, зачищают по мере необходимости, определяемой условиями сохранения качества нефтепродуктов и техническим состоянием резервуаров.

Зачистку резервуаров делают также перед сменой заливаемого в резервуар нефтепродукта, перед подготовкой резервуара к очередному или внеочередному ремонту, при освобождении от пирофорных высоковязких осадков, содержащих влагу, ржавчину и т.д., что в отдельных случаях может произойти и раньше установленных сроков.

Ручная очистка резервуаров от нефтешламов остается наиболее распространенным методом очистки. Однако, применение ручного метода очистки нефтяных резервуаров имеет следующие недостатки:

– Значительный риск для здоровья и безопасности людей, производящих очистку резервуаровручными методами;

– Вывод емкости из эксплуатации;

– При ручной очистки происходит загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы земли);

– Объем нефтеотходов создает проблемы с их последующей транспортировкой, захоронением, повторной переработкой и обезвреживанием.

Регулярная очистка нефтяного резервуара от нефтешлама является технологически обязательной операцией.

Самым трудоемким и требующим соблюдения повышенных требований по безопасному ведению работ является подготовительный процесс по откачке отложений. Для выполнения этих работ применяют следующие способы:

- Использование струи воды с высоким давлением для размыва отложений.
- Размыв осадка нефтью.
- Разжижение осадка с помощью растворителей.
- Разогрев донных отложений теплоносителями.

Способ размыва водой относится к самым дешевым, более быстрым и относительно безопасным способом подготовки отложений к откачке. Таким способом производят очистку топливных резервуаров. Для этой технологии предусматривается использование автономных размывающих головок, которые устанавливаются в резервуаре и размывают осадок струей воды под давлением. Данный способ имеет ряд существенных недостатков. Для размыва отложений в топливных резервуарах упрощенно используют ручные брандспойты или гидромониторы. В воду добавляют различные химические вещества с целью лучшего отделения осадка от стенок и днища топливного резервуара. Размытые отложения откачивают шнековым насосом для последующей фильтрации и переработки в емкость для отстоя.

При втором способе очистка резервуаров от нефтешламов производится нефтяными гидромониторами в закрытом резервуаре. Для этого разогретую струю нефти под давлением направляют на отложения, размывают и перемешивают их с последующей откачкой для отделения твердых фракций. После удаления механических примесей нефть опять разогревают и подают на монитор.

Третий способ предусматривает применение растворителей для разжижения донных отложений при помощи химических веществ. Эти вещества вводятся в осадок и вследствие химических реакций разжижают его до текучего состояния. Полученная суспензия откачивается в отстойник для специальной переработки.

Применение четвертого способа возможно для круглогодичной очистки нефтяных резервуаров от отложений, преимущественно в зимний период при отрицательных температурах окружающей среды. Процесс очистки включает разогрев резервуара теплоносителем, подачу размывающего агента, разжижение и перемешивание донных отложений, отвод и транспортировку разжиженных отложений на стадию переработки. При этом разогрев внутреннего объема резервуара и донных отложений до плюсовой температуры и поддержание положительной температуры в течение всего технологического процесса очистки осуществляют посредством подачи под давлением водяного пара с использованием парогенератора, а размыв, разжижение и перемешивание отложений осуществляют с использованием дистанционно управляемых роботизированных пушек, снабженных системой видеонаблюдения и освещения, помещаемых внутрь резервуара через нижние технологические люки. Отвод разжиженных отложений осуществляют насосами, установленными на самопередвижные установки с дистанционным управлением, также помещаемыми внутрь резервуара через нижние технологические люки. Размыв и перемещение осуществляют размывающим агентом в зависимости от температуры окружающей среды до 310о С под давлением от 1,0–10,0 МПа.

Список источников

1. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов ПБ 03-605-03.

2. Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС: учеб. пособие / В.В. Шалай, Ю.П. Макушев. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 296 с.

3. Суворов А.Ф. Сооружение, крупных резервуаров / А.Ф. Суворов, К.В. Лялин. –М.: Недра, 1979. – 224 с.

УДК 621.791.18

Халтурин П.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКИ

Аннотация. *Рассмотрен вопрос диффузионной сварки как технологического процесса.*

Ключевые слова: *сварка, технология.*

Значительную часть изделий, содержащих элементы из неметаллических материалов, выполняют с помощью диффузионной сварки: полупроводников, стекла, керамики с металлами и сплавами.

Преимущества диффузионной сварки:

- большая надежность и качественность соединений
- минимальная энергозатрата по сравнению с остальными инверторами
- возможность соединения деталей с любой геометрической формой
- безопасность рабочего процесса
- высокие эксплуатационные характеристиками

Диффузионную сварку керамики с металлом применяют в основном для торцовых соединений. Параметрами, определяющими процесс сварки, являются:

- температура нагрева изделий
- давление
- время сварки и среда, в которой производят сварку (вакуум, водород, формиргаз).

В технологическом цикле сварки последовательно выполняют следующие операции:

1. получение в камере заданного вакуума (газовой среды) и контроль за его состоянием;
2. нагрев свариваемых деталей с заданной скоростью и выход на заданную температуру сварки при заданном предварительном сжатии свариваемых деталей;
3. создание заданного сварочного давления и поддержание его в процессе изотермической выдержки и охлаждения;

4. проведение изотермического нагрева и поддержание его на заданном уровне; охлаждение свариваемых деталей с заданной скоростью.

Для диффузионной сварки керамических материалов используют универсальные и специализированные сварочные установки, а также различное оборудование для горячего и изостатического прессования. Установка СДВУ-50/006 предназначена для диффузионной сварки изделий любой формы размером 200х250х400мм из различных металлических и неметаллических материалов. На установке предусмотрено применение индукционного, радиационного и контактного способов нагрева соединяемых деталей. Установка оснащена электромеханической передачей усилия сжатия до 100 кН.

Установка для сварки изделий из порошковых материалов модернизирована и изготовлена на основе установки СДВУ-17, работает в комплекте с высокочастотным генератором мощностью 60 кВт. Стойки имеют свободное перемещение по направляющим рамы, что позволяет с помощью обычных болтовых соединений осуществлять жесткое крепление кварцевой трубы любой длины на направляющей. Собранные элементы помещают внутрь кварцевой трубы и упорами прижимают к толкателю. Один из концов собранной трубы удерживается сферической частью упора в крышке. Крышка уплотняется резиновым кольцом и прижимается эксцентриком. На другом конце кварцевой трубы смонтирован сильфонный вентиль для поджатая свариваемых деталей. После загрузки в пневматическую камеру через регулятор давления, обеспечивающий регулировку давления (до 60 МПа), подводится сжатый воздух, который с помощью толкателя передает давление на свариваемую трубку из порошкового материала. Усилие сжатия поддерживается в процессе сварки постоянным. Нагрев зоны шва осуществляется токами высокой частоты через одно — витковый индуктор, расположенный на внешней стороне кварцевой трубы. После окончания сварки одного шва стойки передвигаются с помощью маховика механизма подачи относительно индуктора на следующий шов.

Для диффузионной сварки силовых полупроводниковых приборов создан конвейерный комплекс УДС-5. Основными элементами комплекса являются рабочая и две шлюзовые вакуумные камеры, проходная электропечь, гидравлический пресс, холодильник, механизмы перемещения свариваемых деталей, системы откачки воздуха, водяного охлаждения и измерение основных параметров сварки. Сварочный цикл комплекса автоматизирован полностью.

Соединение неметаллических тугоплавких материалов между собой и с металлами может быть осуществлено и другими известными способами сварки: дуговой и электронно-лучевой сваркой (с подогревом керамического или узла из порошкового материала до температуры, при которой материал становится электропроводным и нечувствительным к термоудару), сваркой трением (преимущественно через пластичную алюминиевую прослойку). В этих случаях используют соответствующее сварочное оборудование, оснащенное специальными устройствами, источниками нагрева, оснасткой и др. Для сварки керамических материалов перспективно применение также энергии излучения СВЧ, лазера, электрического взрыва проводника, взрывного компактирования, самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и пр.

Список источников

1. Томас К.И. Технология сварочного производства: учебное пособие / К.И. Томас, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт. – Томск: ТПУ, 2011. – 247с.

2. ГОСТ 20549-75. Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс (с Изменениями N 1, 2).

УДК 621.643.03

Анцупов Н.А.
Научный руководитель: Кондратьев А.Е., кан. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

БЕСКАВИТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассматривается явление кавитации, методы предотвращения данного явления, а также приведен расчет кавитационного запаса насоса для его нормальной работы в системе.*

Ключевые слова: *кавитация, насосное оборудование, напор, производительность, износ.*

Насосное оборудование играет ключевую роль во многих отраслях промышленности, включая энергетику, химию, нефтедобычу и т.д.

При выборе насосного оборудования для различных систем всегда стоит учитывать множество факторов [1]. Одним из таких факторов является бескавитационный режим работы насосного оборудования. Как правило, данное условие должны учитывать проектировщики при подборе насосов для конкретных систем.

Кавитация – это физический процесс образования в жидкости пузырьков газа с последующим их схлопыванием. При кавитации происходит разрушение поверхности элементов проточной части. Повышенная вибрация разрушает подшипники и уплотнения насоса.

Как правило, в паспорте насоса, помимо его основных технических характеристик, также указывают кавитационный запас. Данный параметр отображает высоту столба жидкости, которую насос может удерживать во всасывающем трубопроводе.

На примере реального объекта: гостиничного комплекса, расположенного в Республике Татарстан, с. Кулаево, 847-й километр произведен расчет и подбор насосного оборудования.

Требовалось подобрать насос, предназначенный для подачи воды до потребителей в гостинице. При выборе насоса для данной системы нам необходимо было исключить возможность возникновения процесса кавитации. Забор воды осуществлялся из атмосферной емкости, поэтому

для нормальной работы данной системы нам необходимо было организовать подпор для насоса, чтобы он стоял под заливом. В связи с этим емкость приподнята на высоту 2 метра относительно всасывающего патрубка насоса. Определив производительность насоса, исходя из количества приборов: душевых кабин, умывальников, санузлов и т.д. и напор насоса, требуемый для преодоления местных сопротивлений, статической высоты, получены следующие параметры рабочей точки насоса: производительность 11,2 м3/ч и требуемый напор 25,7 метра.

Исходя из рассчитанных параметров рабочей точки, подобран насос Wilo IL 32/150-2,2/2-R в программе подбора Select Online, график которого представлен ниже:

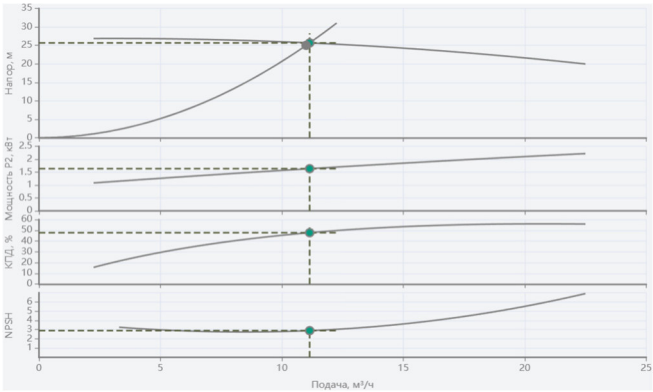


Рис. 1. График работы насоса Wilo IL 32/150-2,2/2-R с линией характеристики сети

Для нормальной работы насоса должно соблюдаться следующее условие: NPSHa (системы) – NPSH (насоса) больше 0,5.

NPSHa (системы) = атмосферное давление ± уровень воды (статическое давление) + скоростной напор – давление насыщенных паров. Так как потери во всасывающем трубопроводе минимальны, поэтому мы ими пренебрегали.

Формула выглядит следующим образом:

$$NPSHa = H_{\text{атм.}} \pm H_{\text{ст.}} + \frac{v_{\text{вх}}^2}{2 * g} - H_{\text{н. паров}} \quad (1)$$

где $H_{\text{атм.}}$ – атмосферное давление (м), $H_{\text{ст.}}$ – статические давление столба жидкости (м), $v_{\text{вх}}^2/(2 * g)$ – скоростной напор (м), g – ускорение свободного падения (м/с²), $H_{\text{н. паров}}$ – давление насыщенных паров (м).

Скорость воды на входе в насос находим при помощи следующего уравнения:

$$v_{вх} = \frac{1000 * Q}{\pi * \frac{d^2}{4}} \quad (2)$$

где Q – производительность насоса (л/с), d – внутренний диаметр трубопровода (мм).

Зная производительность насоса и диаметр трубопровода, равный 32 мм, по формуле (2) получаем скорость воды на входе в насос, равную 3,87 м/с.

Так как перекачиваемой жидкостью является вода с температурой 20°С, в таком случае давление насыщенных паров воды составит 2,34 кПа или же 0,239 м.

Имея ранее посчитанные данные, находим по формуле (1) NPSHa системы, который составит 12,525 м. NPSH насоса в рабочей точке равняется 2,91 м. Исходное равенство 9,615 > 0,5 выполняется, в связи с этим исключено возникновение процесса кавитации в насосе.

Таким образом, процесс возникновения кавитации представляет собой значительную проблему для насосного оборудования, оказывая негативное влияние на его долговечность и эффективность работы. Оптимальное сочетание конструктивных решений, правильность выбора насосного оборудования и регулярного технического обслуживания позволит существенно снизить риск кавитационного износа и повысить надежность работы системы [2].

Список источников

1. Investigation of the relationship between the Lamb waves phase velocity and the technical condition of housing and utilities pipelines / A.A. Ibadov, A.E. Kondrat'ev, D.A. Makueva, D.V. Sergeeva // E3S Web of Conferences, Kazan, 21–26 сентября 2020 года. Vol. 216. – Kazan: EDP Sciences, 2020. – P. 01080. – DOI 10.1051/e3sconf/202021601080. – EDN VIIKOT.

2. Коныжов К.В. Внедрения энергосберегающих технологий в России / К.В. Коныжов, А.Е. Кондратьев // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия : Материалы II Международной научно-методической конференции, Самара–Оренбург, 08–09 ноября 2023 года. – Оренбург: ОрИПС - филиал СамГУПС, 2023. – С. 192-194. – EDN AQKMMB.

УДК 620.97

Валиева А.М.
Научный руководитель: Кондратьев А. Е. к-т техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

УТИЛИЗАЦИЯ СВАЛОЧНОГО БИОМЕТАНА

Аннотация. *Утилизацией свалочного биогаза является процесс сбора, обработки и переработки метана и других различных газов, которые образуются в ходе разложения отходов. Из переработанного газа можно получить электроэнергию, тепло, топливо и различные химические вещества. Свалочный газ является третьим по величине источником метана, созданным человеком, после нефти и сельскохозяйственного биогаза. Кроме того, метан как парниковый газ эффективнее углекислого газа в 25 раз. Поэтому очень важно контролировать его выбросы и использовать его энергию на благо общества.*

Ключевые слова: *метан, биогаз, биометан, свалочный газ, электроэнергия, газ.*

Утилизация свалочного газа — это важный процесс, направленный на сбор и использование метана, который выделяется в результате разложения органических материалов на полигонах твердых отходов. Свалочный газ состоит примерно на 50% из метана и на 40% из углекислого газа, а также включает небольшие количества других органических соединений [1]. После размещения твердых отходов на полигоне начинается аэробное разложение, в ходе которого образуется ограниченное количество метана. Однако через год формируются анаэробные условия, что приводит к активному разложению отходов метанобразующими бактериями, в результате чего выделяется значительное количество метана.

Вместо того чтобы выбрасывать свалочный газ в атмосферу, его можно эффективно улавливать и перерабатывать, превращая в возобновляемый источник энергии. Это не только помогает снизить уровень неприятных запахов и другие экологические риски, связанные с выбросами, но и предотвращает выбросы метана в атмосферу, что, в свою очередь, способствует борьбе с образованием смога и изменением климата, что является особо актуальной проблемой применения альтернативных источников получения энергии [2]. Проекты по утилизации свалочного газа также способствуют созданию рабочих мест и генерируют доходы как для местных сообществ, так и для более широких регионов. Для эффективного использования свалочного газа требуется предварительная обработка, которая включает удаление неприятных запахов, воды и твердых частиц [3]. После этого газ может быть использован как низкоэнергетическое топливо для газовых двигателей, турбин или паровых котлов. Свалочный газ также мо-

жет быть коммерчески использован для генерации электроэнергии непосредственно на полигоне или в рамках проектов комбинированного производства тепла и электроэнергии. Дополнительная обработка свалочного газа с применением молекулярных фильтров позволяет удалить углекислый газ и повысить его теплотворную способность. Это делает газ более ценным для продажи компаниям, занимающимся транспортировкой через трубопроводы или коммунальным хозяйством [4]. Для сжатия свалочного газа обычно применяются поршневые компрессоры, тогда как роторные объемные компрессоры могут использоваться в ситуациях с низким давлением нагнетания, что особенно актуально для систем утилизации свалочного газа [5].

Таким образом, утилизация свалочного газа не только способствует экологической устойчивости, но и открывает новые возможности для экономического развития и создания рабочих мест [6].

Список источников

1. Мустафина Г.Р. Особенности применения биогазовой установки на птицефабрике / Г.Р. Мустафина, А.Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2020. – № 2. – С. 38-40. – EDN FROXKA.
2. Макуева Д.А. Системы теплоснабжения жилого дома от солнечных коллекторов / Д.А. Макуева, Я.О. Шайхутдинов, А.Е. Кондратьев // Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики: II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, СУМГАИТ, 12–13 ноября 2020 года. – СУМГАИТ: Сумгаитский государственный университет, 2020. – С. 270-272. – EDN VOVGRG.
3. Ахметгалиев И.Ф. К вопросу очистки биогаза сепарационным методом / И.Ф. Ахметгалиев, А.Е. Кондратьев // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VI Национальной научно-практической конференции. В двух томах, Казань, 10–11 декабря 2020 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 400-403. – EDN WGHHMC.
4. Nazarychev S.A., Gaponenko S.O., Kondratiev A.E. Determination of informative frequency ranges for buried pipeline location control. Helix 2018; 8: 2481.
5. Gaponenko S.O. Improving the efficiency of energy complexes and heat supply systems using mathematical modeling methods at the operational stage / S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, R.Z. Shakurova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. Vol. 124. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 05029. – DOI 10.1051/e3sconf/201912405029. – EDN WGSUEF.
6. Ахметгалиев И.Ф. Особенности сепарационной очистки попутного газа / И.Ф. Ахметгалиев, А.Е. Кондратьев // Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики : II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, СУМГАИТ, 12–13 ноября 2020 года. – СУМГАИТ: Сумгаитский государственный университет, 2020. – С. 228-230. – EDN UCGNAZ.

УДК 658.26

Гарифуллин А.И.
Научный руководитель: Григорьева Е.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ ЗА СЧЕТ УСТАНОВКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА

Аннотация. *Представлены графики зависимости потребления теплоты для квартиры, стоимость потребленной энергии в зависимости от температуры окружающей среды.*

Ключевые слова: *тепловая энергия, отопление, учет тепла.*

Введение. Система теплоснабжения жилого дома необходима для обеспечения теплом, чтобы находящимся внутри было комфортно. По нормативам температура в помещение должна равняться плюс 18–20 градусов. Отопление жилого помещения относится к одному из видов коммунальных услуг, за которое взимается плата. Плата за отопление жилого помещения в структуре коммунальных платежей является наиболее затратной частью. В процентном соотношении в общих коммунальных платежах объем оплаты может составить от половины до двух третей. На фоне таких огромных платежей вопрос об рациональном потреблении тепловой энергии является актуальным, поэтому необходимо максимально сохранять тепловую энергию, что позволит в следующем сэкономить на оплате данной услуге.

Целью работы является исследование потребления тепловой энергии для рассматриваемой квартиры.

Решаемые задачи: 1) определение зависимости потребления теплоты для квартиры в зависимости от температуры окружающей среды, 2) определение зависимости стоимости потребленной теплоты для квартиры в зависимости от температуры окружающей среды.

Интерпретация результатов. В каждом втором полугодии тарифы на жилищно-коммунальные услуги вырастают в пределах от 4% до 15% в зависимости от региона страны в каждом году. Такое решение принимается правительством нашей страны, которая утверждает пределы, до которых регионы могут повысить суммы в платежках. Главная статья

расходов для жителей многоквартирных домов - это отопление в осенне-зимний период.

В этой связи актуальным становится вопрос сохранения тепла в квартирах и возможности экономии на этой услуге.

Существует несколько способов экономии на счетах за отопление:

1. поддержание нормативных требований по температуре внутри помещения, исключение так называемого «перетопа».
2. установка индивидуальных приборов учета тепловой энергии.
3. установка мини-котельной в многоквартирном доме.
4. обеспечение умной регулировки отопления дома.
5. повышение энергоэффективности дома.

Указанные способы экономии на счетах за отопление имеют определенные ограничения по реализации на практике. Одним из перспективных способов является использование индивидуальных приборов учета тепловой энергии, которые позволяют регулировать потребление тепла. Но здесь имеются трудности по определению правильности работы оборудования, поэтому существует необходимость регулировки корректности работы приборов для каждого дома в отдельности, что зависит от конструкции стен и т.д., для этого необходимо выполнить расчеты по потреблению тепла в зависимости от температуры окружающей среды.

Выполним расчет расхода теплоты для одной квартиры: квартира расположена в трехэтажном доме, снизу расположен холодный подвал. Квартира трехкомнатная, площадью 65,1 м^2. Принятая система отопления – двухтрубная с нижней разводкой по квартире. Принятая конструкция стены:1 – кладка из керамического кирпича, 2- плита минераловатная, 3 – кладка из кирпича красного,4 – штукатурка (цементно-песчаная).

Расход теплоты определим для квартиры согласно методикам расчета. [1] Согласно расчетам, получили зависимость необходимой теплоты для квартиры в зависимости от температуры окружающей среды, см. рис.1. По данному графику возможна корректировка работы индивидуальных приборов учета тепловой энергии.

Рис. 1. Необходимая теплота для обогрева квартиры

Согласно полученной теплоте для обогрева квартиры можно определить теоретическую стоимость тепловой энергии при заданных условиях, расчет выполним по методике. [2].

Стоимость 1 гкалории в Йошкар-Оле по данным Филиал «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс»: $C = 2014{,}06$ руб/Гкал

Стоимость тепловой энергии вычислим за 1 сутки:

$$C_{тэн} = C \cdot Q \cdot 24$$

Полученные результаты покажем на рис. 2.

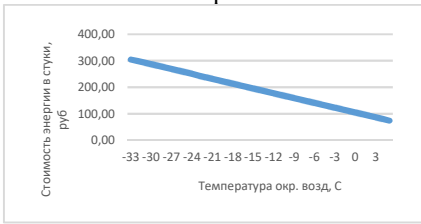


Рис. 2. Стоимость тепловой энергии для обогрева квартиры

Проанализировав график можно сделать вывод, что стоимость тепловой энергии находится в прямой зависимости от температуры окружающей среды и позволяет спрогнозировать оплату по потребленной тепловой энергии.

Выводы.

1. Расчеты показали, что зависимость необходимой теплоты для квартиры в зависимости от температуры окружающей среды имеет прямую зависимость.

2. Стоимость тепловой энергии находится в прямой зависимости от температуры окружающей среды

Список источников

1. СП 50.13330.2024 «СНИП 23-02-2003 Тепловая защита зданий». – Москва, 2024 - 93 с.

2. Коврина О.Е. Отопление гражданского здания. Примеры расчета: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т; сост. О.Е. Коврина. - Волгоград: ВолгГАСУ, 2014. -35 с.

УДК 620.9

Глухова П.Е.
Научный руководитель: Кондратьев А.Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: *в условиях стремления к устойчивому развитию экономики проблемы эффективного применения энергии становятся особенно актуальными. Тепловые насосы представляют собой перспективный инструмент, позволяющий повысить эффективность современных систем централизованного теплоснабжения.*

Ключевые слова: *тепловое снабжение, теплонасос, централизованное тепловое снабжение, оптимизация энергопотребления.*

Системы централизованного теплоснабжения играют ключевую роль в обеспечении комфортного температурного режима в зданиях и инфраструктуре, однако сталкиваются с многочисленными вызовами, включая высокие энергозатраты, устаревание оборудования и необходимость защиты окружающей среды. В связи с повышением цен на традиционные источники энергии и ужесточением экологических норм, интеграция альтернативных технологий, таких как тепловые насосы, оказывается весьма актуальной.

Традиционные системы теплоснабжения, основанные на использовании ископаемых источников энергии, сталкиваются с необходимостью перехода к более устойчивым моделям [1]. Интеграция тепловых насосов становится важной частью этого процесса. Тепловые насосы используют окружающую среду (воздух, воду, земную массу) в качестве источника тепла, что позволяет значительно сократить потребление электроэнергии и снизить выбросы парниковых газов. Это делает их не только экономически эффективными, но и чистыми с позиции экологии.

Интеграция теплового насоса позволяет не только повысить эффективность, но и улучшить возможности гибридных систем, сочетающих различные источники энергии.

Основные компоненты теплового насоса: испаритель, компрессор, конденсатор, дроссельный вентиль (или расширительный клапан) [2].

Хладагент в испарителе поглощает тепло из окружающей среды (это может быть воздух, грунт или вода). При этом хладагент испаряется и превращается в газ. Газообразный хладагент затем перемещается в компрессорную установку, где его давление и температура увеличиваются. Компрессор работает на электроэнергии. Нагретый и под давлением хладагент поступает в конденсатор, где отдает свое тепло в отопительную систему. В процессе отдачи тепла хладагент конденсируется и переходит обратно в жидкое состояние с уменьшением давления. Это снижение давления сопровождается резким понижением температуры хладагента, что позволяет ему снова поступить в испаритель и начать цикл заново.

Централизованные системы теплоснабжения сталкиваются с рядом проблем, включая: устаревшее оборудование, требующее постоянного ремонта и модернизации, высокая зависимость от централизованных источников топлива, что увеличивает риски и колебания цен, низкая эффективность распределения тепла и потеря энергии на этапе транспортировки [3].

Интеграция таких систем в системы теплоснабжения происходить через следующие направления: гибридные системы: сочетание теплового насоса с традиционными котельными позволит использовать последнюю для пиковых нагрузок, местные системы: использование таких насосов в отдельных районах или зданиях, соединенных с общей сетевой инфраструктурой, возобновляемые источники энергии: совместно с солнечными коллекторными системами или ветровыми установками, системы управления: современные системы автоматизации позволяют эффективно управлять насосами для соблюдения оптимального режима.

На территории России внедрение тепловых насосов уже принимает стабильные формы. В ряде регионов создан ряд эффективных установок, позволяющих оптимизировать потребление энергии [4]. Примеры успешных реализаций показывают, что тепловых насосов могут существенно сократить тарифы на отопление и водоснабжение.

Интеграция тепловых насосов в современные системы централизованного теплоснабжения является необходимым шагом на пути к энергоэффективности и устойчивому развитию. Решение проблем традиционных систем теплоснабжения требует систематизированного подхода, состоящего как из технологических, так и организационных аспектов [5]. Перспективы разработки и внедрения тепловых насосов в России открывают новые возможности для оптимизации процессов теплообеспечения, что сделает их важным элементом на пути к экологически чистому и устойчивому энергоснабжению.

Список источников

1. Исмаилова Г.М. Геотермальная энергетика и ее перспективы использования в России и зарубежом / Г.М. Исмаилова, А.Е. Кондратьев // В МИРЕ науки и ИННОВАЦИЙ : сборник статей международной научно-практической конференции: в 8 частях, Пермь, 25 декабря 2016 года. Том Часть 4. – Пермь: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2016. – С. 86-88. – EDN XHHATD.

2. Gaponenko S.O. Improving the efficiency of energy complexes and heat supply systems using mathematical modeling methods at the operational stage / S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, R. Z. Shakurova // E3S Web of Conferences: 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. Vol. 124. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 05029. – DOI 10.1051/e3sconf/201912405029. – EDN WGSUEF.

3. Acoustic-resonance method for control of the location of hidden hollow objects / S.A. Nazarychev, S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, R.Z. Shakurova // Journal of Physics: Conference Series: Scientific Technical Conference on Low Temperature Plasma During the Deposition of Functional Coatings, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. Vol. 1328. – Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012054. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012054. – EDN MWGTLI.

4. Глухова П.Е. Тепловой насос как экологически безопасный источник тепловой энергии / П.Е. Глухова, А.Е. Кондратьев // Энергетика и энергосбережение: теория и практика : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кемерово, 07–09 декабря 2022 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2023. – С. 122-1-122-4. – EDN ATNLCD.

5. Гатауллина И.М. Применение теплового насоса для утилизации снежной массы в городских условиях / И.М. Гатауллина, А.Е. Кондратьев // Тинчуринские чтения - 2020 "Энергетика и цифровая трансформация": Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 28–29 апреля 2020 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 2. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 82-85. – EDN FXZZBA.

УДК 62-714:69.058.7

Иванова Д.Ю., Васильев И.Н.,
Михадаров Д.Г., Калинин А.Г., Зиновьева Е.Г.
Научный руководитель: Михадаров Д.Г., канд. техн. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МОДУЛЕЙ

Аннотация. *Рассмотрены особенности естественного и принудительного воздушного охлаждения полупроводниковых модулей с помощью алюминиевого охладителя. Построена модель в программе ELCUT. Приводятся результаты моделирования.*

Ключевые слова: *полупроводниковый модуль, охладитель, конвекция, моделирование, тепловое поле.*

Преобразовательная техника широко применяется в различных отраслях современной промышленности.

Основой для создания конструирования преобразовательных устройств являются полупроводниковые модули, которые представляют собой силовые устройства на основе полупроводников (диодов, тиристоров, транзисторов).

Работа модулей при протекании больших токов неизбежно влечет за собой их нагрев. Диапазон рабочих температур корпуса модулей при этом достигает +175 °С и даже +200 °С [1,2]. Повышение температуры полупроводника приводит к снижению его рабочих характеристик и ускорению износа, выходу из строя.

В связи с этим возникает необходимость в эффективной системе охлаждения, обеспечивающей оптимальный тепловой режим и высокую надежность работы модулей.

Перегрев компонентов устраняется путем увеличения теплоотдающей поверхности, а именно – установкой модуля на радиатор.

Охлаждение при естественной конвекции обеспечивает плотность теплового потока, отводимого от аппарата до 200 Вт/м^2. Принудительное воздушное охлаждение применяется, когда требуется отводить плотность тепловых потоков до (2…3)×10^3 Вт/м^2.

Целью настоящей работы является моделирование процесса охлаждения полупроводниковый модуля.

В качестве прототипов для исследования используются:

1. Силовой полупроводниковый модуль М2ТКИ-400-12КН (IGBT модуль, применяемый в преобразователях частоты, источниках бесперебойного питания, преобразователях собственных нужд подвижного состава железных дорог и др.).

2. Охладитель воздушный серии О75 (представляет собой алюминиевую оребрённую конструкцию и предназначен для охлаждения силовых модулей с изолированным основанием).

Указанные изделия являются продукцией отечественного производителя ПАО «Электровыпрямитель» (г. Саранск) [3].

Моделирования работы системы «полупроводниковый модуль – охладитель» проводилось с использованием программы ELCUT [4], позволяющей решать различные междисциплинарные задачи.

На рис. 1 показан результат распределения теплового поля в радиаторе при размещении на нём трёх модулей типа М2ТКИ-400-12КН для случая естественного воздушного охлаждения.

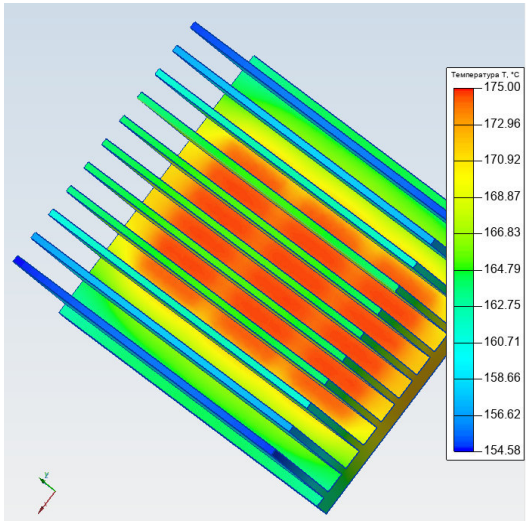


Рис. 1. Тепловое поле радиатора при естественном охлаждении (количество ребер охлаждения – 11;
коэффициент теплоотдачи $\alpha = 15,\ \text{Вт}/\left(K \cdot \text{м}^2\right)$

Для оценки повышения эффективности естественного охлаждения проведено моделирование при увеличении количества рёбер радиатора до 16 и 22. Для оценки повышения эффективности принудительного

охлаждения при увеличении скорости движения потока воздуха коэффициент теплоотдачи принимается 50, 300, 600 и 900 $\text{Вт}/\left(K \cdot \text{м}^2\right)$).

Для наглядности результаты моделирования при различных вариантах охлаждения сведены в таблицу.

Результаты моделирования при различных условиях охлаждения

Охлаждение	Количество ребер	α, $\text{Вт}/\left(K \cdot \text{м}^2\right)$	$T_{\max}$,°C	$T_{\min}$,°C
Естественное	11	15	175	154,58
	16	15	175	149,43
	22	15	175	143,89
Принудительное	11	50	175	120,59
		300	175	60,5
		600	175	29,3
		900	175	24,2
	22	600	175	24,1

Результаты моделирования показывают, что оба способа повышения эффективности отвода тепла приводят к желаемому результату – снижению минимальной температуры радиатора.

При этом следует отметить, что увеличение количества рёбер охлаждения нежелательно, поскольку при малом расстоянии между рёбрами происходит быстрое накопление пыли, что снижает эффективность охлаждения.

Список источников

1. Колпаков А. Охлаждение силовых модулей: проблемы и решения Часть 1 / А. Колпаков // Силовая электроника. – 2012. – № 3. – С. 12-18.

2. Колпаков А. Охлаждение силовых модулей: проблемы и решения Часть 2 / А. Колпаков // Силовая электроника. – 2012. – № 4. – С. 16-21.

3. Электровыпрямитель. Силовые полупроводниковые приборы: сайт. – URL: https://www.elvpr.ru/ru/catalog/silovye-poluprovodnikovye-pribory/ (дата обращения 31.03.2025). – Текст: электронный.

4. ELCUT. Применение: сайт. – URL: https://elcut.ru/solutions_r.htm (дата обращения 31.03.2025). – Текст: электронный.

УДК 697.343

Исаев Н.П.
Научный руководитель: Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕПЛОВЫХ КАМЕРАХ: УТЕПЛЕНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *В статье рассматривается влияние утепления ограждающих конструкций тепловых камер на снижение теплопотерь и повышение энергоэффективности теплосетей. Приводится анализ современных теплоизоляционных материалов, их свойства и эффективность. Рассматриваются методы утепления и их экономическая целесообразность.*

Ключевые слова: *энергоснабжение, теплоснабжение, тепловая камера, экономическая целесообразность.*

Тепловые камеры являются неотъемлемой частью систем теплоснабжения, обеспечивая контроль, распределение и регулирование тепловых потоков. Однако значительные теплопотери через ограждающие конструкции тепловых камер, включая плиты перекрытия и металлические люки, снижают общую эффективность системы. Внедрение энергосберегающих технологий, в частности утепление ограждающих конструкций, позволяет существенно уменьшить потери тепла, снизить эксплуатационные затраты и увеличить срок службы оборудования [1].

Технико-экономический расчет утепления тепловой камеры (далее ТК) высотой H=2,5 м, шириной B=4 м, длиной L=4 м, глубиной заложения h=1м. ТК имеет 4 люка диаметром по 700 мм каждый. Стены из фундаментных блоков на цементно-песчаном растворе толщиной 300мм. В тепловой камере располагается магистральный трубопровод Ø377×9 мм и врезка на потребителя Ø273×8 мм. Средняя температура воздуха за отопительный период в г. Москва -2,2 °C.

1. Тепловыделения от поверхности труб [2].

$$Q_{\text{ТР}} = \sum \left(k_i \cdot F_i \cdot \left(t_{тр} - t_{возд} \right) \right),$$

где k – коэффициент теплопроводности;

F – площадь поверхности;

$t_{тр}$ – температура воды в трубах;

$t_{возд}$ – температура воздуха.

$$Q_{\text{ТР}} = 12 \cdot (9{,}48 \cdot (110 - t_{возд}) + 9{,}48 \cdot (70 - t_{возд}) \cdot 3{,}44 \cdot (110 - t_{возд}) + 3{,}44 \cdot (70 - t_{возд}) = 310{,}08 \cdot (90 - t_{возд}).$$

2. Теплопотери через перекрытия и люки тепловой камеры [2].

$$Q_{\text{ПЕР}} = k_{пер} \cdot F_{пер} \cdot \left(t_{возд} - t_{нар}\right),$$

где $t_{нар}$ – температура наружного воздуха.

$$Q_{\text{ПЕР}} = 2{,}8 \cdot (24 + 16 + 16 + 16) \cdot \left(t_{возд} - (-2{,}2)\right) = 201{,}6 \cdot (t_{возд} + 2{,}2);$$

$$Q_{\text{ЛЮК}} = k_{люк} \cdot F_{люк} \cdot \left(t_{возд} - t_{нар}\right),$$

$$Q_{\text{ЛЮК}} = 4 \cdot 0{,}385 \cdot 5 \cdot \left(t_{возд} - (-2{,}2)\right) = 7{,}7 \cdot (t_{возд} + 2{,}2).$$

3. Уравнение теплового баланса [3].

$$Q_{\text{ТР}} = Q_{\text{ПЕР}} + Q_{\text{ЛЮК}},$$

$$310{,}08 \cdot (90 - t_{возд}) = 201{,}6 \cdot (t_{возд} + 2{,}2) + 7{,}7 \cdot (t_{возд} + 2{,}2);$$

$$t_{возд} = \frac{27446{,}74}{519{,}38} = 52{,}8°C.$$

4. Теплопотери при температуре воздуха 52,8 °С

Труба	Разница температур (ΔT)	Теплопотери (Вт)	Теплопотери (кВт)
T1 Ø377	110−52,8=57,2°C	12 ·4,74 ·57,2=3250,8	3,25 кВт
T2 Ø377	70−52,8=17,2°C	12 ·4,74 ·17,2=978,3	0,98 кВт
T1 Ø273	110−52,8=57,2°C	12 ·1,72 ·57,2=118,6	1,18 кВт
T2 Ø273	70−52,8=17,2°C	12 ·1,72 ·17,2=355,0	0,36 кВт

5. Суммарные теплопотери камеры

$$Q_{\text{сумм}} = 3{,}25 + 0{,}98 + 1{,}18 + 0{,}36 = 5{,}77 \text{ кВт}.$$

6. Теплопотери при утеплении тепловой камеры утеплителем ЭППС 50 мм

Температура грунта $t_{гр} = +5$°С.

$$Q_{\text{НАД}} = k_{над} \cdot F_{над} \cdot \left(t_{возд} - t_{нар}\right) = 0{,}68 \cdot 24 \cdot \left(52{,}8 - (-2{,}2)\right) = 0{,}68 \cdot 24 \cdot 55 = 897{,}6 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ПОД}} = k_{под} \cdot F_{под} \cdot \left(t_{возд} - t_{гр}\right) = 0{,}68 \cdot 32 \cdot (52{,}8 - 5) = 0{,}68 \cdot 32 \cdot 47{,}8 = 1040{,}4 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ЛЮК}} = k_{люк} \cdot F_{люк} \cdot \left(t_{возд} - t_{нар}\right) = 0{,}68 \cdot 1{,}54 \cdot 55 = 58 \text{ Вт}.$$

7. Суммарные теплопотери камеры

$$Q'_{\text{сумм}} = 897{,}6 + 1040{,}4 + 58 = 1996 \text{ Вт} = 2 \text{ кВт}.$$

8. Снижение потерь

$$\text{Q} = \text{Q}_{\text{сумм}} - \text{Q}'_{\text{сумм}} = 5{,}77 - 2 = 3{,}77 \text{ кВт} = 3770 \text{ Вт}.$$

9. Экономия средств за отопительный сезон

Стоимость тепловой энергии: $S_э = 2569{,}16$ руб./Гкал $\approx 0{,}002569$ руб./Вт·ч (тариф МОЭК от 01.06.2024). Продолжительность отопительного периода: n = 204 дня = 4896 часов.

$$Э = (Q \cdot S_э) \cdot n = (3770 \cdot 0{,}002569) \cdot 4896 = 47437 \text{ руб.}$$

10. Затраты на утепление камеры

Стоимость ЭППС 50 мм – $S_{ут} = 500$ руб./м² (с учётом крепежа и монтажа). Суммарная площадь поверхности $F_{пов} = 57{,}54$ м².

$$Inv = F_{пов} \cdot S_{ут} = (57{,}54 \cdot 500) = 28770 \text{ руб.}$$

11. Срок окупаемости

$$DP = \frac{Inv}{Э} = \frac{28770}{47437} = 0{,}6 \text{ года } (7{,}2 \text{ месяца}).$$

Утепление ограждающих конструкций тепловых камер является эффективным способом энергосбережения в системах теплоснабжения [4]. Современные теплоизоляционные материалы и методы утепления позволяют значительно снизить теплопотери, повысить надёжность и долговечность тепловых узлов, а также сократить эксплуатационные затраты. Внедрение этой технологии является важным шагом к повышению энергоэффективности и устойчивому развитию коммунальной и промышленной энергетики.

Список источников

1. Баженов Ю.М., Теплоизоляция строительных конструкций и оборудования / учебное пособие / Ю.М. Баженов. – М.: Стройиздат, 2019.– 240с.

2. Коваль Е.Г., Современные теплоизоляционные материалы и технологии / монография / Е.Г. Коваль. – СПб.: Питер, 2020. – 312 с.

3. Федоров М.А., Козлов И.П., Оптимизация тепловых характеристик подземных тепловых камер / материалы конференции / М.А. Федоров, И.П. Козлов – Казань, 2023. – С. 21

4. Захаров А.П., Энергосберегающие технологии в теплоснабжении / учебное пособие / А.П. Захаров. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 180 с.

УДК 621.643.8

Клюкин И.И., Александров Р.Н.
Научный руководитель: Загретдинов А.Р. канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО ТРУБОПРОВОДА ПО АНАЛИЗУ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Аннотация. *В работе проведен анализ изменения показателя Херста колебаний полипропиленового трубопровода с утечкой при перемещении датчика вибрационного ускорения вдоль оси полипропиленового трубопровода.*

Ключевые слова: *показатель Херста, утечка, акустический сигнал, место установки датчика, акустические колебания.*

Цель исследования – изучить изменения показателя Херста акустических сигналов при перемещении датчика вибрационного ускорения вдоль оси полипропиленового трубопровода. Проведены эксперименты на лабораторном стенде, принципиальная схема и фотография которого представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Для моделирования утечки применялся стальной диск с круглым отверстием диаметром 3 мм, который зажимался на штуцере 10 (см. рис.1) с помощью шарового крана. В случае закрытого шарового крана трубопровод считался бездефектным, в случае открытого – дефектным.

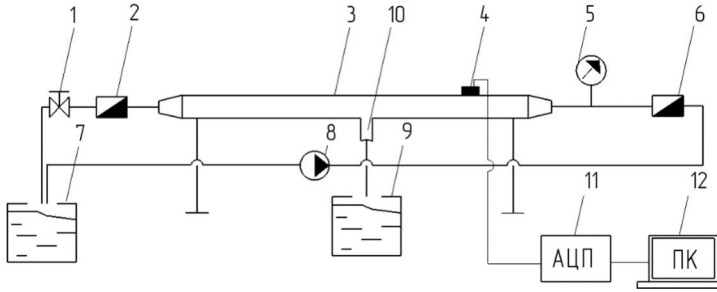


Рис. 1. Лабораторный стенд: 1 – регулирующий вентиль;
2,6 – электромагнитные расходомеры; 3 – полипропиленовый трубопровод;
4 – датчик вибрационного ускорения AP2038P-1000;
5 – манометр; 7 – ёмкость с водой; 8 – насос;
9 – бак для слива воды с утечки;
10 – штуцер для крепления дефекта; 11 – аналого-цифровой преобразователь Zetlab ZET 030; 12 – персональный компьютер

Датчик вибрационного ускорения устанавливался на контрольных точках, обозначенных цифрами на рис. 2. Акустические сигналы записывались в память компьютера с частотой дискретизации 50 кГц.

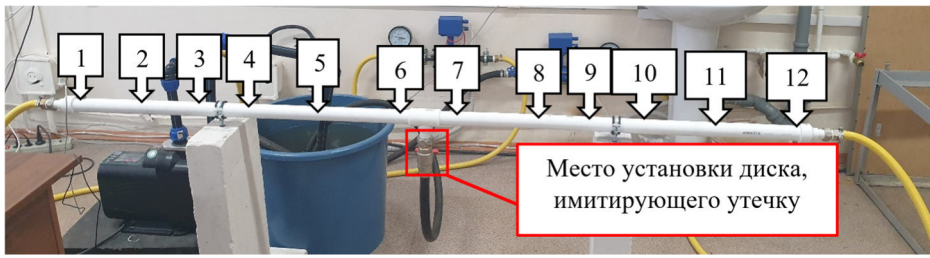


Рис. 2. Фото экспериментального стенда

Для расчета показателя Херста акустических сигналов применялся метод анализа флуктуаций относительно тренда (DFA-1) [1,2]. Результаты анализа сигналов трубопровода, полученных при давлении нагнетания насоса 1,5 бара, представлены на рис. 3.

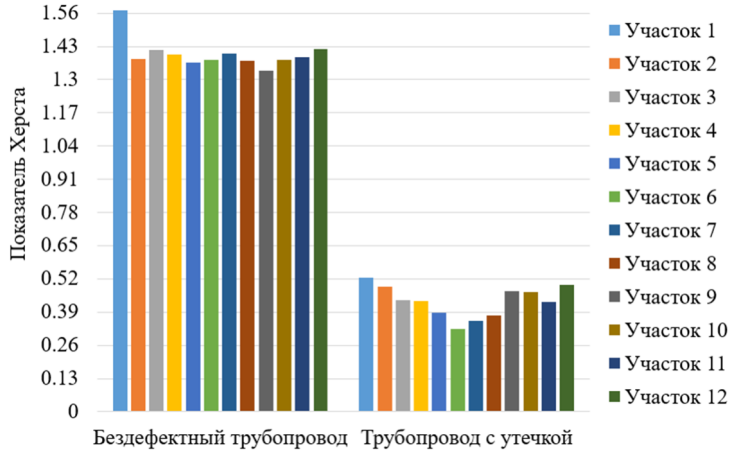


Рис. 3. Показатель Херста акустических сигналов, записанных на разных участках трубопровода

Из рис. 3 видно, что с появлением утечки показатель Херста снижается. Утечка детектируется на всех контрольных точках. Для установления возможности контроля утечек полипропиленовых трубопроводов большей длины планируется проведение дальнейших исследований на реальных объектах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-10045, https://rscf.ru/project/22-79-10045/.

Список источников

1. Павлов А.Н., Сосновцева О.В., Зиганшин А.Р. Мультифрактальный анализ хаотической динамики взаимодействующих систем // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2003 – № 11. – С. 39-54.

2. Detection of Gate Valve Leaks through the Analysis Fractal Characteristics of Acoustic Signal / A. Zagretdinov, Sh. Ziganshin, E. Izmailova [et al.] // Fractal and Fractional. – 2024. – Vol. 8, No. 5. – P. 280. – DOI 10.3390/fractalfract8050280.

УДК 697.34

Колясев Д.А.
Научный руководитель: Валиев Р.Н., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАРЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. *В статье рассматривается необходимость модернизации старых тепловых сетей в целях уменьшения теплопотерь и экономии денежных ресурсов.*

Ключевые слова: *тепловые сети, теплопотери, модернизация, экономия.*

Старые теплосети, которые были построены десятилетия назад, часто становятся причиной значительных тепловых потерь. Существующие трубопроводы тепловых сетей быстро стареют, теряют свою герметичность [1]. Модернизация этих систем является важной задачей для повышения энергоэффективности, снижения затрат и улучшения качества теплоснабжения. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты, связанные с модернизацией старых теплосетей.

Российская система теплоснабжения испытывает определенные трудности, связанные с тем, что большей частью тепловых сетей давно выработан ресурс с наличием многочисленных повреждений тепловой изоляции, критическим коррозионным состоянием сетей и другое [2]. В результате это приводит к потерям тепла. Средний уровень потерь в российских теплосетях составляет около 25 %, а на отдельных участках потери превышают 40 % [3].

Более точно потери для необходимого участка тепловой сети можно рассчитать, используя программное обеспечение «Теплоэксперт» [4].

Одной из технологий модернизации тепловых сетей является замена старых трубопроводов на новые. Установка новых, более эффективных труб с улучшенной изоляцией позволяет значительно сократить теплопотери.

Как было сказано ранее, потери тепла в старых трубопроводах в среднем составляют 25 %. Современные же материалы ограничивают потери в пределах 2 %, что отличается в разы [5].

В связи с этим произведем расчеты экономии тепла и финансов в результате модернизации.

Объем подаваемого тепла примем 100 Гкал/год, а стоимость 1 Гкал в среднем по Российской Федерации 2430 руб.

Вычислим тепловые и экономические потери в старых трубопроводах:

$$q_{\text{п}} = 100 \cdot 25\% = 25 \text{ Гкал/год}$$
$$\text{Э} = 25 \cdot 2430 = 60750 \text{ руб./год}$$

Тепловые и экономические потери в новых трубопроводах:

$$q_{\text{п}} = 100 \cdot 2\% = 2 \text{ Гкал/год}$$
$$\text{Э} = 2 \cdot 2430 = 4860 \text{ руб./год}$$

Их разница:

$$\Delta q_{\text{п}} = 25 - 2 = 23 \text{ Гкал/год}$$
$$\Delta\text{Э} = 60750 - 4860 = 55890 \text{ руб./год}$$

Таким образом экономия от замены трубопроводов при подаваемом теплоснабжении 100 Гкал/год составит 55890 рублей в год.

Несмотря на все преимущества модернизации теплосетей, существует и ряд факторов, мешающих проведению данного мероприятия, в том числе финансирование. Модернизация требует значительных инвестиций, что может быть проблемой для страны в целом. Так же не стоит забывать и про сложности в реализации, так как работы по замене трубопроводов могут требовать временных отключений теплоснабжения, что вызывает недовольство и дискомфорт у потребителей.

Однако, несмотря на данные факторы, тепловые сети необходимо модернизировать и постепенная их замена в будущем будет иметь огромную экономическую выгоду.

Модернизация старых теплосетей — это не только необходимость, но и возможность повысить их эффективность и устойчивость. Применение современных технологий и подходов может значительно улучшить качество теплоснабжения, а также снизить затраты. Инвестирование в модернизацию теплосетей — это шаг в будущее, который обеспечит надежное и эффективное энергоснабжение для новых поколений.

Список источников

1. Петраков Г.П., Слепченок В.С. Экономическая эффективность замены старых теплопроводов в Санкт-Петербурге // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2015. - №7 (34). - С. 7-31.

2. Парыгина Т.А. Экономические перспективы развития систем теплоснабжения в России // Приложение к журналу известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. Сборник статей по итогам научно-технической конференции. - 2012. - №5. - С. 104-106.

3. Российское теплоснабжение: Состояние, возможности и перспективы // 25.01.2010 г. [Электронный ресурс] // URL: http://ieport.ru/4761-rossijskoe-teplosnabzheniesostoyanie.html

4. Колясев Д.А., Валиев Р.Н. Возможности использования программного обеспечения «теплоэксперт» для анализа работы систем теплоснабжения / Д.А. Колясев, Р.Н. Валиев [Текст] // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. — Казань: Центр публикационной активности КГЭУ, 2024. — С. 356-359.

5. Галковский В.А., Лупицкая М.И., Халютина А.Н., Ручкина С.А. Анализ современных видов изоляции трубопроводов // Научный поиск в современном мире сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. - Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью "Апробация", 2015. - С. 35-36.

УДК 621.311:620.1

Кочкаринов Н.С.
Научный руководитель: Кондратьев А.Е. канд техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Аннотация: *В статье описан метод анализа виброакустических сигналов для диагностики инженерных коммуникаций и их особенности. Рассмотрена последовательность обработки данных. Проведен практический эксперимент по выявлению производственного дефекта в трубе путем сравнения спектрограмм колебаний после контролируемого удара, демонстрирующий эффективность предложенного подхода.*

Ключевые слова: *Виброакустические сигналы, диагностика инженерных систем, преобразование Гильберта-Хуанга, эмпирическая модовая декомпозиция, спектрограмма, анализ дефектов, частотно-временные характеристики, обработка сигналов, инженерные коммуникации, техническая диагностика.*

Анализ виброакустических сигналов является важным инструментом для диагностики состояния инженерных систем. Виброакустические данные позволяют выявлять скрытые дефекты, оценивать динамику объектов и прогнозировать их поведение. Традиционные методы анализа часто ограничены сложностью интерпретации и высоким уровнем шума.

Для обработки используют универсальные программные инструменты для работы с устройствами автоматизации измерений такими, как: регистратор- самописец, осциллограф, спектроанализатор, генератор аналоговых сигналов, блок первичной обработки данных [1].

Основными этапами работы с инструментом являются конфигурирование измерительного устройства и сеанс сбора и работы с данными.

После получения виброакустических сигналов с помощью специализированных датчиков, установленных на исследуемых коммуникациях необходимо произвести первичную обработку сигналов для устранения шумов и помех, далее можно приступать к анализу сигнала с использованием эмпирической модовой декомпозиции (для разложения сигнала на компоненты) с применением преобразования Гильберта-Хуанга (для анализа частотно-временных характеристик) [2].

На рисунках 1 и 2 показаны спектрограммы удара по двум трубам, одна из которых имеет производственный дефект [3].

С помощью практического примера попробуем определить, какая из них имеет дефект. Для этого нам необходимо произвести запись колебаний после легкого удара по трубе и проанализировать их. Важно учитывать, что удары производятся специальным устройством с почти идентичной силой.

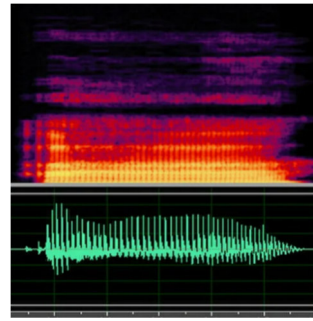


Рис. 1. Спектрограмма трубы 1

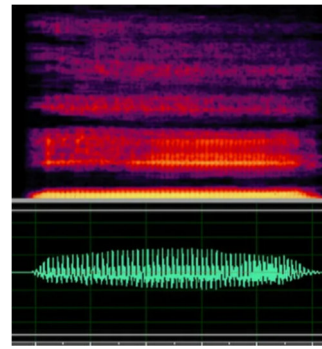


Рис. 2. Спектрограмма трубы 1

На основании спектрограмм, после обработки мы можем заметить, что колебания на рисунке 2 более гармоничные и равномерные, что не сказать про колебания на рисунке 1, из этого можно сделать вывод, что труба под номером 1 имеет дефект. Данное отклонение будет более заметно, если использовать преобразования Гильберта-Хуанга [4].

При данных измерениях важно учитывать, что основной тон зависит от длины трубы, а самая низкая длина волны составляет половину дли-

ны трубы (если труба открыта с обоих концов), а также ширина трубы может влиять на амплитуду основного тона, что также сказывается на звуке, который из неё исходит [5].

Методы обработки виброакустических сигналов позволяют существенно повысить эффективность диагностики технического состояния инженерных коммуникаций и своевременно выявлять дефекты, предотвращая аварийные ситуации

Список источников

1. Gaponenko S.O. Improving the efficiency of energy complexes and heat supply systems using mathematical modeling methods at the operational stage / S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, R.Z. Shakurova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. Vol. 124. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 05029. – DOI 10.1051/e3sconf/201912405029. – EDN WGSUEF.

2. Гапоненко С.О. Построение математической модели распространения волн Лэмба в стальном трубопроводе с защитным наружным покрытием / С.О. Гапоненко, А.Е. Кондратьев, Г.Р. Мустафина // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 4. – С. 3-15. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-4-3-15. – EDN FGMCOZ.

3. Acoustic-resonance method for control of the location of hidden hollow objects / S.A. Nazarychev, S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, R.Z. Shakurova // Journal of Physics: Conference Series : Scientific Technical Conference on Low Temperature Plasma During the Deposition of Functional Coatings, Kazan, 05–08 ноября 2018 года. Vol. 1328. – Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012054. – DOI 10.1088/1742-6596/1328/1/012054. – EDN MWGTLI.

4. Гапоненко С.О. Перспективные методы и методики поиска скрытых каналов, полостей и трубопроводов виброакустическим методом / С.О. Гапоненко, А.Е. Кондратьев // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 2(47). – С. 9-13. – EDN TTVOAL.

5. Gaponenko S.O., Nazarychev S.A., Kondratiev A.E. Determination of informative frequency ranges for buried pipeline location control // Helix. 2018. V. 8(1). P. 2481-2487

УДК 620.9

Мухамедзянов Д.Р.
Научный руководитель: Измайлова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ AUDYTOR

Аннотация. *В статье рассматривается процесс оптимизации проектирования системы отопления с применением программного обеспечения Audytor OZC и Audytor SET, позволяющий повысить точность расчетов, автоматизировать проектирование и исключить влияние человеческого фактора.*

Ключевые слова: *проектирование, отопление, теплопотери, Audytor OZC, Audytor SET, автоматизация, оптимизация, BIM.*

Современные технологии значительно изменили процессы проектирования инженерных систем. Применение специализированного программного обеспечения позволяет сократить время на выполнение расчетов, повысить точность и упростить процесс подготовки документации. Одним из таких инструментов является комплекс Audytor, включающий программы OZC и SET, предназначенные для расчета теплопотерь и проектирования отопительных систем соответственно. Перед началом проектирования необходимо определить теплопотери здания, что влияет на выбор мощности отопительных приборов. Программа Audytor OZC позволяет автоматически рассчитывать теплопотери с учетом конструктивных характеристик здания и климатических условий.

Важным функционалом является поддержка работы с архитектурными чертежами в формате DWG, импорта в виде подложки и экспорта при оформлении конечных чертежей для документации.

Расчеты проектной тепловой нагрузки в Audytor OZC выполняются в соответствии с нормативной документацией [1]. Кроме того, данное программное обеспечение позволяет рассчитывать коэффициент теплопередачи для многослойных ограждающих конструкций на основе требований [2].

В данной программе был произведен расчет теплопотерь производственного здания (рис.1).

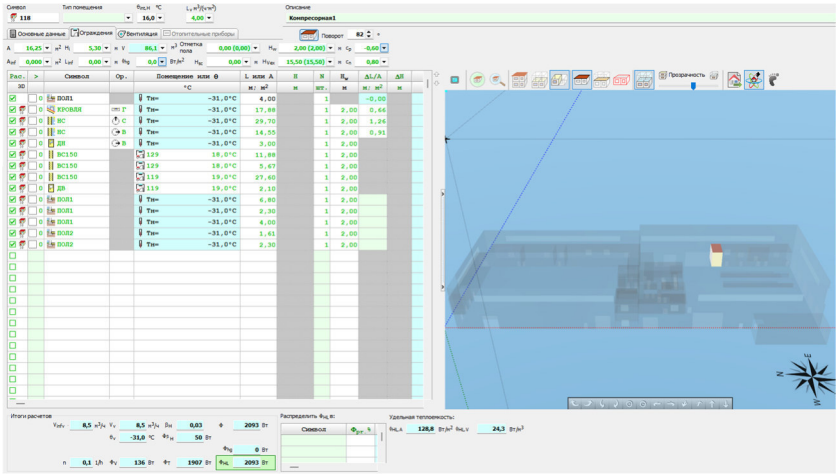


Рис. 1. Пример расчета теплопотерь одного из помещений производственного здания в программе Audytor OZC

После расчета теплопотерь данные импортируются в Audytor SET, где выполняется проектирование системы отопления. В программах Audytor имеются обширные базы материалов ограждающих конструкций, видов трубопроводов, отопительных приборов, арматуры, что делает программы гибкими в плане проектирования. В случае превышения допустимых потерь или неправильном моделировании в программе есть функция "диагностика ошибок". Audytor SET поддерживает различные виды систем отопления и варианты подключения отопительных приборов. Автоматическая расстановка приборов под оконными проемами и их подключение к трубопроводам значительно ускоряет процесс проектирования. Дополнительным преимуществом является возможность импорта модели в Revit — программный комплекс для информационного моделирования зданий, что делает программу особенно полезной для крупных компаний, использующих данную технологию [3].

Одним из важных этапов проектирования является подготовка проектной документации. Audytor SET позволяет формировать спецификации, автоматически оформлять выноски в чертежах, однако в программе отсутствует возможность прямого вывода чертежей на листы со штам-

пом, что требует последующего импорта данных в AutoCAD. Также в программе есть возможность выводить аксонометрию (рис.2).

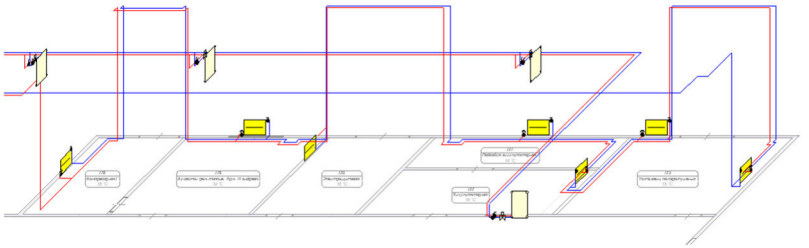


Рис. 2. Пример аксонометрии системы отопления части производственного здания в программе Audytor SET

Не редко в проектах по проектированию требуется вносить корректировки в связи с изменением подложки или исправлением замечаний, при перерасчете вручную это занимает значительное время, тогда как в программном обеспечении подобные корректировки выполняются значительно быстрее.

Программы Audytor OZC и Audytor SET регулярно обновляются, что позволяет поддерживать актуальность расчетов и соответствие современным стандартам проектирования. Их использование значительно сокращает время на проектирование системы отопления, минимизирует вероятность ошибок, возникающих при ручных расчетах, и автоматизирует подготовку документации. Это делает программное обеспечение ценным инструментом не только для студентов при выполнении дипломных проектов, но и для профессиональных проектировщиков инженерных сетей.

Список источников

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (с Изменениями N 1-5).
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (с Изменениями N 1, 2).
3. Колчин В.Н. Применение BIM-технологий в строительстве и проектировании //Инновации и инвестиции. – 2019. – №. 2. – С. 209-214.

УДК 658.261

Мухутдинов А.Р.
Научный руководитель: Ваньков Ю. В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕХОДА С КОТЕЛЬНОЙ НА ГАЗОТУРБИННУЮ УСТАНОВКУ ДЛЯ СНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДЕПО ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ

Аннотация. *Тема дорогой электроэнергии в Москве становится все более актуальной, особенно для таких крупных потребителей, как электродепо. Электродепо, обеспечивающие работы общественного транспорта, требуют значительных объемов электроэнергии, что делает их уязвимыми к изменениям тарифов и повышению цен на электроэнергию.*

Ключевые слова: *энергоснабжение, газотурбинные установки, экономическая целесообразность.*

Электродепо играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной работы городского электрического транспорта, включая троллейбусы, трамваи и метрополитен. Эффективное энергоснабжение электродепо требует интеграции различных технологий и источников энергии, чтобы обеспечить необходимую мощность и надежность.

С увеличением стоимости электроэнергии многие компании сталкиваются с высокими затратами, что в свою очередь может отразиться на ценах на услуги общественного транспорта. Цены на электроэнергию подвержены колебаниям, связанным с глобальными рынками и политической ситуацией. Некоторые электродепо могут иметь недостаточно эффективные системы электроснабжения, что приводит к дополнительным расходам [1].

Одним из возможных решений проблемы дорогой электроэнергии является внедрение газотурбинной установки для автономного электроснабжения электродепо.

Благодаря этому можно сэкономить на затратах, обрести независимость от общей электросети, уменьшить вред, наносимый экологии, а также повысить надежность и устойчивость [2].

Проведем сравнительный технико-экономический расчет системы энергоснабжения электродепо «Сокол» на базе котельной и на базе газотурбинной электростанции «Урал-4000» номинальной мощ-

ностью 4 МВт. Годовой расход тепловой энергии – 57777,5 Гкал/год, годовой расход электроэнергии – 2261952 кВт·ч/год.

1. Система энергоснабжения с котельной

1.1 Годовой расход топлива

$$B_{\text{г}} = \frac{\Sigma Q_{\text{г}}^{\text{выр}}}{\eta_{\text{ку}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} = \frac{57777{,}5 \cdot 1000000}{0{,}91 \cdot 7960} = 7976351{,}5 \ \frac{\text{м}^3}{\text{год}},$$

где $\eta_{\text{ку}}$ – КПД котельной;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания топлива.

1.2 Годовые затраты денежных средств на топливо

$$S_{\text{г}} = B_{\text{г}} \cdot C_{\text{г}} = 7976351{,}5 \cdot 7{,}038 = 56137562 \ \frac{\text{руб}}{\text{год}},$$

где $C_{\text{г}}$ – цена за 1м^3 природного газа.

1.3 Годовые затраты денежных средств на электроэнергию

$$S_{\text{эг}} = Э_{\text{год}}^{\text{СН}} \cdot C_{\text{э}} = 2261952 \cdot 6{,}5 = 14702688 \frac{\text{руб}}{\text{год}},$$

где $C_{\text{э}}$ – цена за кВт/ч потребляемой энергии.

2. Система энергоснабжения с ГТУ

2.1 Годовой расход топлива

$$B_{\text{г}} = \frac{\Sigma Q_{\text{г}}^{\text{выр}}}{\eta_{\text{гту}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} = \frac{57777{,}5 \cdot 1000000}{0{,}65 \cdot 7960} = 11166892{,}2 \ \frac{\text{м}^3}{\text{год}},$$

где $\eta_{\text{гту}}$ – КПД ГТУ.

2.2 Годовые затраты денежных средств на топливо

$$S_{\text{г}} = B_{\text{г}} \cdot C_{\text{г}} = 11166892{,}2 \cdot 7{,}038 = 78592587 \ \frac{\text{руб}}{\text{год}},$$

2.3 Выработка электроэнергии за год

$$Э_{\text{год}}^{\text{гту}} = N_{\text{УСТ}} \cdot h_{\text{гту}} \cdot K_{\text{эл}} = 4000 \cdot 8400 \cdot 0{,}85 = 28560000 \ \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}},$$

где $h_{\text{гту}}$ – количество часов работы гту в году;

$K_{\text{эл}}$ – коэффициент использования установленной электрической мощности.

2.4 Избыток электроэнергии

$$Э^{\text{изб}} = Э_{\text{год}}^{\text{гту}} - Э_{\text{год}}^{\text{СН}} = 28560000 - 2261952 = 26298048 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}},$$

2.5 Прибыль от продажи избытка электроэнергии

$$S_{\text{изб}} = Э^{\text{изб}} \cdot C_{\text{пок}} = 26298048 \cdot 4 = 105192192 \frac{\text{руб}}{\text{год}},$$

где $C_{\text{пок}}$ – примерная цена за кВт/ч продаваемой энергии.

2.6 Остаток от прибыли

$$Э^{ост} = S_{изб} - S_{г} = 105192192 - 78592587 = 26599605 \frac{руб}{год}.$$

2.7 Окупаемость инвестиций

Стоимость установки газотурбинной электростанции «Урал-4000» на данный момент составляет примерно 200000000 рублей.

$$DP = \frac{200000000}{Э^{ост}} = \frac{200000000}{26599605} = 7{,}52 \text{ лет}.$$

Таким образом замена котельной на газотурбинную электростанцию «Урал-4000» окупится примерно через 7-8 лет.

Современные газотурбинные установки имеют низкий уровень выбросов и могут быть более экологически безопасными по сравнению с другими источниками энергии [3].

Такие установки обеспечивают стабильное электроснабжение и могут работать в режиме резервного питания в случае перебоев в сети [4].

Внедрение газотурбинной установки может стать эффективным решением проблемы дорогой электроэнергии для электродепо в Москве. Это не только снизит затраты, но и повысит устойчивость и надежность энергоснабжения, благоприятно влияя на качество обслуживания пассажиров общественного транспорта. Рассмотрение всех аспектов проекта и его реализация потребует времени и ресурсов, однако ожидаемые результаты могут существенно оправдать вложения.

Список источников

1. Гаврилюк И.И. Альтернативные источники энергии: справочник / И.И. Гаврилюк. – М.: Энергия, 2020. – 256 с.

2. Зайцев А.В. Переход на альтернативные источники энергии: практические аспекты / А.В. Зайцев, В.Г. Сидоров. – СПб.: Научное издательство, 2021. – 300 с.

3. Иванов П.П. Теплоснабжение на основе альтернативных источников энергии: учебное пособие / П.П. Иванов. – Казань: Казанский университет, 2019. – 200 с.

4. Кузнецов С.Н. Внедрение возобновляемых источников энергии на предприятиях: опыт и проблемы / С.Н. Кузнецов. – Екатеринбург: Уралгидроэнерго, 2022. – 180 с.

УДК 662.61(076)

Оносов Е.Р.
Научный руководитель: Хлебников В.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ГОРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТОПЛИВ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. *Представлены результаты расчета горения природного газа на языке G в среде программирования LabVIEW.*

Ключевые слова**:** *горение топлива, природный газ, программирование, стехиометрические реакции, энергетическое топливо.*

Расчеты горения энергетических топлив являются сложным и трудоемким процессом. Для их выполнения используются различные программы, написанные в Excel, Mathcad, на языках программирования высокого уровня (например, СИ) и др. Как показывает практика, разработка и отладка таких программ является трудоемким и длительным процессом.

Значительно удобнее выполнять расчеты горения энергетических топлив в графических средах программирования, таких, как LabVIEW. При их использовании не только повышается производительность труда инженера-проектировщика, но и разработанные программы легко встраиваются в симуляторы, создаваемые на кафедре «Энергообеспечение предприятий» для исследования тепловых процессов в котельных агрегатах и вспомогательном оборудовании котельных установок, применяемые при их проектировании [1].

В топливном балансе РФ, как известно, существенную роль играет природный газ. В основу расчета горения природного газа в топках котлов положены следующие стехиометрические реакции

$$\begin{cases} CH_4 + 2O_2 = 2CO_2 + 2H_2O\,, \\ C_mH_n + \left(m + \dfrac{n}{4}\right)O_2 = mCO_2 + \dfrac{n}{2}\,H_2O\,, \\ CO + 0{,}5O_2 = CO_2\,, \\ H_2 + 0{,}5O_2 = H_2O\,, \\ H_2S + 1{,}5O_2 = O_2 + H_2O \end{cases}$$

Из приведенных соотношений выводятся расчетные формулы для определения теоретически необходимых и действительных (с учетом

избытка воздуха) объемов кислорода, воздуха, продуктов горения, энтальпий воздуха и продуктов горения, адиабатной температуры горения и др. параметров. Так, теоретически необходимый объем кислорода, требуемый для полного сгорания 1 м^3 газа, определяется по формуле

$$V_{O_2}^0 = 0{,}01\left[0{,}5CO + 0{,}5H_2 + 1{,}5H_2S + \sum (m + n/4)C_mH_n - O_2\,, \frac{м^3}{м^3}\right],$$

где C_mH_n, CO, H_2, H_2S, O_2 – содержащиеся в природном газе углеводороды, окись углерода, водород, сероводород и кислород, (отдельные составляющие могут отсутствовать), %.

Программы в LabVIEW, написанные на языке G, принято называть виртуальными инструментами. При программировании управляющие элементы, индикаторы и осциллографы размещаются на фронтальной панели. Алгоритмы виртуальных инструментов записываются на панели блок-диаграмм. Управляющие элементы используются для ввода состава газа заданного месторождения и др. данных (рис. 1). На блок-диаграмме в графическом виде показываются используемые структуры, библиотечные функции и в виде линий передача значений параметров между ними (рис. 2).

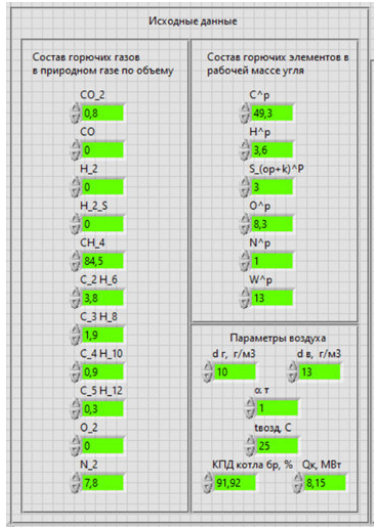


Рис. 1. Управляющие элементы для ввода исходных данных

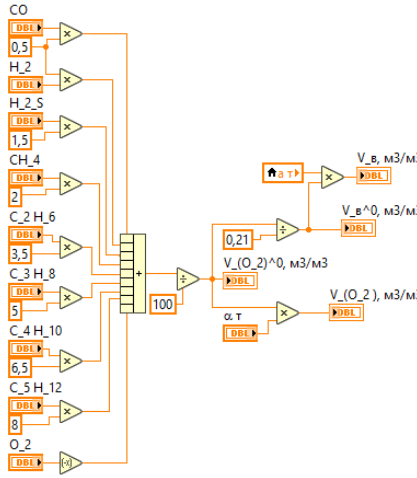


Рис. 2. Фрагмент программы для определения теоретического и действительного расходов окислителя

Определение адиабатной температуры горения, выполняемое графически, иллюстрируется рис. 3.

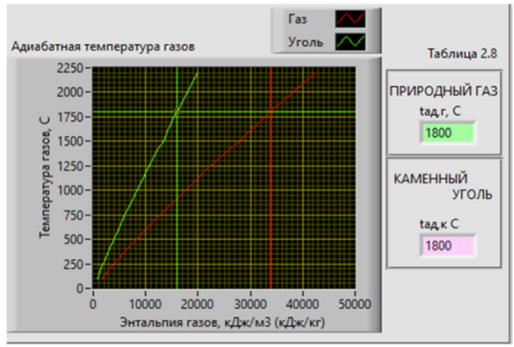


Рис. 3. Фрагмент фронтальной панели с расчетом адиабатной температуры

Список источников

1. Симулятор водопарового тракта котлов серии ДЕ. Часть 1. Оборудование и средства автоматизации: учебное пособие / В.А. Хлебников. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2024. – 66 с.

УДК 658.26

Осипова А.Д.
Научный руководитель: Григорьева Е.Н., канд. техн. наук, доцент
Йошкар – Олинский Аграрный колледж ФГБОУ ВО "ПГТУ"

ОТОПЛЕНИЕ ЧАСТНОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХКОНТУРНОГО КОТЛА

Аннотация. *В данной статье рассматриваются особенности и преимущества системы отопления частного дома с использованием двухконтурного котла.*

Ключевые слова: *отопление, частный дом, двухконтурный котел.*

Введение. С созданием комфортных условий для проживания в частном доме важное значение имеет отопительная система. Эффективное отопление не только создает необходимые условия для жизни, но и способствует экономии энергоресурсов. В этом контексте двухконтурные котлы представляют собой одно из самых современных и эффективных решений, которые объединяют функции отопления и горячего водоснабжения. В данной статье рассматриваются важные аспекты проектирования системы отопления частного дома с использованием двухконтурного котла, включая выбор оборудования, расчет теплопотерь, проектирование распределительной сети и показатели экономической эффективности.

Двухконтурные котлы обеспечивают одновременно отопление помещений и подогрев воды.

Целью работы является изучение и представление процесса проектирования системы отопления частного дома с использованием двухконтурного котла для повышения эффективности и комфорта.

Преимущества двухконтурных котлов:

Компактность - данные котлы занимают значительно меньше места по сравнению с отдельными котлами для отопления и водоснабжения.

Экономия ресурсов - установка одного агрегата вместо двух позволяет сократить первоначальные инвестиции в оборудование и монтаж, а также снизить эксплуатационные расходы.

Экологическая эффективность - высокий КПД современных двухконтурных котлов минимизирует выбросы углекислого газа и других вредных веществ, что соответствует требованиям экологической безопасности.

Удобство эксплуатации - автоматические системы управления позволяют дистанционно контролировать и регулировать температуру как отопления, так и горячего водоснабжения, что повышает комфорт долгосрочной эксплуатации.

Расчет теплопотерь. Для успешного проектирования системы отопления важным шагом является расчет теплопотерь, который помогает определить необходимую мощность котла. Основные факторы, влияющие на теплопотери, включают:

- площадь окон и дверей;
- теплопроводность строительных материалов;
- температура наружного воздуха.

Формула для расчета теплопотерь может выглядеть следующим образом:

$$Q=\Sigma(S\cdot\Delta T\cdot U),$$

где Q- общие теплопотери, Вт; S- площадь конструкций, м2; ΔT- разница температур, ℃; U- коэффициент теплопроводности материалов, Вт/м^2·℃.

Выбор двухконтурного котла

При выборе двухконтурного котла необходимо учитывать следующие факторы:

- мощность котла: должна быть рассчитана на основании проводимых теплосчетных расчетов, учитывающих особенности конкретного здания.
- тип топлива: выбор между газовым, дизельным и электрическим котлом зависит от доступности ресурсов в конкретном регионе.
- энергоэффективность: котлы с высоким классом энергоэффективности (от А и выше) помогут существенно снизить затраты на отопление.

Проектирование распределительной сети. После выбора котла необходимо проектировать распределительную сеть, которая включает в себя:

- трубопроводы: они должны быть правильно размещены для минимизации теплопотерь и обеспечения равномерного прогрева всех помещений. Нужно учесть посещаемость и расположение комнат — в более холодных зонах можно установить дополнительные радиаторы.

- радиаторы или полы с подогревом: это элементы, обеспечивающие передачу тепла в помещения. Радиаторы следует устанавливать в местах, где будет максимальное его использование.

- элементы автоматики: установив датчики температуры и системы управления, можно оптимизировать работу системы и управлять температурой в зависимости от погоды и времени суток.

Экономическая эффективность. Анализ экономической эффективности системы отопления включает в себя сравнение затрат на монтаж, эксплуатацию и обслуживание оборудования. Современные двухконтурные котлы обеспечивают высокую эффективность, что позволяет сократить расходы на отопление и горячее водоснабжение на 20-30% по сравнению с традиционными системами. Такой подход укрепляет рентабельность инвестиций в оборудование и дает возможность быстрее вернуть затраты.

Заключение. Проектирование системы отопления частного дома с использованием двухконтурного котла становится важным аспектом в условиях растущих цен на энергоносители и стремление к повышению энергоэффективности. Каждый этап, начиная от расчета теплопотерь до выбора оборудования и проектирования распределительной сети, имеет значение для конечного результата. Предложенная система не только обеспечивает комфортное проживание, но и значительно сокращает эксплуатационные расходы, улучшая экономическую ситуацию для владельца дома.

Список источников

1. Сидоренко А.В. (2021). Современные системы отопления: принципы, конструкции, возможности. Москва: Стройиздат.

2. Петров Е.И., & Фролов К.С. (2019). Энергоэффективные технологии отопления частных домов. Санкт-Петербург: Энергетик.

3. Громова Н.А. (2020). Теплотехнический расчет систем отопления. Челябинск: УралГТУ.

4. Кузнецов И.В. (2018). Двухконтурные котлы: как выбрать, установить и настроить. Екатеринбург: УралПресс.

5. Поминов А.Г. (2017). Системы отопления: проектирование и монтаж. Новосибирск: СибТехИздат.

6. Никитин Д.С. (2022). Применение современных котельных установок в отоплении жилых зданий. Журнал "Строительство и технологии", 4(2), 45-52.

7. Антипова Т.В. (2021). Экономические аспекты объектов отопления в частном строительстве. Москва: Научное издательство.

8. Государственный стандарт Российской Федерации. (2013). Системы отопления и горячего водоснабжения. Общие требования к проектам. ГОСТ Р 53317-2013.

9. Документы и рекомендации по проектированию систем отопления. (2022). Минстрой России.

УДК 621.182 (478)

Пакулин И.В.[1]
Фищенко П.А., канд. физ.-мат. наук, доцент [1]
[1]*Поволжский государственный технологический университет*

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА ПРИДНЕСТРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Аннотация. *Настоящие исследования подтверждают, что в Приднестровье обоснованно сделан переход на уголь в качестве основного вида топлива в теплоэнергетике в условиях санкций.*

Ключевые слова: *отопление, котельные, эксплуатация.*

Актуальность. С 1 января 2025 года в Приднестровье, из-за прекращения транзита газа через Украину, были отключены отопление и горячее водоснабжение. В связи с этим возник вопрос, как, хотя бы на 3 месяца, уберечь системы отопления от замерзания в детских садах, школах и больницах. В Приднестровье имеются большие запасы взрывчатых веществ и некоторое количество угля. В настоящей работе произведена оценочная целесообразность использования каждого из этих двух видов средств для отопления и сделаны выводы.

1. Тепловой расчёт с применением угля. Каждая система теплоснабжения состоит из следующих основных элементов: источника тепловой энергии, тепловой сети, абонентских вводов и местных систем потребления тепла (см. Строительная климатология, Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*Москва 2015.)

Функционирование отопления характеризуется определенной периодичностью в течение года и изменчивостью использования мощности установки, зависящей, прежде всего, от метеорологических условий в холодное время года. При понижении температуры наружного воздуха и усилении ветра, теплопередача должна увеличиваться, а при повышении температуры наружного воздуха - уменьшаться. Отопление зданий начинают при устойчивом (в течение 3 суток) понижении среднесуточной температуры наружного воздуха до 8°С и ниже, заканчивают отопление при устойчивом повышении температуры наружного воздуха до 8°С.

1.1 Определение суточного расхода тепла на отопление.

Согласно работе [1], q_0 -удельная отопительная характеристика здания (это расход теплоты на 1 м^3 здания при повышении температуры на 1˚С) определяется по формуле

$$q_0 = \frac{\alpha * \varphi}{\sqrt[6]{V}}, \qquad \left[ккал/\left(^\circ C * м^3\right)\right]$$

где α- поправочный коэффициент, характеризующий материал стен здания, например, для стен из кирпича α=1,6 [ккал/(°С*час* м^3)];

φ- поправочный коэффициент, учитывающий температуру наружного воздуха tн.о. зимой, например, при -20˚ С > tн.о. ≥ -30˚ С значение φ =1,0;

V – объем здания по наружному обмеру, который принят для школы - 12750 м^3, для детского сада - 8100 м^3, для больницы - 12750 м^3 соответственно.

Тогда максимальный тепловой поток на отопление определяется по формуле

$$Q_o^{\max} = q_0 * V * \left(t_{вн} - t_{н.о}\right), \qquad [ккал/час],$$

где tвн - расчетная температура воздуха внутри отапливаемых помещений (для жилых и общественных зданий стандартная tвн = 20˚С);

tн.о. – расчетное значение наружной температуры воздуха для проектирования отопления в климатическом районе г. Приднестровья принята -14℃.

Суточный расход тепла на отопление равен

$$Q_0^{СУТ} = Q_o^{\max} * \frac{\left(t_{вн} - t_{н.о}^{ср}\right)}{\left(t_{вн} - t_{н.о}\right)} * n_0^{час}, \qquad [ккал/сут],$$

где $n_0^{час} = 24час$ - продолжительность периода отопления (сутки);

$t_{н.о}^{ср}$- средняя за отопительный период температура, принята равной +2,6℃.

1.2 Определение суточного расхода тепла на горячее водоснабжение (ГВС).

Суточный расход тепла на ГВС определяется по формуле:

$$Q_{ГВС}^{СУТ} = m * b * c * \left(t_{ГВ} - t_{хв.з}\right), \quad [Ккал/сут],$$

где m – количество потребителей в здании [чел], b – норма потребления горячей воды на человека в сутки для жилых и общественных зданий [кг/(чел*сут)] принимается по СНиП 02.04.01-85; c=1 [Ккал/(кг*℃)] – удельная теплоемкость воды; $t_{гв} = 60℃$ - температура горячей воды; $t_{хв.з} = 5℃$ – температура холодной воды зимой.

Числовые расчёты приведены в таблице**.**

№	Назначение здания	q_0	$Q_o^{\max}$	$Q_0^{СУТ}$	m	b	$Q_{ГВС}^{СУТ}$
		Ккал/ час	Ккал/ час	Ккал/ сут	чел	Кг/ сут	ккал/ сут
1	Школа	0,331	143501	734501	870	8	382800
2	Детский сад	0,357	98326	50320_	145	16	127600
3	Больница	0,331	143501	734501	323	110	1954150
	Итого			_1519322_			2464550

Из таблицы очевидно, что отношение тепловой энергии затрачиваемой на отопление и на горячее водоснабжение ориентировочно равно 2:3.

2.Применение взрывчатых веществ (ВВ) в мирных целях. Проведённые исследования показали, что, если рассматривать скорость горения ВВ в целом, то на неё влияют следующие факторы:

- **Химический состав вещества;**
- **Концентрация реагирующих веществ;**
- **Начальная температура;**
- **Физическое состояние вещества;**
- **Размер частиц (в смесях);**
- **Давление.**

Заключение. Хотя изучение процессов горения ВВ и разработка новых методов обогрева являются важными научными задачами, использование взрывчатых веществ в мирных целях представляет собой серьезный риск для безопасности. Для обогрева в условиях отсутствия электричества и газа лучше использовать проверенные и безопасные методы, такие как котлы на твердом топливе, например на угле.

Выводы. 1. Для снижения риска целесообразнее переоборудовать котельные с газа на уголь, а не «преобразовывать» взрывчатые вещества в качестве топлива.

2. Отношение тепловой энергии затрачиваемой на отопление и на горячее водоснабжение ориентировочно равно 2:3.

3. Результаты настоящих исследований подтверждают, что в Приднестровье обоснованно сделан переход на уголь в качестве основного вида топлива в теплоэнергетике в условиях санкций.

Список источников

1. Отопление и основы вентиляции: учебное пособие для техникумов / Ф.С. Михайлов – Москва: Стройиздат, 1972. – 414 с.

УДК 519.254

Сидоров М.В.
Научный руководитель: Загретдинов А.Р., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ПРЕДОБРАБОТКА ДАННЫХ СИСТЕМ АКУСТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация. *Процесс предобработки данных играет важную роль для их анализа с использованием методов машинного обучения. Эта статья освещает основные методы предобработки данных систем акустического обнаружения утечек трубопроводов.*

Ключевые слова: *виброакустические датчики, предобработка данных, машинное обучение, обнаружение утечек, фильтрация, нормализация, удаление выбросов, извлечение признаков, временные ряды.*

Для выявления утечек в трубопроводах используются виброакустические датчики. Однако получаемые с них данные часто содержат шум и артефакты, что делает их сложными для анализа. Поэтому предобработка данных является необходимым этапом для повышения точности и надежности моделей машинного обучения.

Первый шаг в предобработке данных — это фильтрация. Часто сигнал может содержать высокочастотный шум, который может затруднить анализ. Для устранения такого шума применяются фильтры нижних частот, которые сохраняют основные компоненты сигнала и удаляют нежелательные колебания. Например, можно использовать фильтр Баттерворта, который эффективно удаляет высокочастотные помехи без значительной потери важных данных. [1, 3].

Следующий способ предобработки данных - это этап нормализации имеющихся данных. Это необходимо для приведения всех измеряемых величин к единой шкале, что особенно важно, если модели машинного обучения используют различные алгоритмы, чувствительные к масштабу данных. Нормализация помогает избежать ситуаций, когда один тип данных подавляет другой из-за разницы в масштабе. Применение таких техник, как минимаксное (минимально-максимальная нормализация) и Z-

преобразование, позволяет улучшить качество обучаемых моделей. [2,5].

Кроме того, необходимо учитывать удаление выбросов, которые могут искажать результаты анализа. Выбросы могут возникнуть из-за неправильного считывания данных или внешних факторов, таких как сильный ветер или дорожное движение рядом с трубопроводом. Применение методов, таких как алгоритм на основе режима межквартильного расстояния или метод кластеризации с использованием алгоритма DBSCAN, работающие путем группировки точек данных, плотно расположенные друг к другу, и помечает выбросы как шум на основе их плотности в пространстве объектов, что позволяет удалять идентифицированные выбросы. [4, 6].

Сложным, но важным этапом предобработки данных является извлечение признаков. Извлечение правильных характеристик из сырых данных, таких как временные области и частотные области, способствует повышению точности моделей. Спектральный анализ, включая преобразование Фурье и вейвлет-преобразование, также может быть полезен для понимания частотных характеристик сигнала. [2, 7]

Наконец, важно обеспечить правильное разделение данных на тренировочные и тестовые выборки, чтобы предотвратить переобучение и обеспечить надежность итоговой модели. Это может быть достигнуто с использованием методов кросс-валидации, которые позволяют более эффективно оценить производительность модели, путем повторения процесса разделения данных различными методами, чтобы получить более надёжную оценку производительности модели.

В заключение, предобработка данных, полученных с помощью виброакустических датчиков для обнаружения утечек в трубопроводах, включает в себя множество этапов: фильтрация, нормализация, удаление выбросов и извлечение признаков. Каждый из этих этапов критически важен для повышения качества данных и, следовательно, для эффективности моделей машинного обучения. Интеграция всех этих процессов позволяет значительно повысить эффективность работы моделей машинного обучения, что в конечном итоге улучшает качество обнаружения утечек и повышает безопасность трубопроводных систем.

Список источников

1. Бранцевич П.Ю., Костюк С.Ф., Базылев Е.Н., Базаревский В.Э. Методика применения программных средств обработки вибросигналов при оценке технического состояния механизмов и агрегатов // Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния – 2013 г. – Минск. – С. 102-103

2. Оппенгейм Аллан В. (ред.). Применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1980. - 552 с.

3. Сидоров М.В. Моделирование в задачах ультразвукового контроля / М.В. Сидоров // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2009. – № 1. – С. 224-227.

4. Хузяханов Е.И. Эффективные методы предобработки данных: как подготовить данные для машинного обучения / Е.И. Хузяханов, С.С. Шарко, П.М. Поляков // Современные научные исследования и инновации. – 2024. – № 11(163).

5. Wu T., & Zhang, X. (2022). "Data Preprocessing Techniques for Noise Reduction in Acoustic Sensors." Journal of Vibration Engineering, 125(3), 215-231.

6. Han Y., et al. (2023). "Machine Learning Approaches for Pipeline Leak Detection Using Vibration Data." Machine Learning in Science and Technology, 2(1), 16-32.

7. Smith R. D., & Lewis, M. (2020). "Butterworth Filter Design for Signal Processing." IEEE Transactions on Signal Processing, 68(5), 1243-1252.

УДК 697.34

Тимургалиева К.Э.
Научный руководитель: Загретдинов А. Р., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАЗАНИ

Аннотация. *Статья посвящена анализу проблем низкой эффективности систем теплоснабжения крупных развивающихся городов на примере города-миллионника Казань. Для этого был выполнен обзор существующей схемы теплоснабжения города и выявлены основные и неочевидные проблемы в централизованной системе Казани.*

Ключевые слова: *теплоснабжение, эффективность, централизованная система.*

Теплоснабжение – важная отрасль экономики России, которая имеет множество проблем. В процессе активного развития крупных городов особенно остро встает вопрос о совершенствовании систем теплоснабжения.

Города-миллионники представляют перспективные места для комфортной жизни населения и активного роста бизнеса. В виду этого городская система теплоснабжения испытывает дополнительную нагрузку, с которой старое оборудование не справляется.

Целью данной работы является выявление наиболее важных проблем снижения эффективности работы систем теплоснабжения крупных городов (на примере города Казань).

Система теплоснабжения города Казань является централизованной, закрытого типа. В Казани, также как и в других крупных городах, большая доля выработки энергии происходит в комбинированном режиме.

Основными производителями тепловой энергии выступают источники ОАО «Татэнерго», в числе которых КТЭЦ-1 и КТЭЦ-3, районные котельные «Азино», «Горки», «Савиново»; и 127 котельных МУП «ПО Казэнерго». Также в городе работают ведомственные котельные, мощность которых составляет не более 2% от всей мощности системы.

Суммарная располагаемая мощность системы теплоснабжения города составляет 3479 Гкал/час. В существующих реалиях отмечается дисбаланс в работе оборудования, когда теплогенерирующее оборудование одного источника работает на износ, пока оборудование других источников работает лишь на половину.

Снабжение потребителей города Казань тепловой энергией сталкивается со следующими основными проблемами [1]:

- Высокий уровень изношенности тепловых сетей;
- Износ и моральное старение генерирующего оборудования энергетического хозяйства;
- Недозагруженность мощного оборудования по производству тепловой энергии, работающих в режиме комбинированной выработки;
- Низкая доля утепленного трубопровода надземных магистралей, за счёт чего растёт объем технологических потерь;
- Санкции, наложенные на энергетическое оборудование, приводят к невозможности замены оборудования на более технологичное и качественное.

Среди неочевидных, напрямую не связанных с технологическим процессом, можно выделить следующие проблемы:

- Активная застройка пригородных зон новыми жилыми комплексами и уменьшение доли частных секторов в городе приводит к увеличению потребителей тепловой энергии;
- Высокая цена реконструкции котельного оборудования и трубопроводов приводит к скачкообразному росту тарифов на тепловую энергию;
- Такие категории потребителей, как население и предприятия рассматривают в качестве альтернативного и наиболее перспективного источника тепла – автономные котельные;
- Низкая мотивация работы над ошибками управляющих компаний, из-за чего возникают аварии и перебои подачи тепловой энергии.

Все вышеизложенные проблемы сводятся к незаинтересованности энергетических компаний по повышению показателей эффективной работы источников генерации тепловой энергии, поскольку капитальные затраты и затраты на поддержание генерирующих мощностей на достаточном уровне увеличивают и без того высокий срок окупаемости

[2]. Для решения этой первостепенной проблемы необходимо стимулирование энергетического сектора со стороны государства.

Проблему износа теплотрасс и их утепления может решить поиск и введение новых инновационных материалов, способных заменить устаревшие элементы, постепенно заменяя, таким образом, всю длину магистрали.

Таким образом, решение большинства возникших в секторе тепловой энергетики проблем связано с неготовностью руководства вкладываться в рискованные решения, поскольку тепловая энергетика является одной из наиболее ресурсоёмких и убыточных отраслей.

Список источников

1. Есаян Л.Н. Современные проблемы теплоснабжения городов и рациональные пути их решения // Актуальные исследования. 2021. №1 (28). С. 13-15. URL: https://apni.ru/article/1726-sovremennie-problemi-teplosnabzheniya-gorodov

2. Терентьева А.С. Анализ основных проблем централизованного теплоснабжения в России на современном этапе / А.С. Терентьева // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2020. – № 18. – С. 253-273. – DOI 10.47711/2076-318-2020-253-273. – EDN THHLDV.

УДК 658.26

Хисамутдинов Р.А.
Научный руководитель: Григорьева Е.Н., канд. техн. наук, доцент
Йошкар – Олинский Аграрный колледж ФГБОУ ВО "ПГТУ"

ОТОПЛЕНИЕ ЧАСТНОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОКОНТУРНОГО КОТЛА И БОЙЛЕРА ДЛЯ ГВС

Аннотация. *В данной статье рассматриваются особенности и преимущества системы отопления частного дома с использованием одноконтурного котла и бойлера для горячего водоснабжения (ГВС).*

Ключевые слова: *отопление, частный дом, одноконтурный котел, бойлер.*

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности и преимущества системы отопления частного дома с использованием одноконтурного котла и бойлера для горячего водоснабжения (ГВС).

Цель работы – предоставить сведения о функциях, преимуществах и недостатках данной системы, а также рекомендации по выбору и установке оборудования.

Результат: практическая информация о выборе котла и бойлера, а также критерии, которые помогают оптимизировать системы отопления и горячего водоснабжения для жилых помещений.

Одноконтурный котел – это отопительное устройство, предназначенное исключительно для нагрева теплоносителя, который затем циркулирует по системе радиаторов или теплых полов. Основные этапы работы системы можно описать следующим образом:

- Нагрев теплоносителя: котел, работающий на газе, дизельном топливе, твердом топливе или электричестве, нагревает воду до заданной температуры.
- Циркуляция: нагретый теплоноситель подается в систему радиаторов. В результате, тепло передается в окружающее пространство.
- Остужение и возврат: остуженный теплоноситель возвращается в котел, где процесс нагрева повторяется.

Для обеспечения горячего водоснабжения в частном доме устанавливается дополнительное оборудование – бойлер, который может быть подключен как к котлу, так и к отдельному источнику энергии.

Преимущества системы:

1. Независимость источников. Одноконтурный котел и бойлер функционируют независимо. Это означает, что в ситуациях, когда отопительная система нуждается в обслуживании или ремонте, использование горячей воды остается доступным. Также это позволяет избежать резкого выключения системы во время отопительного сезона, когда требуется постоянное тепло.

2. Экономия энергоресурсов. Бойлер косвенного нагрева может подключаться к котлу, используя избыточное тепло, вырабатываемое для отопления. Таким образом, система не только обеспечивает горячую воду, но и минимизирует расход топлива за счет максимально эффективного использования уже выработанного тепла.

3. Долговечность. Каждый элемент системы (котел и бойлер) выполняет свою специфическую функцию. Это снижает риск перегрева и других поломок, обеспечивая длительный срок службы оборудования. Сравнение с двухконтурными котлами, которые могут перегреваться и иметь более сложную конструкцию, подчеркивает преимущества раздельных систем.

4. Гибкость. Система позволяет выбрать объем и тип бойлера, исходя из потребностей семьи, а также условий эксплуатации. Пользователи могут выбрать бойлер с накопительным или проточным нагревом, в зависимости от их предпочтений и объема потребления горячей воды.

Недостатки системы

1. Начальные затраты. Установка одноконтурного котла и бойлера требует значительных первоначальных инвестиций. Расходы включают не только стоимость оборудования, но и затраты на монтаж, что может быть существенным для владельцев небольших домов.

2. Занимаемое пространство. Бойлер требует дополнительного пространства, что может стать ограничивающим фактором в небольших помещениях. Владельцам следует учитывать размеры как котла, так и бойлера при проектировании системы отопления.

3. Усложненные требования к обслуживанию

Каждое устройство требует регулярного обслуживания. Это может включать чистку, проверку работы насосов, контроль давления и состояния трубопроводов. Владельцы должны быть готовы к дополнительным затратам и времени на регулярные проверки.

При выборе одноконтурного котла следует учитывать следующие параметры: мощность, тип топлива и коэффициент полезного действия.

Выбор бойлера также требует внимания к таким аспектам, как объем и тип нагрева.

Установка и эксплуатация. Правильная установка системы критически важна для ее эффективной работы. Следует учитывать:

- Проектирование трубопроводов: Проектирование системы трубопроводов должно учитывать минимизацию теплопотерь. Это достигается за счет грамотного расположения радиаторов и изоляции труб.

- Обслуживание: Регулярная проверка оборудования, чистка теплообменников и профилактика могут значительно продлить срок службы системы и снизить риск серьезных неисправностей.

- Нормативные требования: При установке системы необходимо придерживаться строительных и санитарных норм, чтобы избежать проблем с безопасностью эксплуатации.

Заключение

Система отопления частного дома на основе одноконтурного котла и бойлера для горячего водоснабжения является надежным и экономичным решением, обеспечивающим комфорт и высокую эффективность. Основные преимущества такой системы включают независимость компонентов, возможность экономии энергоресурсов и адаптивность под потребности пользователя. Тем не менее, необходимо учитывать начальные затраты и регулярные требования к обслуживанию.

Правильный выбор котла и бойлера, а также грамотное проектирование и монтаж системы позволят минимизировать риски и обеспечить её надежность. В результате, оптимально организованная система отопления и горячего водоснабжения существенно повысит уровень комфорта в вашем доме.

Список источников

1. Белов Д.В. Основы теплоснабжения. М.: Энергия, 2020.
2. Григорьев П.С. Отопление и вентиляция. М.: АСВ, 2018.
3. Мудров Ю.И. Энергоэффективные системы отопления. М.: Техносфера, 2019.
4. Иванов С.Г. Системы отопления: проектирование и монтаж. СПб.: Питер, 2019.
5. Петров А.М. Котлы и бойлеры для отопления частных домов. М.: Книга по требованию, 2022.
6. Сидоров В.Н. Энергосбережение в системах теплоснабжения. М.: Наука, 2021.
7. Николаев А.Т. Выбор и установка отопительного оборудования. М.: Стройиздат, 2018.

Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УК 539:376

Александров Н.А.
Научный руководитель: Рябов И.В., доктор техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Аннотация. *Работа посвящена исследованию повышения точности позиционирования спутниковых систем при ограниченной прямой видимости. Экспериментально доказана возможность совместного использования сигналов систем глобальной спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS . Предложены практические рекомендации по повышению точности позиционирования данных спутниковых систем.*

Ключевые слова. *ГЛОНАСС, GPS, точность, спутниковая навигация.*

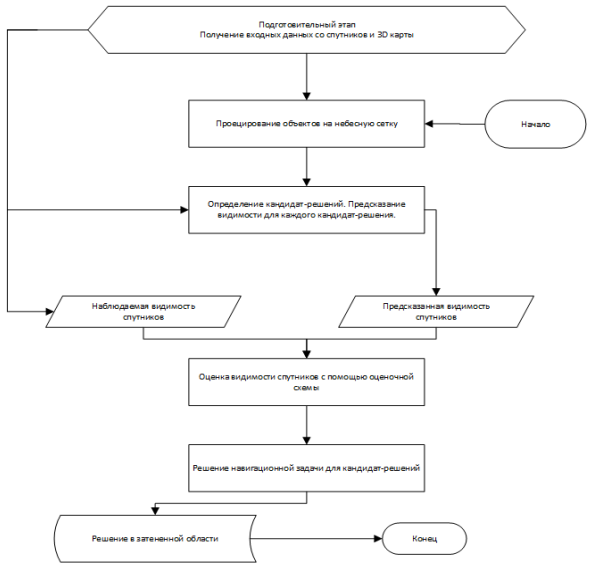
Цель данного исследования – исследование алгоритма повышения точности позиционирования ГЛОНАСС/GPS.

Актуальность: Современные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), играют ключевую роль в различных сферах человеческой деятельности: от транспорта и геодезии до беспилотных технологий. В этой статье мы рассмотрим метод повышения точности позиционирования.

В условиях, когда прямая видимость спутников ГЛОНАСС/GPS ограничена — будь то в густых лесах, урбанизированных зонах с высотной застройкой, горных районах или замкнутых пространствах — традиционные методы спутникового позиционирования демонстрируют существенное снижение точности или полную потерю сигнала. Для компенсации этих ограничений применяются альтернативные подходы, такие как счисление пути (Dead Reckoning), основанное на данных инерциальных датчиков и одометрии, а также методы сопоставления с картографическими данными (Map Matching), которые корректируют

координаты путем привязки к известным пространственным объектам. Однако эти решения имеют свои недостатки: Dead Reckoning подвержен накоплению ошибок со временем, а эффективность Map Matching напрямую зависит от точности и актуальности используемых карт. Таким образом, задача повышения надежности навигации в условиях отсутствия устойчивого спутникового сигнала остается актуальной, требующей дальнейшего совершенствования алгоритмов и интеграции дополнительных источников позиционирования.

Определенная степень улучшения достигается путем совмещения ГНСС с инерциальными бортовыми системами.



Данный алгоритм работы в затененных условиях имеет две фазы – подготовительный и основной. На подготовительной фазе, формируются границы зданий на сетки местоположений. Границы зданий определяются на основе позиции ГНСС-приемника. Для каждого направления (азимута от 0° до 360°) вычисляется край здания в виде набора углов.

Основная фаза выявляет область возможного местоположения в зоне затенения, используя первоначальные координаты с ЛПВ спутников. Далее осуществляется сравнение высоты спутника с высотой зданий в том же азимуте. После, оценивается сходство между прогнозируемой видимостью и фактически наблюдаемой.

В работе используется метод соседних k–решений для определения местоположения, путем усреднения максимальных значений в сетках позиционирования. При такой системе оценки, баллы принимают целые или полу целые значения. Таким образом, несколько точек сетки обычно разделяются высоким баллом. Точки сетки с наивысшими баллами считаются ближайшими соседями.

Данный алгоритм позволяет более точно решить задачу позиционирования при ограниченной прямой видимости спутников и уменьшить погрешность измерений.

Список источников

1. Hopfield H.S. Two-Quartic Tropospheric Refractivity Profile for Correcting Satellite Data // J. Geophys. Res. 1969. V. 74, N 18. P. 4487–4499.

2. Рябов И.В., Толмачев С.В., Чернов Д.А. Выделение значимой информации из слабых сигналов навигационных систем для алгоритмов повышения точности // Радиолокация, навигация, связь(RLNC–2014). – Воронеж: НПФ «САКВОЕЕ», 2014. – с. 476–480

3. Филиал «Прецизионного навигационно-баллистического обеспечения» АО «НПК «СПП» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://glonass-svoevp.ru

УДК 62-5, УДК 004.4

Богданов П.Д., Рудковский К.Е.
Научный руководитель: Селиверстов А.А., канд. техн. наук, доцент
Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ),
Институт лесных, горных и строительных наук

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО МАСЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. *Сообщается об использовании разработанной информационно-аналитической системы для поддержки принятия решений по обслуживанию машин и механизмов на предприятии на основе результатов анализа промышленного масла. Представлены отдельные данные о состояния масла для токарно-карусельного станка «PIETRO CARNAGHI AP100 TMY8000».*

Ключевые слова: *информационно-аналитическая система, промышленное масло, характеристики масла.*

Контроль состояния промышленного масла в процессе эксплуатации машин и механизмов является важной составляющей обслуживания по техническому состоянию – «Condition Based Monitoring» (CBM). Для замены масла следует учитывать его фактическое состояние, взяв пробы масла для последующего анализа (экспресс-контроля или контроля в лаборатории) и оценивая по браковочным показателям. Затем даются рекомендации по замене масла или дальнейшему его использованию, информация об износе механизмов (элементная спектрометрия), эффективность фильтрации и др. результаты [1].

Как показывает практика, использование специализированных систем контроля и мониторинга машин и оборудования на основе результатов анализа масла позволяет избежать чрезмерных затрат на ремонт и простой машин. Загрязненные масла ускоряют износ пар трения в 2-5 раз, а 70-90% случаев отказов машин обусловлены загрязнением масла [2]. Например, система «My Vision Link» зарубежной компанией «CAT» (Caterpillar Inc) с плановым отбором проб масла является неотъемлемой частью профилактического техобслуживания техники «CAT».

В ПетрГУ при участии АО «АЭМ-технологии» «Петрозаводскмаш» в рамках Программы поддержки НИОКР студентов, аспирантов и лиц,

имеющих ученую степень, обеспечивающих значительный вклад в инновационное развитие отраслей экономики и социальной сферы Республики Карелия, в 2024 году, финансируемой Правительством Республики Карелия (Договор №3-Г24 от 20.03.2024 между ФГБОУ ВО "Петрозаводский государственный университет" и Фондом венчурных инвестиций Республики Карелия), реализуется проект «Разработка информационно-аналитической системы для поддержки принятия решений по обслуживанию станочного оборудования на основе результатов анализа промышленного масла» [3].

Разработанная информационно-аналитическая система позволяет хранить и обрабатывать анализы промышленных масел машин и механизмов предприятия. Появляется возможность анализировать периоды обслуживания системы смазки, интенсивность замены масла и степень его загрязнения. Для полноты обработки и анализа собранных данных о промышленных маслах необходимо учитывать условия эксплуатации оборудования, степень нагрузки и многие другие факторы. Система также сигнализирует о возможном износе узла в системе смазки, в случае резкого роста чувствительного для этого узла параметра масла. Дополнительно реализуется функция предсказания процесса деградации масла.

Рассмотрим в качестве примера использование информационно-аналитической системы для контроля состояния масла «Mobil DTE 25» системы «Бак на уравновешивание ползуна» токарно-карусельного станка «PIETRO CARNAGHI AP100 TMY8000».

История по замене масла «Mobil DTE 25» и наглядное представление изменения характеристик масла на рисунке 1.

Токарно-карусельный станок PIETRO CARNAGHI AP100 TMY8000 (Бак на уравновешивание ползуна)																							
Mobil DTE 25	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	Ag	Ti	V	Cd	Ca	P	Zn	Mg	Ba	B	Вязкость при 40°C	Общее кислотное число
2019	5	1	0	1	0	0	0	7	8	0	0	0	0	0	1	62	223	375	4	1	2	44,80	0,84
2021	3	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	20	103	119	0	0	1	42,6	0,22
2022	2	2	0	0	2	0	8	2	1	0	0	0	0	0	0	22	75	113	0	0	1	40,99	0,23
2023	4	6	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	3	87	94	0	0	3	40,72	0,23
2024 (ИГП-30)	6	7	0	0	0	0	14	3	0	0	0	0	0	0	0	10	25	21	0	0	0	43,96	0,09

Рис. 1. История замены и характеристики масла Mobil DTE 25

Установлено, что в пробе масла отобранного с бака на уравновешивание ползуна, от замены, до замены возрастает содержание частиц износа деталей (меди (Cu), железа (Fe)) и пылевых частиц кремния (Si) (рисунок 2). Отмечается постоянное присутствие механических частиц во взвеси масла, загрязнений (натрий (Na) и калий (K)), уменьшение общего кислотного числа, уменьшение вязкости, срабатывание присадок. Все эти данные характеризуют работу станка.

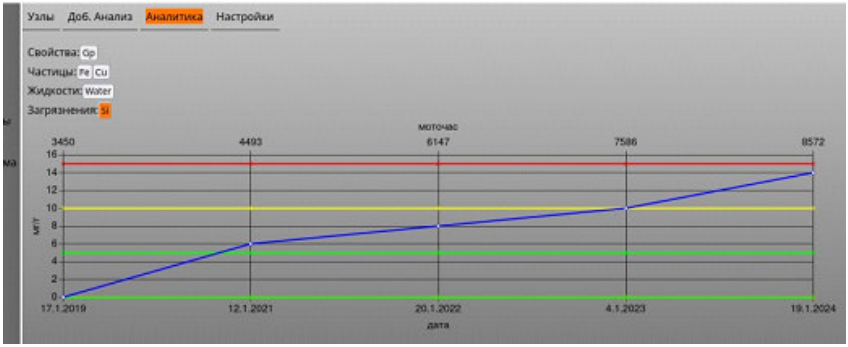


Рис. 2. Модуль системы «Масляный контур», вкладка «Аналитика», пылевые частицы кремния (Si)

Например, наличие частиц железа в анализе масла может сигнализировать об износе подшипников качения, шестерней. Износ масляного насоса – наличие частиц меди в масле. Повышенное содержание кремния – попадание в масло грязи (пыль, песок) вследствие плохой фильтрации. Наличие частиц воды, натрия (Na) и калия (K) является сигналом того, что система негерметична.

Таким образом, разрабатываемая информационно-аналитическая система позволит автоматизировать контроль состояния масла, обратить внимание специалистов на состояние узлов машин и механизмов для предотвращения их отказа.

Список источников

1. Беляев С.В. Моторные масла и смазка двигателей: учебное пособие / С. В. Беляев, А. А. Селиверстов. – Петрозаводск: изд-во ПетрГУ, 2011. – 147 с.

2. Новиков Е. Анализ масел в процессе их эксплуатации. Неизведанная территория / Е. Новиков, М. Кирюхин // Аналитика. – 2015. – №3 (22). – С. 36–47.

3. Селиверстов А.А. Контроль состояния индустриального масла для диагностирования промышленных машин и механизмов / А. А. Селиверстов, К. Е. Рудковский, П. Д. Богданов. – DOI 10.18411/trnio-12-2024-905. – Текст: электронный // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – №116 (Часть 20). – С.35–39. – URL: https://doicode.ru/doifile/lj/116/lj122024p20.pdf (дата обращения: 11.02.2025).

УДК 621.396

Вершинин М.В.
Научный руководитель: Конкин Н.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕЗОННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАЦИЙ ПРЕДИКТОРОВ

Аннотация. *В исследовании представлен сравнительный анализ точности восстановления сезонных значений ПЭС с использованием ансамблевого метода машинного обучения и различных комбинаций динамических предикторов.*

Ключевые слова: *ионосфера, ПЭС, машинное обучение, динамические предикторы, сравнительный анализ.*

Изменения в ионосфере Земли оказывают существенное влияние на распространение радиосигналов, проходящих через неё, и напрямую влияют на качество связи. Исследование этого эффекта возможно с помощью анализа ПЭС (полное электронное содержание). Восстановление ПЭС ионосферы необходимо, так как он является ключевой характеристикой, влияющей на распространение радиосигналов, и его точное определение критически важно для обеспечения качества радиосвязи, навигации и спутниковых систем, при этом данные ПЭС могут быть потеряны из-за сбоев измерительных приборов, воздействия геомагнитных бурь или недостаточной плотности сети мониторинга, что приводит к пробелам в данных и необходимости их восстановления.

Цель – сравнительный анализ точности восстановления значений полного электронного содержания при использовании различных комбинаций динамических предикторов машинного обучения.

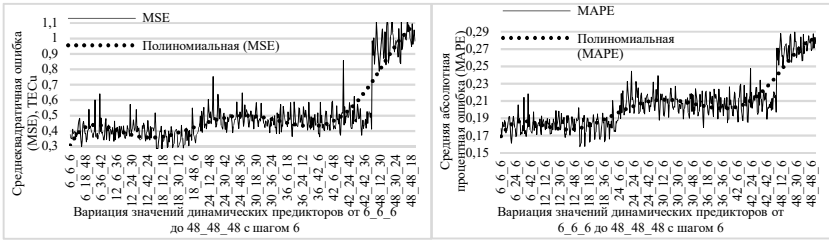
Задачи исследования:

1. Подготовить набор данных с различными комбинациями динамических предикторов.
2. Произвести сравнительный анализ точности восстановления.

Полное электронное содержание (ПЭС) – интегральная характеристика ионосферы, отражающая общее количество электронов на единицу площади. Значения ПЭС демонстрируют выраженную зависимость

от суточных и сезонных вариаций, а также от геомагнитной и солнечной активности [1].

Для качественного восстановления значений ПЭС средствами машинного обучения необходимо сформировать обширный набор данных (предикторы для прогнозирования ПЭС), позволяющий модели машинного обучения найти в них закономерности. В силу ограниченности исходных данных существуют различные методы увеличения итогового набора данных, участвующего в формировании готовой модели машинного обучения. Одним из таких методов является создание динамических предикторов, таких как: сдвиговые (сдвиг на n отсчетов вперед исторических значений ПЭС), дифференцированные сдвиговые (разница между двумя прошлыми значениям) и процентные дифференцированные сдвиговые (процентная разница между двумя прошлыми значениями). Данные предикторы не изменяют исходные данные, а добавляются в виде отдельных столбцов [3]. У каждого подобного предиктора есть шаг, отражающий количество смещений относительно исходной позиции. Изменение данного шага позволяет задать объём прошлых значений, которые могут быть использованы при восстановлении текущих значений. Исследование различных комбинаций этих предикторов позволит выявить их лучшее сочетание и увеличить точность восстановления. В текущем исследовании шаг каждого предиктора варьировался от 12 до 48 с шагом 12 [2]. На рисунке 1 представлены зависимости относительной и абсолютной метрик оценки точности восстановления ПЭС от различных комбинаций предикторов, которые представлены в формате n_d_p. Первое число (n) формата n_d_p — обозначает шаг простого сдвига, второе (d) — дифференцированного сдвига, третье (p) — процентного дифференцированного сдвига.



а) б)

Рис. 1. Зависимость среднеквадратичной ошибки (MSE) (а) и средней абсолютной процентной ошибки (MAPE) (б) от различных комбинаций предикторов

В данной работе было проведено исследование точности восстановления сезонных значений ПЭС при использовании различных комбинаций динамических предикторов. Сравнительный анализ показал, что самая высокая точность наблюдается при использовании шагов предикторов, находящихся в диапазоне от 6 до 24, поскольку средняя абсолютная ошибка находится в пределах 0,21, а среднеквадратичное отклонение — в пределах 0,5 TECu. Последующее увеличение значения шага значительно увеличивает показания метрик (MAPE на 0,1, MSE — на 0,4 TECu) и существенным образом понижает точность восстановления (с 0,9 до 0,7) при по метрике коэффициента детерминации R^2.

Список источников

1. Вершинин М.В. Синтез структур нейронных сетей для решения задачи прогнозирования ПЭС ионосферы земли / М.В. Вершинин // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2024. – № 1. – С. 290-292.

2. Рябова Н.В. Восстановление временного хода ПЭС с использованием методов машинного обучения / Н.В. Рябова, Н.А. Конкин, М.В. Вершинин // Распространение радиоволн : сборник докладов I Всероссийской молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти Д.С. Лукина, Йошкар-Ола, 11–14 ноября 2024 года. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2024. – С. 113-117.

3. Замогильный Д. Прогнозирование полного электронного содержания ионосферы на основе алгоритмов машинного обучения // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. №4.

УДК 681.57

Коробов И.Н., Галеев Д.О.
Научный руководитель: Иванов А.В.
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СОРЕВНОВАНИЙ

Аннотация. *Разрабатывается конструкция колесной роботизированной платформы для проведения соревнований оптимальная с точки зрения подключения датчиков.*

Ключевые слова: *роботизированные устройства, контроллер ESP32, 3d модель.*

Целью работы является разработка конструкции колесной роботизированной платформы позволяющая:

1) подключать разные контроллеры (Arduino Mega и ESP32);

2) уменьшить количество проводов для подключения датчиков.

3) упростить подключение периферийного оборудования к платформе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) разработать плату для размещения основных компонентов колесной платформы, к которым относятся: управляющий контроллер, преобразователь напряжения, драйвер управления коллекторными двигателями;

2) разработать 3d модели креплений для установки power bank'a, линейки с датчиками линии, дальномеров и сервопривода.

В качестве аналога была взята роботизированная платформа, которую использовали на кафедре ИВС ПГТУ для проведения Всероссийской студенческой олимпиады. Существующая конструкция колесной платформы имеет следующие недостатки:

1. Сложность сборки. Датчики устанавливались на макетную плату, следствием чего было большое количество проводов. Это в свою очередь затрудняет процесс сборки и увеличивают вероятность ошибок при подключении устройств.
2. Ненадежность. Избыточное количество соединений может приводить к дребезгу контактов и, следовательно, к сбоям в работе платформы секунда.
3. Не универсальность система питания. Платформа питалась от двух аккумуляторных батарей, уровень заряда которых нужно определять при помощи мультиметра. Для подзарядки требуется вынимать батареи.

В разрабатываемой платформе было принято решение разработать плату, на которой будут размещены основные компоненты платформы: управляющий контроллер, преобразователь напряжения, драйверы управления коллекторными двигателями. Плата разрабатывалась таким образом, чтобы можно было подключать как Arduino Mega, так и ESP32, что обеспечивает гибкость в выборе платформы при разработке робота (рис. 1 и 2). Очевидно, что основной упор делался на использование контроллера ESP32. В отличие от 8-разрядной архитектуры Arduino MEGA, ESP32 имеет 32-разрядную архитектуру, что позволяет ему обрабатывать в четыре раза больше информации за один такт работы. Это значительно увеличивает производительность как контроллера, так и всей системы. Кроме того, ESP32 обладает двумя ядрами и большим количеством линий интерфейса I^2C, что упрощает подключение периферийных устройств и уменьшает количество проводов.

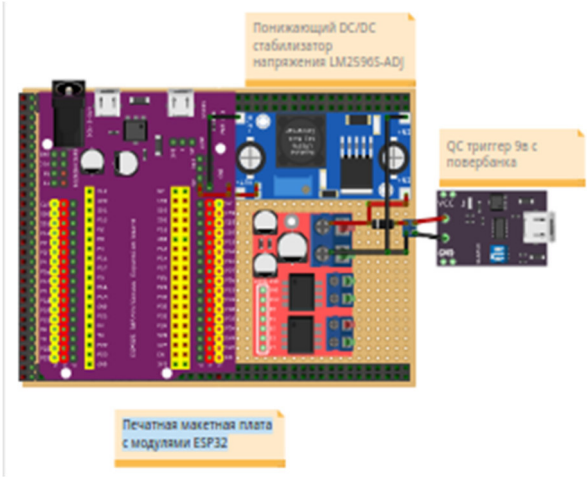


Рис. 1. Вид платы при подключении ESP32

Ультразвуковые дальномеры были заменены на лазерные, что обеспечивает более стабильное считывание данных благодаря меньшей слепой зоне по сравнению с инфракрасными и ультразвуковыми датчиками. Вместо трех датчиков линии в новой платформе используется бампер с девятью датчиками, что значительно увеличивает площадь видимости датчиками. Это существенно уменьшает вероятность схода платформы с линии, что было проблемой в предыдущей модели. Также, благодаря интерфейсу I^2C, можно подключать лазерные дальномеры через

общие шины SCL и SDA, что дополнительно снижает количество отдельных соединений с контроллером.

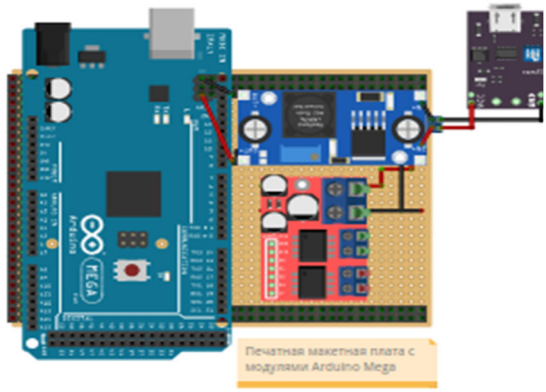


Рис. 2. Вид платы при подключении Arduino Mega

В новой колесной платформе используются бесколлекторные моторы с встроенными энкодерами, что уменьшает дребезг и повышает стабильность передвижения. Это улучшение в конструкции моторов позволяет достичь более точного контроля над движением платформы, что является критически важным для успешного участия в соревнованиях. Для крепления линейки светодиодов была разработана 3d модель крепления, которое позволяет регулировать расположение датчиков как по высоте, так и выдвигать их вперёд перед платформой.

Список источников

1. Крейг Д. Дж. Введение в робототехнику. Механика и управление / Д. Дж.; пер. с англ. Колесниченко Ю.В.; ред. пер. Павловский В.Е. - М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2013. - 543 с.

2. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Блум Дж. – Издательство: БХВ-Петербург, 2022. – 326 с.

УДК 539.376

Ёлкин Д.А.
Научный руководитель: Бельгибаев Р.Р., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЫБОР СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. *Представлен маршрутизатор и точка доступа, их характеристики и анализ.*

Ключевые слова: *Wi-Fi, точка доступа, сигнал, безопасность, технология.*

Ubiquiti UniFi Dream Machine (UDM) - это инновационное устройство, которое объединяет в себе функции маршрутизатора, точки доступа и контроллера *UniFi*. Вот некоторые ключевые особенности и преимущества данного устройства:

1. Характеристики *Ubiquiti UniFi Dream Machine (UDM)*:

- Мощность:

• Процессор: *Quad-Core* 1.7 *GHz*.

• Объем оперативной памяти: 2 GB RAM.

• Встроенная память: 16 GB флэш-памяти.

- Порты для сетевого подключения:

4 порта *Gigabit Ethernet* для проводной связи.

1 порт *WAN* для подключения к интернету.

Безопасность:

• Функции *IDS/IPS* (*Intrusion Detection/Prevention System*) обеспечивают защиту от угроз.

• Встроенный брандмауэр и поддержка *VPN* для обеспечения безопасности.

Управление:

-Простая настройка и автоматические обновления прошивки.

-Для управления сетью доступны веб-интерфейс и мобильное приложение.

Беспроводная связь:

-Максимальная пропускная способность до 1.7 *Gbps* на двухдиапазонном (2.4 *GHz* и 5 *GHz*) *Wi-Fi* 5 (802.11*ac*).

-Улучшение качества связи благодаря поддержке *MU-MIMO* и *Beamforming*.

-Встроенный контроллер *UniFi* в *Ubiquiti UniFi Dream Machine (UDM)* позволяет управлять другими устройствами *UniFi*, а также поддерживает гостевые сети и *VLAN* для эффективного разделения трафика. Это обеспечивает удобство использования устройства, так как оно объединяет в себе функции маршрутизатора, точки доступа и контроллера, что делает установку и управление сетью более простыми.

1. Безопасность:

Защита сети от внешних угроз обеспечивается встроенными функциями безопасности.

2. Современный интерфейс управления:

Легкое управление сетью и доступ к аналитике обеспечиваются удобным приложением и веб-интерфейсом.

3. Поддержка новых технологий:

Отличная производительность для большинства домашних и малых офисных потребностей обеспечивается *UDM*, хотя он поддерживает *Wi-Fi* 5.

4. Расширяемость:

Дополнительные точки доступа и устройства *UniFi* легко добавляются для расширения сети по мере необходимости.

В поисках простоты в управлении сетью, но без жертвы производительности и безопасности, *Ubiquiti UniFi Dream Machine (UDM)* предлагает идеальное решение. Это надежное и высокоскоростное соединение подходит как для домашних пользователей, так и для небольших офисов.

2. *U6-Mesh* - это точка доступа *Wi-Fi* 6, которая разработана компанией *Ubiquiti* для формирования *mesh*-сетей в помещениях с сложной структурой. Она идеально подходит для обеспечения покрытия в таких местах, где требуется использование нескольких устройств для этой цели. *U6-Mesh* способен работать самостоятельно или в сети *mesh* с другими устройствами *UniFi*.

Основные технические характеристики *U6-Mesh* включают:

- Поддержку стандарта *Wi-Fi* 802.11*ax* (*Wi-Fi* 6)

- Работу в двух диапазонах: 2.4 *ГГц* (до 574 *Мбит/с*) и 5 *ГГц* (до 1201 *Мбит/с*)

- Возможность использования *mesh*-технологии для создания единой бесшовной сети *Wi-Fi* с объединением нескольких точек доступа.

U6-Mesh предлагает несколько преимуществ: увеличенная зона охвата благодаря технологии *Mesh*, простота настройки через *UniFi Network Controller* и плавный переход между точками доступа для

бесперебойного соединения. Питание по *Ethernet* (802.3*af*), стильный дизайн с защитой от пыли и влаги *IP*54 и управление через *UniFi Network Controller* делают устройство удобным как для внутренней, так и внешней установки.

- Идеальное соединение: *Wi-Fi* 6 гарантирует высокую пропускную способность и стабильность передачи данных.

- Надежность в условиях помех: *Mesh*-технология обеспечивает стойкость к внешним воздействиям и надежную работу всей системы.

- Гибкость установки: *U6-Mesh* можно устанавливать в любых условиях - как внутри, так и снаружи зданий.

Когда выбрать *U6-Mesh*:

- Сложное планирование помещения: Если необходимо обеспечить покрытие в труднодоступных местах.

- Расширение сети *UniFi*: *U6-Mesh* легко интегрируется в уже существующую сеть *UniFi*, обеспечивая бесперебойную работу.

U6-Mesh идеально подходит для установки на улице благодаря защите *IP*54, обеспечивая надежное и быстрое *Wi-Fi* соединение для малых и средних предприятий, кафе и ресторанов с большим количеством пользователей.

При выборе следует учитывать:

- Для обеспечения подключения большого количества пользователей возможно потребуется использовать несколько точек доступа *U6-Mesh*.

- Если у вас нет коммутатора с поддержкой *PoE*, для подачи питания *U6-Mesh* необходим *PoE*-инжектор.

- Управление *U6-Mesh* осуществляется через *UniFi Network Controller*, поэтому важно убедиться в его совместимости.

Список источников

1. Ubiquiti UniFi 6 AP Mesh [Электронный ресурс] – 2022г. – режим доступа: https://asp24.ru/besprovodnoe-oborudovanie/tochki-dostupa/ubiquiti-unifi-6-ap-mesh-u6-mesh.

2. Ubiquiti Dream Machine [Электронный ресурс] – 2019г. – режим доступа: https://ubiquiti.ru

УДК 539:376

Колотеев Я.Ю.
Научный руководитель: Буканова Т.С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВС С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ВЫПРЫСКА ВОДОМЕТАНОЛА

Аннотация. *Работа посвящена исследованию повышения эффективности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) посредством впрыска водометанольной смеси (ВМС). Экспериментально доказана возможность увеличения мощности и снижения расхода топлива при одновременном уменьшении выбросов вредных веществ путем оптимизации параметров впрыска ВМС. Предложены практические рекомендации по внедрению данной технологии для улучшения характеристик ДВС.*

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания (ДВС), впрыск водометанола (ВМС), эффективность, топливная экономичность, снижение выбросов, мощность.*

Цель данного исследования – исследование способа повышения эффективности ДВС методом внедрения системы впрыска водометанола.

Внутреннее сгорание, или ДВС (двигатель внутреннего сгорания), давно служит основным источником движения для автомобилей, мотоциклов и других транспортных средств. Однако в свете современных требований к экологичности и эффективности, существует необходимость в постоянном улучшении технологий внутреннего сгорания. В этой статье мы рассмотрим один из инновационных методов повышения эффективности ДВС - систему впрыска водометанола.

Двигатели внутреннего сгорания работают за счет смешивания топливо-воздушной смеси и последующего воспламенения этой смеси в цилиндре. Однако, чтобы сделать этот процесс более эффективным, можно использовать дополнительные вещества, такие как метанол, для улучшения сгорания и снижения выбросов вредных веществ.

Водометанол - это смесь воды и метанола, которая может быть использована как дополнительное топливо в ДВС. Установка системы впрыска водометанола в автомобиль позволяет подавать эту смесь в

цилиндры двигателя вместе с обычным бензином или дизельным топливом. Это приводит к ряду положительных эффектов:

Увеличение октанового числа: Водометанол повышает октановое число топлива, что улучшает его сгорание и снижает риск детонации. Это позволяет работать двигателю более эффективно и даже повысить мощность.

Преимущества:

1) **Снижение выбросов:** Сгорание водометанола в ДВС происходит более полно и чисто, что снижает выбросы углекислого газа, оксидов азота и других вредных веществ. Это позволяет соответствовать более строгим стандартам по экологии.
2) **Экономия топлива:** Благодаря повышенной эффективности сгорания, система впрыска водометанола может уменьшить потребление основного топлива, что снизит расходы на заправку.
3) **Увеличение момента на низких оборотах:** Водометанол обеспечивает более высокий момент на низких оборотах двигателя, что делает автомобиль более отзывчивым и комфортным в городском движении.
4) Установка системы впрыска водометанола может быть выполнена как на новых автомобилях, так и на старых. Это делает ее доступной для широкого спектра водителей. К тому же, метанол доступен и дешев в производстве, что позволяет экономить на топливе в долгосрочной перспективе.

Системы впрыска водометанола предоставляют уникальную возможность улучшить эффективность ДВС, снизить вредные выбросы и сэкономить на топливе. В будущем, с ростом требований к экологичности и эффективности транспорта, такие системы могут стать стандартом для автомобилей и других средств передвижения

Список источников

1. Heywood, John B. "Internal Combustion Engine Fundamentals." //McGraw-Hill Education, 1988.
2. Gaurav, Rajesh, et al. "A review on application of water-methanol injection in internal combustion engines." // Renewable and Sustainable Energy Reviews 94 (2018): 492-504.
3. Sabeel, R., and D. Vijayakumar. "Performance, Emission and Combustion Characteristics of a Diesel Engine Using Water-Methanol Emulsion Fuel." //Procedia Engineering 38 (2012): 3906-3919.

УДК 539.376

Короткова Н.А.
Научный руководитель: Конкин Н.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНОГО КР-ИНДЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЕВОГО РЕГРЕССИОННОГО МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. *Статья посвящена прогнозированию планетарного индекса Кр с использованием методов машинного обучения. Результаты сравниваются с данными лаборатории солнечной астрономии ИКИ и ИСЭФ, выявлены различия в точности прогнозов. Для оценки качества предсказаний были применены разнообразные метрики, такие как RMSE, MAE, каждая из которых помогает определить уровень точности модели.*

Ключевые слова: *Кр, геомагнитная активность, методы машинного обучения, прогнозирование временных рядов.*

Планетарный Кр-индекс — ключевой показатель геомагнитной активности, важен для прогнозирования влияния солнечной возмущений на инфокоммуникационные системы. Традиционные методы прогнозирования ограничены сложностью учета всех факторов и высокими вычислительные затратами, тогда как машинное обучение (МО) обеспечивает анализ больших объемы данных и повышение точности прогнозов [1,2,3].

Цель работы — разработка методики прогнозирования планетарного Кр-индекса на основе ансамблевого регрессионного метода машинного обучения.

В работе использован метод случайного леса (RandomForestRegressor) библиотеки scikit-learn для прогнозирования планетарного индекса Кр благодаря его способности эффективно обрабатывать нелинейные зависимости. Датасет включает данные индексов Kp, ap, D, F10.7, Bz-med, Bz-min и Bz-max за 2023 год (2920 отсчетов с шагом 3 часа за летний период). Также подготовлены временные (год, месяц, день, час) и сдвиговые признаки (сдвиги и разности значений Kp, ap, D, F10.7, Bz-med, Bz-min и Bz-max). Всего 8 признаков.

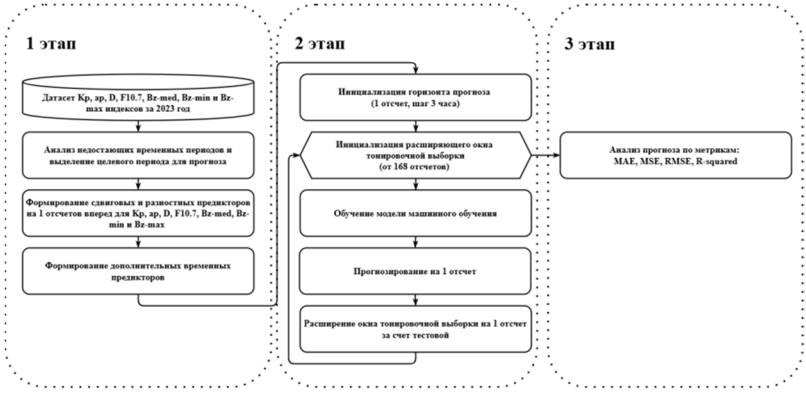


Рис.1. Визуализация алгоритма прогнозирования: от формирования датасета до оценки качества моделей

Алгоритм прогнозирования для решения третьей задачи представлен на рисунке 1. На первом этапе выполняется формирование датасета временных и сдвиговых признаков и определение целевых дат для прогноза. На втором этапе задается горизонт прогноза, инициализируется размер тренировочной части, который является расширяющимся окном и увеличивается после каждого прогнозированного отрезка на период прогноза. Также на втором этапе для летнего сезона выполняется прогноз на 3 часа. Результаты прогнозирования за каждый месяц сохраняются и их точность оценивается на этапе 3. В качестве метрик оценки точности прогноза Kp использованы: RMSE, MAE.

Рис.2. Результаты прогнозирования Kp индекса по данным лаборатории солнечной астрономии ИКИ и ИСЭФ (Xras) и исследуемой модели RandomForestRegressor в сравнении с оригинальным ходом Kp.

На рис. 2 представлено сравнение прогнозов для модели случайного леса и лаборатории солнечной астрономии ИКИ и ИСЭФ (Xras), в рам-

ках летнего сезона. Для решения данной задачи были собраны значения Kp с сайта ИКИ и ИСЭФ. Прогноз Xras показал средние значения 1,39 Kp по RMSE, 1,18 Kp по MAE. В то же время, результаты аналогичных прогнозов модели случайного леса составили 0,88 Kp по RMSE и 0,71 Kp по MAE. Сравнительный анализ предложенной модели с данными лабораторий ИКИ и ИСЭФ продемонстрировал более высокую точность прогнозирования: снижение на 0,48 Kp по RMSE, на 1,16 Kp по MAE.

В результате исследования разработана методика прогнозирования Kp-индекса с использованием моделей машинного обучения (случайный лес).

Список источников

1. Жабкина Ю.А. Выявление статистических закономерностей при анализе данных ПЭС в периоды возмущенной и спокойной ионосферы / Ю.А. Жабкина // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2024. – № 1. – С. 301. – EDN BJGMLN.

2. Ермолаев Ю.И, Ермолаев М.Ю. Солнечные и межпланетные источники геомагнитных бурь: аспекты космической погоды // Геофизические процессы и биосфера. – 2009. – Т. 8. – №. 1. – С.5–35.

3. Ясюкович Ю.В и др. GIMLi: глобальная модель общего содержания электронов в ионосфере на основе машинного обучения // Решения для GPS. – 2021. – Т. 25. – №1. – С. 19. – Изд-во: Springer Berlin Heidelberg.

УДК 621.311.62

Корчагин К.О.
Научный руководитель: Сушенцов Н.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПЕЦИФИКА РЕЖИМА РАБОТЫ МАГНЕТРОННОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ПИТАНИИ МАГНЕТРОНА ПОСТОЯННЫМ ИЛИ ИМПУЛЬСНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ

Аннотация. *В статье разобраны достоинства и недостатки источников питания постоянного и переменного напряжения, и характерные образования дефектов при напылении плёнок титана как при импульсном источнике питания, так и при постоянно источнике питания.*

Ключевые слова: *магнетронное распыление, источники питания, тонкие плёнки, тлеющий заряд, реактивное напыление.*

Источники питания. В магнетронных установках источники питания (ИП), самого магнетрона, занимают ключевую роль в напылении тонких плёнках любого материала. От выходных параметров ИП зависит режим работы самой магнетронной установки, где, регулируя два параметра влечёт за собой целый спектр изменяемых параметров. За частую блок питания настраивается двумя выходными параметрами, где настраивается напряжения, а в след за ним и ток, и частота подачи импульсов. Хоть выбор не настраиваемых параметров не велик, но от них зависят протыкаемые процессы, при напылении тонких плёнок, таких как: стабильность тлеющего разряда, приобретаемая скорость частиц материла, скорость осаждения материала, температура подложки, скорость и структура осаждения.

Особенности тлеющего разряда от типа питания и проблематика зародышей материала на подложке.

У импульсных источников питания (ИИП) частота сигнала настраивается в пределе от 10 до 350 кГц, но выбор, зачастую, падет на режим работы в пределах от 10 до 70 кГц, в пределах этих частот происходит сильная ионизация частиц, что благоприятно сказывается на адгезию плёнки и её плотности, сама плёнка начинает расти в виде плотного и большого количества зародышей имеющих в своей структуре дефекты распространённые по всей плоскости плёнки, которая парируется уве-

личением толщины плёнки, и дополнительным подогревом самой подложки, для более активной инжекции атомов в структуре плёнки[1]. ИИП хорош тем, что образует плазму в виде всплесков, и не даёт образоваться такому эффекту как образование микродуг, между мишенью и катодом, что нельзя сказать о источнике питания постоянном, из-за постоянного тока, образование микродуг повышается, и требуются дополнительные средства для их устранения. В свою очередь источники питания постоянного тока (ИИПТ), держат плазму в постоянном состоянии, из-за чего она становиться более предсказуема, при анализе хода работы магнетрона, постоянность плазмы влечёт за собой долгое и очаговое образование зародышей, но дефеты структуры сконцентрированы на стадии образования зародыша, и не влияют на всю остальную структуры плёнки, такой эффект очаговых дефектов объясняется тем, что подложка постоянна нагрета из-за чего в разы увеличивается тепловая диффузия атомов на протяжении всей образовывавшееся структуры плёнки [2].

Реактивное напыление, оксиды и нитриды.

Характерная проблема в использовании ИИПТ, при распылении пёлнок с примесью кислорода, на мишени образуется диэлектрический слой, что приводит к накоплению заряда на поверхности мишени, что в свою очередь способствует образованию микродуг. Образование микродуг пагубно влияет на на структуру плёнок и на саму мишень, на мишени образуется эрозиальные очаги, они влияют на вектор распространения атомов внутри камеры, также при образовании микродуг атомы начинают распространятся не каждый по отдельности в потоке, а скоплениями в виде капельного эффекта, что негативно сказывается на структуре плёнки. Что бы предотвратить негативные эффекты, приходится подавать кислород в низких концентрациях.[3] Менее пагубно кислород воздействует на мишень при использовании ИИП, что уменьшает сопротивление мишени и способствует более быстрому росту плёнок, однако приходиться выбирать, либо у вас очень тонкая плёнка, но с множественными дефектами образованные от зародышей, либо плёнка более толстая, но более стабильная структура, при использовании ИИПТ получается получить более стабильные в структуре плёнки и более тонкие как таковые, из-за более долгого роста.

Таким образом если анализировать проблематику режима работы, то можно сказать, что при питании магнетрона с помощью ИИПТ процесс требует более пристальное внимания над задаваемыми параметрами при напылении плёнок, в свою очередь сам режим работы ограничен определёнными узкими рамками, если выходить за их пределы, особенно

при реактивном напылении, то качество тонких плёнок будет сильно страдать, хотя сам режим работы подходит для массового производства, в котором не требуется высокое качество плёнок. ИИП даёт более стабильный режим работы и имеет более широкие рамки возможностей, при реактивном распылении плёнки получаются более качественные и сам процесс напыления происходит более стабильнее, но, чтобы поддерживать качество на высшем уровне, требуется более дорогое оборудование.

Список источников

1. Gudmundsson J.T. High power impulse magnetron sputtering (HiPIMS): Fundamentals, technologies, and challenges / J. T. Gudmundsson [et al.] // Journal of Applied Physics. – 2012. – Vol. 111, No. 8. – Art. 081301.
2. Sarakinos K. High power impulse magnetron sputtering: Current-voltage-time characteristics indicate the onset of sustained self-sputtering / K. Sarakinos [et al.] // Journal of Applied Physics. – 2010. – Vol. 108, No. 12. – Art. 123305.
3. Sproul W.D. Reactive sputtering of stoichiometric TiN films / W. D. Sproul // Surface and Coatings Technology. – 1996. – Vol. 86-87. – P. 170-176.

УДК 621.311.62

Кугергин А.Н.
Научный руководитель: Сушенцов Н.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ НА ТОНКИЕ ПЛЁНКИ

Аннотация. *В статье рассматривается влияние выходных параметров импульсного блока питания (ИБП) на свойства тонких плёнок. Описываются такие параметры, как напряжение, ток, мощность и стабильность работы, и их воздействие на электрические и тепловые характеристики плёнок. Предлагается методика экспериментального исследования для изучения этого влияния. Статья подчёркивает важность понимания взаимосвязи между параметрами ИБП и свойствами плёнок для оптимизации работы электронных устройств.*

Ключевые слова: *напряжение, ток, частота, тонкие плёнки, алюминий.*

Цель проекта – исследовать, как выходные параметры импульсного блока питания (напряжение, ток, частота пульсаций) влияют на свойства тонких плёнок, используемых в различных технологических процессах.

Импульсные блоки питания (ИБП) являются важной частью многих электронных устройств. Они обеспечивают питание компонентов, преобразуя входное напряжение в необходимые выходные параметры. Одним из важных применений ИБП является питание магнетронов, которые используются в различных областях, таких как медицина, промышленность и научные исследования.

Тонкие плёнки различных материалов, включая алюминий, используются в качестве компонентов в электронных устройствах. Их свойства могут существенно влиять на выходные параметры ИБП. В данной статье мы рассмотрим, как выходные параметры импульсного блока питания могут влиять на свойства тонких плёнок.

Выходные параметры импульсного блока питания

К выходным параметрам ИБП относятся напряжение, ток, мощность и стабильность работы. Эти параметры определяют эффективность и надёжность работы устройства.

Влияние выходных параметров на тонкие плёнки

Изменение выходных параметров ИБП может привести к изменению свойств тонких плёнок следующим образом:

Напряжение. Изменение напряжения на выходе ИБП может повлиять на электрические свойства плёнки, такие как проводимость и диэлектрические характеристики. Например, высокое напряжение может

привести к электрическому пробою плёнки, что изменит её электрические свойства и может даже повредить её.

Ток. Изменение тока может повлиять на тепловые характеристики плёнки. Высокий ток может привести к нагреву плёнки, что может вызвать изменение её структуры и свойств.

Мощность. Сочетание напряжения и тока определяет мощность, выделяемую на плёнке. Высокая мощность может привести к нагреву и изменению свойств плёнки.

Стабильность работы. Нестабильность выходных параметров ИБП может привести к колебаниям напряжения и тока, что может вызвать изменение свойств плёнки и даже её повреждение.

Экспериментальные исследования

Для изучения влияния выходных параметров ИБП на тонкие плёнки можно провести следующие эксперименты:

1. Установить различные выходные параметры ИБП (напряжение, ток, мощность) и измерить свойства тонкой плёнки при каждом наборе параметров.

2. Сравнить полученные результаты и определить, как изменение выходных параметров влияет на свойства плёнки.

3. Исследовать, как стабильность выходных параметров ИБП влияет на стабильность свойств плёнки.

Таким образом, по результатам проведенной обзорной работы можно сделать **вывод,** что изучение влияния выходных параметров импульсного блока питания на тонкие плёнки может помочь оптимизировать работу электронных устройств и улучшить их характеристики. Для этого необходимо провести экспериментальные исследования, которые позволят определить, как изменение выходных параметров влияет на свойства плёнок, и разработать рекомендации по настройке ИБП для достижения оптимальных свойств плёнок. Это, в свою очередь, может привести к повышению эффективности и надёжности работы электронных устройств.

Список источников

1. Мачикин В.С. Системы питания импульсных магнетронов. – Москва: Плазма-ТЕХ, 2018. – 116 с.

2. Петроченков В.И. Расчет электрических характеристик магнетрона на основе приближенной аналитической модели // Радиотехника и электроника. – 1994. – №11 – С. 1825–1844.

3. Вдовичев С.Н. Современные методы высоковакуумного напыления и плазменной обработки тонкопленочных металлических структур: учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. – 60 с.

УДК 539.376

Леонтьев Д.Р.
Научный руководитель: Бастракова М.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ РАДИОМОСТА С ПОМОЩЬЮ ПО «RADIO MOBILE» ДЛЯ МОУ ПОМАРСКАЯ СОШ РМЭ.

***Аннотация**. В тезисе представлен метод расчета радиомоста с использованием программы «Radio Mobile» для МОУ Помарская СОШ (РМЭ). Описаны основные этапы работы: загрузка карт местности, настройка параметров радиоканалов (2,4 ГГц и 5 ГГц), построение зоны покрытия и анализ результатов. Программа позволяет моделировать распространение радиоволн с учетом рельефа местности, что обеспечивает точность расчетов.*

***Ключевые слова:** Radio Mobile, радиомост, зона покрытия, моделирование радиоволн, беспроводные сети, 2,4 ГГц, 5 ГГц, прямая видимость.*

«*Radio Mobile* - универсальная программа компьютерного моделирования распространения радиоволн и зон уверенного приема для различных беспроводных сетей. Она может использоваться для расчета зон охвата базовой станции, ретранслятора или других радиосетей.

Программа использует данные высот местности из баз данных SRTM или DTED, которые свободно доступны в Интернете. Имеются также и другие форматы данных по высотам, но чаще всего используются выше указанные базы данных.

Она создает цветную схему зоны охвата одной или нескольких базовых станций с показом предполагаемых уровней принимаемых сигналов. Зона охвата может также отображаться с использованием многоцветного стиля оформления с показом уровней сигналов в различном цвете.

В начале нужно скачать карту местности, где находится исследуемый объект. Для этого заходим в программу и вверху нажимаем на иконку «свойства», данное окно показано на рисунке 1.

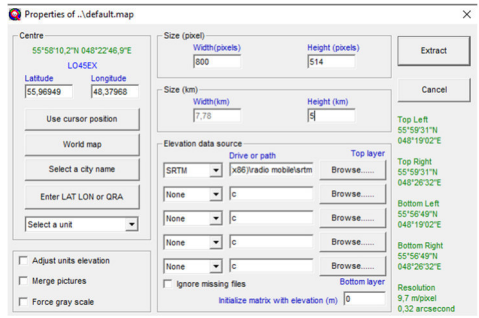


Рис. 1. Панель управления

Как скачали карту высот нужно загрузить дополнительную карту местности, и совместить две карты воедино для упрощения расчетов.

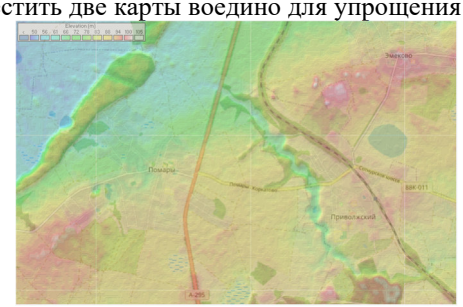


Рис. 2. Итоговая карта местности

Проектирование радиомоста.

После того как загрузили все необходимые карты, можно приступить к выполнению работы. Сначала на карте необходимо определить местоположение основных объектов провайдер и Помарская СОШ. После определив местоположение, отмечаем на карте (рисунок 3).

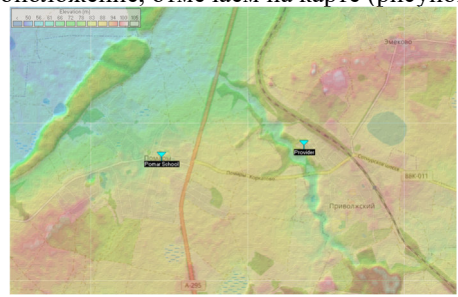


Рис. 3. Расположение объектов

На следующих двух рисунках представлены радиоканалы между двумя станциями с выставленными параметрами, находящимися в одной системе и в одном диапазоне частот 2,4 ГГц и 5 ГГц. На рисунках видно, что сигнал настроен в пределах прямой видимости.

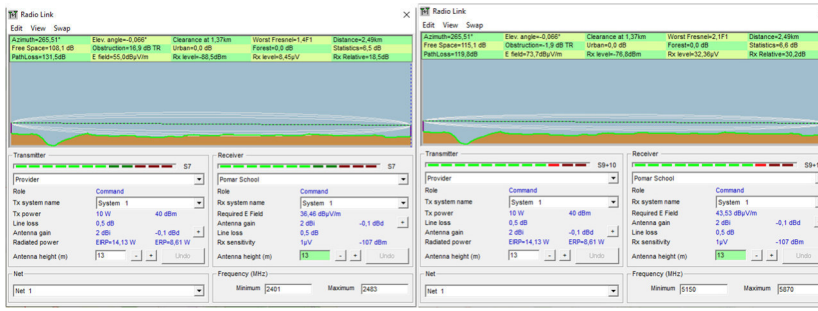


Рис 4. Радиоканал на частотах 2,4 ГГц и 5ГГц

После построения сигнала между двумя станциями и настройки антенн, удовлетворяющих параметрам. Нужно построить и посмотреть зону покрытия сети предающей антенны (Рисунок 5).

Рис. 5. Зона покрытия радиомоста

Список источников

1. Загрузка Radio Mobile. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.ve2dbe.com/download/download.html.

2. Карта покрытия домашнего интернета Ростелеком 2023. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://poselok-gorodskogo-tipa-kiknur.rt-internet.ru/map.

УДК 004.62

Марсюков Н.С.
Научный руководитель: Конкин Н.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОРИЕНТАЦИИ СПУТНИКОВОЙ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Аннотация. *Разработан программно-аппаратный комплекс для автоматической ориентации спутниковой антенны на основе анализа телеметрических данных. Система использует микроконтроллер Arduino UNO R3, GNSS-приемник u-blox NEO-M8N и шаговый двигатель 28BYJ-48. Алгоритм управления основан на анализе параметра HDOP для оптимизации положения антенны и повышения качества приёма спутникового сигнала. Проведены эксперименты, подтверждающие эффективность комплекса в динамических условиях.*

Ключевые слова: *автоматическая ориентация, спутниковая антенна, HDOP, GNSS, Arduino, телеметрические данные, оптимизация, позиционирование.*

Актуальность работы заключается в том, что точное позиционирование спутниковых антенн критически важно для обеспечения устойчивой связи, особенно в условиях движущихся объектов (например, автомобилей, дронов) или сложного рельефа. Традиционные методы ручной настройки антенн неэффективны в динамических сценариях. Автоматизация процесса с использованием телеметрии позволяет минимизировать потери сигнала и повысить надежность передачи данных. Система использует показатель HDOP (Horizontal Dilution of Precision) для оценки качества сигнала и управления поворотным механизмом антенны.

Целью исследования является разработка программно-аппаратного комплекса для автоматической ориентации спутниковой антенны в направлении оптимального приёма сигнала на основе анализа телеметрических данных.

Аппаратная часть - В основу исследования положен программно-аппаратный комплекс, разработанный на базе микроконтроллера Arduino UNO R3, который выполняет роль управляющего центра системы. Для приема спутниковых сигналов используется многосистемный

GNSS-приемник u-blox NEO-M8N, поддерживающий стандарты GPS, GLONASS, Galileo и BeiDou. Приемник передает данные в формате NMEA 0183, включая сообщения GPGGA (содержит координаты и время) и GPGSA (включает параметр HDOP, характеризующий точность позиционирования).

HDOP (Horizontal Dilution of Precision) — параметр, отражающий влияние геометрии спутников на точность позиционирования. Низкие значения HDOP (например, < 1) указывают на идеальные условия приема, а высокие (> 3) — на критическую погрешность. Параметр HDOP используется как триггер для активации алгоритма корректировки положения антенны.

Алгоритм управления спутниковой антенной состоит из пяти основных шагов:

На первом шаге выполняется инициализация системы: при запуске Arduino UNO R3 настраивает связь с GNSS-приемником NEO-M8N через UART и проверяет начальные параметры, включая текущее значение HDOP. Антенна устанавливается в исходное положение (0°), а шаговый двигатель 28BYJ-48 калибруется для движения в диапазоне ±180°.

На втором шаге микроконтроллер непрерывно считывает данные из сообщений NMEA (GPGSA) и отслеживает значение HDOP. Если показатель превышает пороговое значение (например, HDOP > 3.0), активируется режим поиска оптимального положения антенны.

На третьем шаге описан цикл поворота антенны.

При срабатывании порога HDOP:

- Двигатель поворачивает антенну на фиксированный угол (15°) через драйвер ULN2003.
- После каждого шага выполняется пауза (5–10 секунд) для стабилизации сигнала и повторного измерения HDOP.

На четвертом шаге определяется оптимальное положение. Алгоритм сохраняет значения HDOP для каждого угла поворота. По завершении цикла (поворот на ±180°) выбирается угол с минимальным HDOP, и антенна фиксируется в этом положении.

На пятом шаге происходит автоматическая корректировка. Система продолжает мониторинг HDOP в фоновом режиме. При ухудшении сигнала (например, из-за перемещения объекта или изменения рельефа) алгоритм повторно запускает цикл поворота для поиска нового оптимального угла. Программа написана на языке C++.

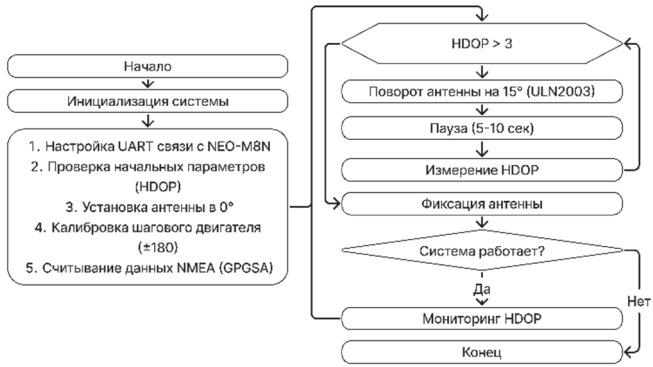


Рис. 1. Алгоритм управления спутниковой антенной

Этот подход позволяет динамически адаптировать ориентацию антенны в реальном времени, минимизируя влияние помех и обеспечивая стабильный прием сигнала даже в сложных условиях (городская застройка, лесистая местность).

Разработанный программно-аппаратный комплекс демонстрирует высокую эффективность в автоматической ориентации спутниковой антенны: среднее время установления оптимального положения составляет 1.6–4.2 минуты (при шаге 15°, паузах 5–10 с и анализе 12–24 позиций), а снижение HDOP с 3.2 до 1.8 (на 43.75%) и уменьшение ошибок позиционирования на 40% подтверждают его способность стабилизировать сигнал в динамических условиях. Перспективы включают внедрение алгоритмов машинного обучения для сокращения времени реакции до 15–30 с и использование многоканальных GNSS-приемников для повышения точности в сложных средах.

Список источников

1. u-blox NEO-M8N Data Sheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.u-blox.com (дата обращения: 10.04.2024).

2. Arduino UNO R3 Technical Reference [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arduino.cc (дата обращения: 10.04.2024).

3. Stepper Motor 28BYJ-48 Control Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.makerguides.com (дата обращения: 10.04.2024).

4. Tomaštík J. Raw GNSS data collected using smartphones and low-cost receiver under optimal and sub-optimal conditions [Текст] / J. Tomaštík, M. Varga, T. Everett // Data in Brief. – 2024. – № 53. – С. 1–6.

УДК 681.3

Новиков Р.М.
Научный руководитель: Васяева Е.С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД НА КОНТРОЛЛЕРЕ ARDUINO

Аннотация. *В статье рассматриваются аспекты создания многофункционального лабораторного стенда на базе контроллера Arduino.*

Ключевые слова: *стенд, микроконтроллер, Arduino, Arduino IDE, датчики, оборудование, корпус, питание.*

Неотъемлемой частью при изучении программирования контроллеров является сборка и отладка электронных схем. Большую популярность в настоящее время приобрели виртуальные имитационные среды, например, Simul IDE, позволяющие создавать схемы, программировать и отлаживать программы. Однако опыт работы с реальным оборудованием, особенно для начинающих разработчиков, считается ценным и обязательным.

Целью данной работы является создание лабораторного стенда с контроллером Arduino, предназначенного для обучения программированию контроллеров школьниками и студентами, а также для проведения олимпиад. В результате анализа аналогов были сформированы требования к стенду:

1) расширенный набор оборудования, учитывающий возможные темы для изучения как школьниками, так и студентами;

2) возможность подключения дополнительных устройств через макетную плату;

3) использование микроконтроллера с большим числом пинов;

4) возможность подключения к стенду внешнего источника питания.

Из всей линейки контроллеров Arduino целесообразно выбрать модель Mega 2560 по причине большого числа пинов. Для стенда необходимо иметь не менее 30 цифровых и около 10 аналоговых входов, включая порядка 10 ШИМ-входов.

Опираясь на традиционные курсы по программированию контроллеров, был сформирован перечень необходимого оборудования, входящего в состав стенда: светодиоды (10 штук), пьезоэлемент, RGB-

светодиод, 7-сегментные индикаторы и драйверы для их управления, ЖКИ, потенциометр, делитель напряжения с фоторезистором, кнопки тактовые с подтягивающими резисторами (рис. 1). Для изучения аппаратных прерываний часть кнопок должна подключаться посредством схем, устраняющих дребезг контактов (RC-цепочки и триггеры Шмитта). Макетная плата позволит подключать дополнительные устройства, например, дальномеры, двигатели, приводы. Все перечисленные компоненты стенда жёстко с контроллером не соединены. Коммутация их выполняется посредством DIP-переключателей, что делает стенд очень гибким в плане подключаемых устройств и разработки заданий (рис. 2).

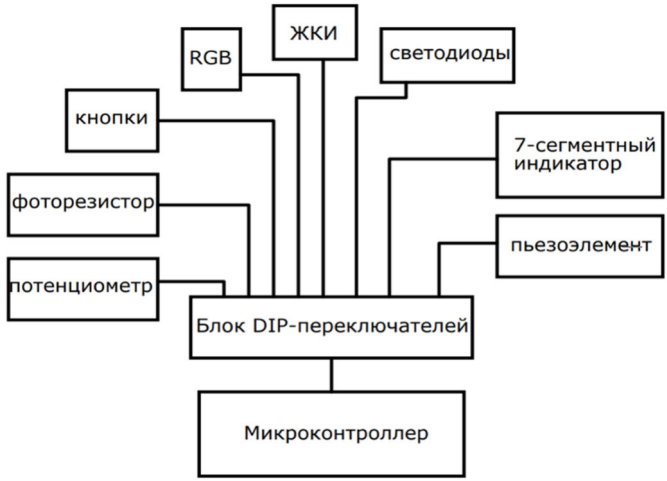


Рис. 1. Состав лабораторного стенда

Все элементы стенда расположены на плате для пайки. Линии соединения между элементами выполнены в виде печатного монтажа либо навесными проводами, либо в виде перемычек. Для защиты элементов коммутации (перемычки, пайка), расположенных на задней поверхности стенда, а также для надежной фиксации стенда на поверхности необходимо изготовить защитную конструкцию, которая полностью закрывает обратную сторону. В среде «Компас 3Д» была спроектирована 3D-модель корпуса с учетом размеров платы, дополнительного пространства под перемычки и выходящей за края платы части контроллера для подключения питания.

Такой подход был выбран для создания прототипа. Естественно, что для изготовления учебных стендов потребуется разработка печатной платы и проектирование верхней прозрачной части защитного корпуса.

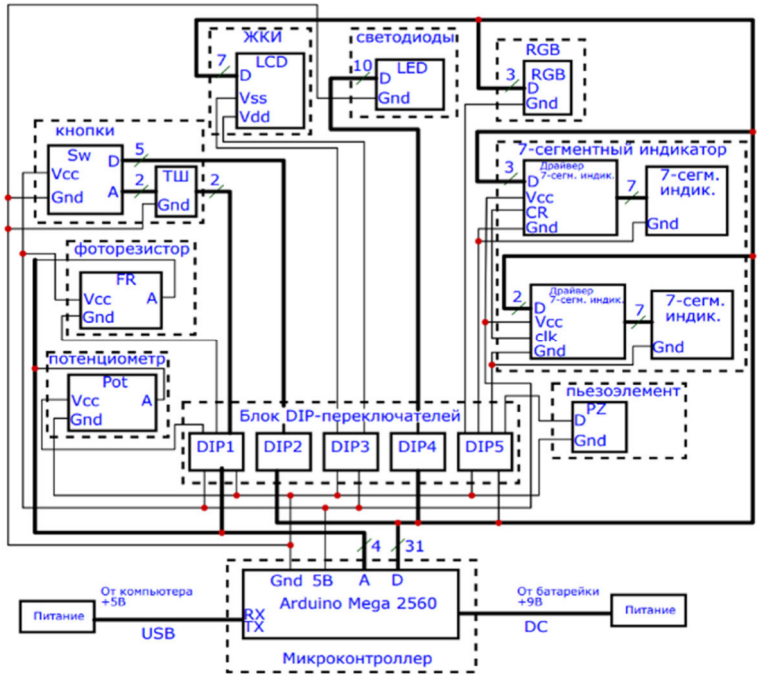


Рис. 2. Структура лабораторного стенда

В рамках данной работы была создана библиотека тестовых программ. Она включает проверку как датчиков, так и исполнительных устройств. Стенд также может использоваться при изучении программирования контроллеров AVR на архитектурном уровне.

Список источников

1. Бачинин А., Панкратов В., Накоряков В. Основы программирования микроконтроллера. – М.: Амперка, 2013. – 207 с.
2. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 496 с.
3. Ревич Ю. Азбука электроники. Изучаем Arduino. – Москва: АСТ: Кладезь, 2017. – 224 с.

УДК 621.793.14

Романов А.Л.
Научный руководитель: Сушенцов Н. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТОЛЩИНЫ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА ПОДВИЖНУЮ ПОДЛОЖКУ

Аннотация. *Получено графическое представление неравномерности толщины тонких пленок при вращательном движении подложкодержателя. Определены эффективные области получения пленок с наименьшим разбросом по толщине.*

Ключевые слова: *магнетронное распыление, тонкие пленки, алюминий, Al, титан, Ti.*

В современной микроэлектронике важно получать и поддерживать высокий уровень качества производимой продукции. При применении магнетронного распыления один из параметров качества – толщина получаемой пленки. Основной проблемой является неравномерность распыления катода-мишени, вследствие чего разница толщин пленки по поверхности подложки [1].

Цель работы – получение графического представления неравномерности толщины тонких пленок Ti и Al, полученные на модернизированной под магнетронное распыление вакуумной установке УРМ 3.279.036 при постоянном вращении подложкодержателя.

Получение тонких пленок проводилось на модернизированной под магнетронное распыление вакуумной установке УРМ 3.279.036 [2] с использованием магнетронов прямоугольной формы на неподвижную подложку размером 257×80 мм. Данный размер соответствует заполнению установочных мест для 4-ех стандартных подложек размером 60×48 мм.

Вращение подложкодержателя происходило вращательно-поступательным движением так, чтобы подложка полностью выходила из зоны распыления магнетрона. Данный метод позволяет имитировать постоянное вращение подложкодержателя.

Параметры формирования пленок: остаточное давление – $1 \cdot 10^{-3}$ Па; среда – 100% Ar; давление – 1 Па (расход – 220 мл/мин) для Ti, 3 Па

(290 мл/мин) для Al; мощность, поглощаемая магнетроном – 0,67 кВт (соответствует 300 В при 2,2 А для Ti, 295 В при 2,3 А для Al); расстояние мишень-подложка – 100 мм; материал подложки – стекло; время формирования пленок – 30 мин; чистка поверхности по технологии [3].

Измерение толщины проводилось каждые 10 мм по вертикальной оси и 20 мм по горизонтальной оси на микроинтерферометре МИИ-4. Для получения точек измерения на очищенную подложку устанавливался каптоновый скотч, который после процесса формирования тонкой пленки удалялся с поверхности подложек. Левый нижний угол подложки (относительно магнетрона) принимался за координату (-3,5; 0).

Для исключения промахов измерения, а также сглаживания полученных данных применялся метод медианной фильтрации 3×3.

Распределение толщины для Ti представлено на рис. 1. Распределение толщины для Al представлено на рис. 2. Горизонтальная и вертикальная оси – координаты в мм на подложке (нулевой точкой является левый нижний угол), спектр – толщина пленки в мкм.

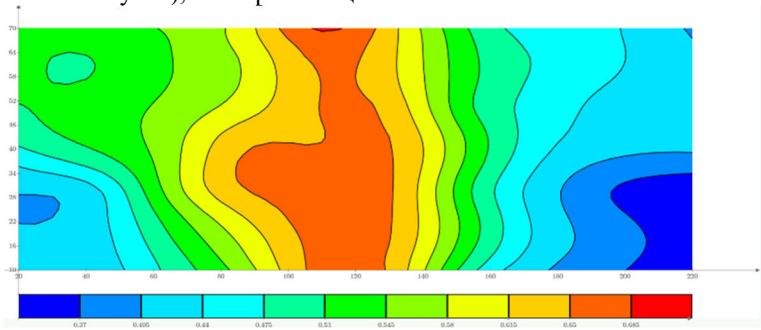


Рис. 1. Распределение толщины Ti

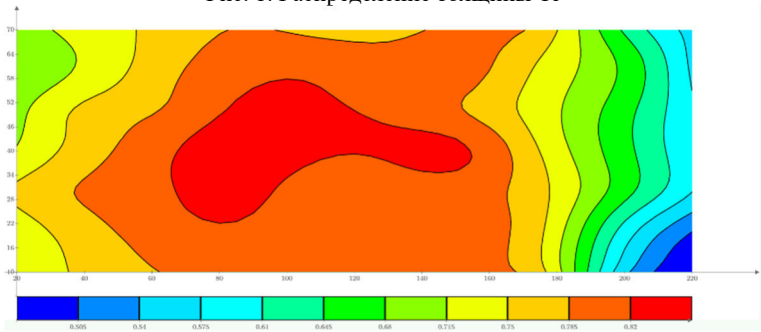


Рис. 2. Распределение толщины Al

При формировании пленки на неподвижную подложку наблюдается распределение толщины с одним или несколькими резкими пиками, из-за которых наблюдается сильная неравномерность по поверхности. При формировании пленки с постоянным вращением видно полосовое распределение толщины, причем данное распределение соответствует срезу по пикам на неподвижной подложке. От центра пленки до края неравномерность не превышает 50%, при этом в зоне установки двух центральных подложек стандартного размера (в координатах от 60 до 180 по оси x) неравномерность для Ti составляет 30%, дя Al – 10%. Присутствующие пики на обоих распределениях образуются вследствие наличия защитных экранов вокруг подложкодержателя, из-за чего в центр подложки распыляемого материала попадало больше, чем в края. Толщина пленки Al (рис. 2) больше, чем у пленки Ti (рис. 1), а также больший центральный пик связан с тем, что у Al коэффициент распыления материала больше, чем у Ti. Так, у Al коэффициент распыления в идеальном случае при энергии аргона 300 эВ составляет 0,65 атом/ион, а у Ti – 0,33 атом/ион.

Работа выполнена в рамках гранта Фонда содействий инноваций (договор 19272ГУ/2024).

Список источников

1. Разработка математической модели неравномерности пленки при получении многослойной структуры методом магнетронного распыления / Романов А.Л., Сушенцов Н.И., Шашин Д.Е., Дьячков А.Д. // Вакуумная техника и технологии - 2024 – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина), 2024. – С. 325-329.

2. Романов А.Л. Исследование основных технологических параметров вакуумной установки УРМ 3.279.036 / Романов А.Л. // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2024. – № 1. – С. 276-280.

3. Исследование чистоты поверхности подложек из стекла, очищенных различными способами / Романов А.Л., Шашин Д.Е., Мороз А.В., Дьячков А.Д. // Донецкие чтения 2024: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности. – Донецк: ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», 2024. – С. 135-138.

УДК 621.52

Романов А.Л.
Научный руководитель: Сушенцов Н.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ УРМ 3.279.036. ЧАСТЬ 2

Аннотация. *В работе представлены графические представления изменения давления в вакуумной камере во времени при работе различных насосв, а также быстрота их действия.*

Ключевые слова: *вакуум, вакуумная установка, высоковакуумное оборудование.*

Процесс получения вакуума является важной частью подготовки установки к процессу получения тонких пленок. Уровень предельного вакуума влияет на чистоту и кристалличность получаемых пленок. Скорость откачки также должна быть достаточно высокой для уменьшения времени проведения технологического процесса.

Цель работы – получение графического представления скорости получения вакуума на модернизированной под магнетронное распыление вакуумной установке УРМ 3.279.036.

Изучение скорости откачки проводилось на модернизированной вакуумной установке УРМ 3.279.036 [1] в основе которой установлены два вида насосов:

- пластинчато-роторный механический насос НВР-16Д
- диффузионный паромасляный насос НВДМ-400

Знание графических данных по изменению давления в камере во время откачки, а также быстроты действия насоса можно судить о герметичности камеры, что является важным аспектом при техобслуживании или модернизации установки, а также качестве работы насосов. [2]

Измерения проводились с помощью преобразователя манометрического термопарного ПМТ-2. Его особенностью является то, что градуировочный график начинается с напряжения 0,5 мВ, что соответствует 66 Па, поэтому измерения проводились с данного давления. При этом время, в течение которого давление в камере достигла 66 Па соответствует 140 с, поэтому график изменения давления в камере при откачке при

помощи механического насоса НВР-16Д на рис. 1 начинается с данной точки.

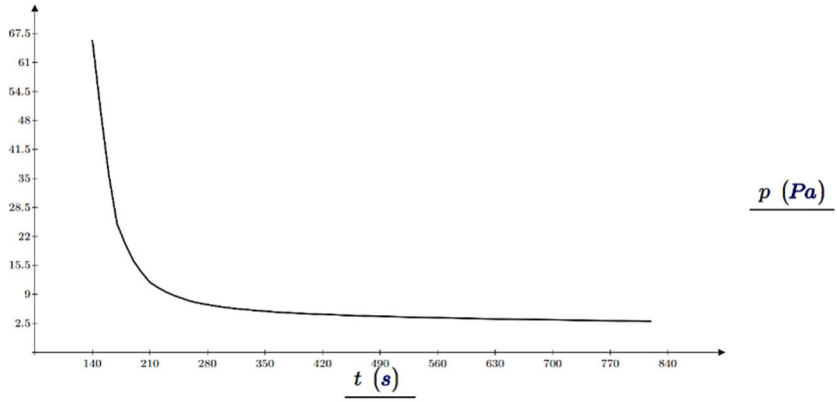


Рис. 1. График изменения давления в камере при получении вакуума при помощи механического насоса НВР-16Д

На рис. 2 представлен график изменения давления в камере при получении вакуума при помощи диффузионного паромасляного насоса НВДМ-400. Для сохранения качества масла необходимо начинать им откачку при как можно более глубоком вакууме, который можно получить предварительной откачкой. В данном случае давление составляло 4 Па. Измерения давления проводились при помощи преобразователя манометрического ионизационного ПМИ-51.

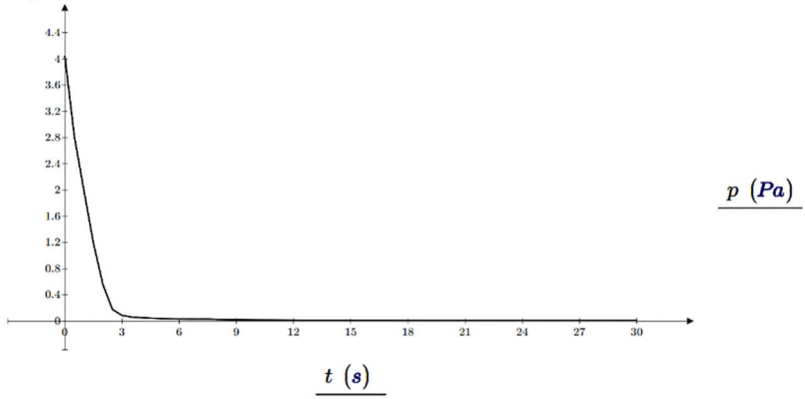


Рис. 2. График изменения давления в камере при получении вакуума при помощи паромасляного насоса НВДМ-400

На рис. 3 представлены быстрота действия для обоих насосов.

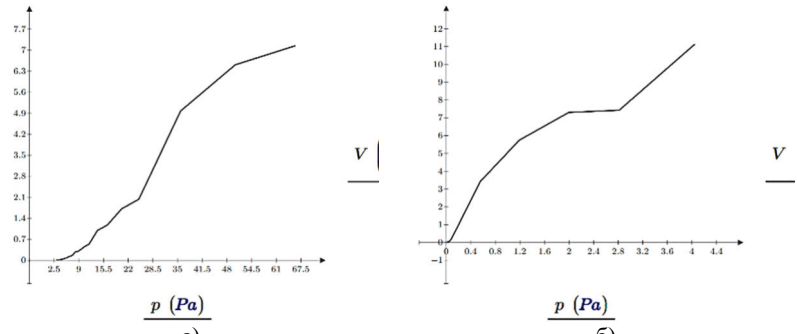


Рис. 3. График быстроты действия насосов: а) НВР-16Д; б) НВДМ-400

Таким образом были получены графические представления изменения давления в камере во времени: на рис. 1 показано, как механический насос с атмосферного давления до 2,5 Па за 820 с, а на рис. 2 как паромасляный насос с давления 4 Па получает глубокий вакуум за 30 с. На рис. 3 видно, что быстрота действия механического насоса уменьшается с 7 л/с на 66 Па до практически нуля на 2,5 Па. Для паромасляного насоса быстрота действия уменьшается с 11 л/с на 4 Па до практически нуля на глубоком вакууме. При этом нужно помнить, что данная быстрота действия является не истинным значениям быстроты действия насоса, а условным значением, так как вакуумная камера не является абсолютно герметичным сосудом.

Работа выполнена в рамках гранта Фонда содействий инноваций (договор 19272ГУ/2024).

Список источников

1. Романов А.Л. Исследование основных технологических параметров вакуумной установки УРМ 3.279.036 / А.Л. Романов // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2024. – № 1. – С. 276-280.

2. Романов А.Л. Исследование скорости формирования тонких пленок Ti и Al полученные методом магнетронного распыления / А.Л. Романов // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2024. – № 1. – С. 272-276.

УДК 539.376

Рыбаков А.Н.
Научный руководитель: Зуев А.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ И ВНЕДРЕНИЕМ УМНОГО И БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. *Представлены основные проблемы, связанные с автоматизацией и внедрением УП. Их решения.*

Ключевые слова: *умное производство, автоматизированное производство, технология.*

Цель проекта – разработать комплекс автоматизированных систем умного производства для сбора и анализа данных рабочей инфраструктуры.

При выполнении каких-либо работ, связанных с технологическими процессами, имеющих сложную структуру и её внедрение, существуют проблемы, которые необходимо учитывать и решать для успешной реализации этих технологий.

Основные проблемы, связанные с автоматизацией и внедрением умного производства:

1) Нехватка квалифицированных кадров:

- Представим, что у нас имеется предприятие и мы хотим внедрить в неё новую технологию, поэтому придётся искать новых квалифицированных специалистов, которые уже разбираются в данном вопросе и имеют представление, как и каким образом интегрировать систему и настроить её правильно, либо для качественного и успешного внедрения *УП* переобучить и повысить квалификацию сотрудников. Повышение квалификации уже имеющихся сотрудников связано с тем, что они уже имеют хоть какое-то представление о предприятии, в котором работают сотрудники, поэтому это наилучший вариант.

2) Дороговизна:

- Инвестиции, которые придётся внести могут оказаться слишком высокими, нужно закупить множество оборудования, таких как датчики, системы управления, различные другие оборудования для автоматизации производства, *ПО* для него. Нельзя забывать о интеграции различных систем (MES, SCADA, IIOT, ERP). Ну и сама разработка *ПО*

требует большой объём затрат.

3) Кибербезопасность:

- Самая важная составляющая в разработке *АП* является кибербезопасность. При внедрении данной системы, мы подключаем производственное оборудование к интернету и сетям предприятия, что несомненно увеличивает поверхность атаки и делает более уязвимым для взлома и кражи информации производственное учреждение. Не только кража информации является особой угрозой, но и кибератака, которая может нарушить процесс производства и привести к простою и финансовым потерям. Важно следить за новыми усовершенствованными системами безопасности, которые автоматизировано смогут защищать от угроз.

4) Сопротивление изменениям и социальные последствия:

- С внедрением таких систем, падает нужда рабочей силы, ведь автоматизация производства приводит к потере рабочих кадров, и работники будут сопротивляться обучению. Будет отсутствовать понимание всех преимуществ у работников и не видеть необходимости в изменениях. Для решения этого вопроса нужно отобрать высококвалифицированных работников, которые понимают, что даже автоматизированная система должна быть вовремя обслужена, правильно настроена, а также за ней должен следить хорошо обученный этому человек.

5) Поставка современных технологий:

От выбора поставщика зависит много факторов – сроки поставки, ограничение выбора, стоимость и длительность обслуживания, предлагаемые поставщиком. Может недостаточность присутствовать в технологиях, которые необходимы для удовлетворения меняющихся потребностей предприятия.

6) Сложность систем *АП*:

С развитием цифровых технологий сложность систем автоматизированного производства выросло, вместе с ним выросла востребованность в специалистах, добавление и усовершенствование компонентов затруднило само производство, что увеличило вероятность сбоев. Необходимо правильно изучить мануалы, которые написаны к каждому оборудованию, чтобы правильно настроить и подключить всю систему, так же важно понимание в интерпретации. Надёжность и правильность подключения электроснабжения играет важную роль, ведь не правильное подключение может вывести из строя работу оборудований. Заранее предусмотреть и поставить предохранители, к тому же создать резервное копирование данных и его восстановление в случае сбоя.

Любая компания, решившая освоить и внедрить в свою деятельность

бережливое производство, полагает, что основные проблемы, с которыми они столкнуться будут заключаться в недостаточном финансировании, но это, в большинстве случаев оказывается самым меньшим риском. В действительности, самые основные проблемы и трудности, возникающие на пути к «идеальной» системе создания потока ценности, заключаются в: Неприятии новой концепции большинством сотрудников, задействованных в создании продукта. Неправильно выбранная стратегия по мотивированию персонала. Отсутствие материального стимулирования. План внедрения не адаптирован под конкретную специфику предприятия, а позаимствован у другой компании.

Список источников

1. Проблемы внедрения «бережливого производства» на отечественных предприятиях [Электронный ресурс] – 2017г. – режим доступа: https://ecoprom.misis.ru/jour/article/viewFile/622/576. – С. 341

2. Лапина С.А. Причины сложностей и неудач при внедрении бережливого производства в российских компаниях / С. А. Лапина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 20 (467). — режим доступа: https://moluch.ru/archive/467/102945/. — С. 265-267.

УДК 621.865.8

Синельникова Е.А.
Научный руководитель: Морохин Д.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОЗДУХА

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы разработки программы для проведения исследований воздушных примесей с использованием лабораторного стенда.*

Ключевые слова: *контроллер, газоанализатор, датчик.*

Целью данной работы является разработка программного обеспечения лабораторного стенда для сбора статистики по наличию примесей в воздушной смеси. Для проведений исследований был разработан лабораторный стенд на базе контроллера Arduino Uno с использованием доступных датчиков газоанализаторов (датчиков) серии MQ: MQ2, MQ3 и MQ7.

На рис. 1 представлена структура лабораторного стенда, включающая контроллер, датчики и элементы индикации.

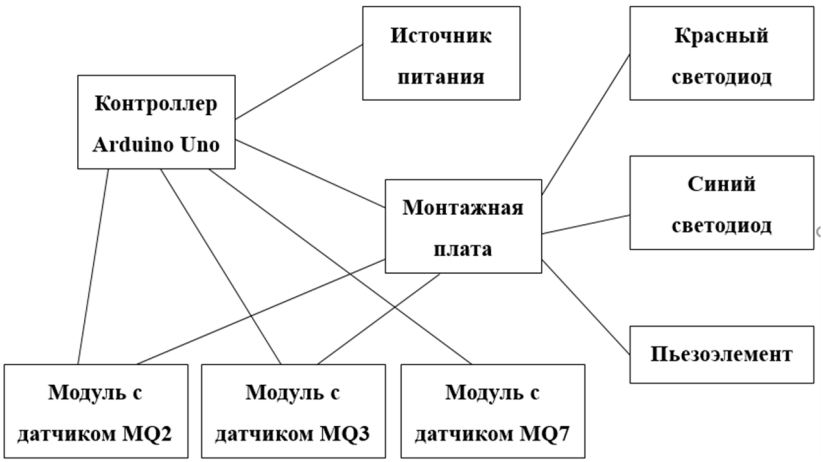


Рис. 1. Структура лабораторного стенда

В данной работе рассмотрен способ исследования газовых смесей, основанный на пороговой интерпретации количественных показателей, полученных с аналоговых выходов датчиков. Программы написана на языке C++ в среде программирования Arduino IDE.

Считывание значений с аналоговых пинов всех трёх датчиков происходит практически одновременно. При чтении показаний, чтобы исключить случайные шумы, использовалось усреднение значений:

```
for (int i=0; i<10; i++) //цикл чтения с накоплением суммы показаний датчиков
  {
   gasValue17 = gasValue17 + analogRead(analogSignal17); // чтение данных о количестве газа MQ7
   gasValue13 = gasValue13 + analogRead(analogSignal13); // чтение данных о количестве газа MQ3
   gasValue12 = gasValue12 + analogRead(analogSignal12); // чтение данных о количестве газа MQ2
  }
  gasValue17 = gasValue17 / 10; //усреднение значений для датчика MQ7
  gasValue13 = gasValue13 / 10; //усреднение значений для датчика MQ3
  gasValue12 = gasValue12 / 10; //усреднение значений для датчика MQ2
}
```

Усреднение значений происходит через каждые 10 замеров.

Так как пьезоэлемент должен воспроизводить периодические звуки, управление этим элементом было реализовано с использованием прерывания по таймеру:

```
void zumer() //процедура управления зумером
{
  c = c + 1; // считаем число прерываний от таймера
  if (c % 2 == 1)
     tone(zum, 262);
     //каждое нечётное прерывание включаем зум с частотой 262 Гц (нота "До" первой октавы)
   else
     noTone(zum); //каждое чётное прерывание отключаем зум
}
```

Пьезоэлемент воспроизводит ноту «До» первой октавы (частота 262 Гц). Программирование таймера выполнялось при помощи библиотеки TimerOne.h. Время обнуления таймера составляет 0,3 с.:

Для управления светодиодами использовались программные триггеры tB и tR. Триггер tB устанавливается при превышении допустимого порога паров алкоголя (>500), улавливаемого датчиком MQ3. В этом случае должен зажечься синий светодиод и включиться пьезоэлемент. Триггер tR устанавливается при превышении допустимого порога любого газа (>400), улавливаемого либо датчиком MQ2, либо датчиком MQ7. В этом случае должен зажечься красный светодиод.

Использованные в работе подходы к программированию датчиков позволяют исключить их ложное срабатывание и накапливать статистику измерений за значительный интервал времени без существенного увеличения накапливаемых данных.

С использованием разработанной программы на лабораторном стенде был проведён ряд экспериментов, по результатам которых были получены графики зависимости изменения концентрации измеряемого газа от расстояния до датчика.

В ходе опытов было установлено, что чувствительность MQ-датчиков достаточно хорошая, но при использовании их в качестве детекторов в больших помещениях это вряд ли даст хороший результат. Это связано с тем, что датчики хорошо «чувствуют» на достаточно близком расстоянии от источника вредных воздушных примесей.

Однако такие датчики очень хорошо подойдут для установки рядом с потенциально опасным объектом, где возможна утечка вещества, например, газовый кран, цистерна с горючим, электрический щиток и т.д. В этом случае они смогу быстро определить утечку вещества или возгорание.

Данный лабораторный стенд также может использоваться в учебных целях для изучения принципов программирования датчиков и основ работы систем мониторинга.

Список источников

1. Датчики газов серии MQ. [Электронный ресурс]: - URL: https://dzen.ru/media/tehnozet2/datchiki-gazov-serii-mq-5fa6e9aab1fbcf2e2352bc00

2. Конвертер концентрации газов [Электронный ресурс]: - URL: https://ximza.ru/calc.

3. Техническая документация по датчику MQ2. [Электронный ресурс]: - URL: http://know.smartelements.ru/main:sensors:mq2.

УДК 621.396.96

Стулов А.А.
Научный руководитель: Бастракова М.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И ЕМКОСТИ СЕТИ LTE ДЛЯ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ОРШАНСКОГО РАЙОНА РМЭ

Аннотация. *В тезисе представлен расчет емкости и пропускной способности сети LTE в условиях малонаселенных районов на примере Оршанского района Республики Марий Эл. Исследование основано на анализе географических и демографических характеристик региона, а также возможностях размещения базовых станций. Определены оптимальные параметры размещения оборудования, рассчитано число абонентов, обслуживаемых одной базовой станцией, и оценены показатели скорости передачи данных. Даны рекомендации по масштабированию сети с учетом прогнозируемого роста трафика и повышения требований к качеству услуг.*

Ключевые слова: *LTE, пропускная способность, емкость сети, Оршанский район, малонаселенные пункты, базовые станции, расчет нагрузки, сеть доступа.*

Введение.

Рост потребности в качественном интернет-доступе в сельской местности создает необходимость в грамотном планировании телекоммуникационных сетей. Для малонаселенных пунктов Оршанского района Республики Марий Эл особую актуальность представляет технология LTE, позволяющая обеспечить стабильное соединение при ограниченном бюджете. В данной статье проводится расчет пропускной способности и емкости сети LTE с учетом специфики региона, его географии и демографических особенностей.

Методика расчета.

Для оценки емкости и пропускной способности сети использованы следующие исходные данные:

- Площадь покрытия одной базовой станции LTE (700 МГц): 10–15 км².
- Среднее число абонентов в населенном пункте: 200–500 человек.
- Типовая пропускная способность базовой станции (Band 20, 10 МГц): до 75 Мбит/с.
- Допустимая загрузка на одного абонента в час пик: 1–2 Мбит/с.

Общая емкость сети рассчитывается по формуле:

$C = N \times S$,

где C – требуемая пропускная способность, N – число активных пользователей в пиковый период, S – средняя скорость, необходимая для качественного предоставления услуг.

Результаты расчета для Оршанского района.

При условии размещения одной базовой станции на 2–3 малонаселённых пунктах, сеть способна обеспечить базовый интернет-доступ для жителей.Оптимальная загрузка базовой станции составляет до 50 активных абонентов в пиковое время для стабильной работы.

При использовании агрегации частот (например, сочетание диапазонов Band 3 и Band 20) возможно увеличение пропускной способности до 150 Мбит/с, что позволит обеспечить качественную передачу видеосигнала и других услуг.

Интеграция оптоволоконного магистрального канала для подключения базовых станций позволяет повысить устойчивость сети и снизить задержки.

Выводы.

Расчеты показали, что для обеспечения устойчивого интернет-доступа в малонаселенных пунктах Оршанского района необходимо равномерно распределять нагрузку между базовыми станциями с учетом географических и демографических особенностей региона. При ограниченном бюджете целесообразно комбинировать технологию LTE с другими решениями (например, спутниковым интернетом или радиорелейной связью) для покрытия самых отдаленных зон. Прогнозируемый рост трафика требует дальнейшего масштабирования сети и модернизации оборудования, что позволит сохранить высокое качество предоставляемых услуг.

Список источников

1. Давыдов А.С., & Поляков, А. В. (2015). Технология LTE: от теории к практике. М.: Издательство БИНОМ.

2. Ковальчук С.В. (2018). Основы технологии LTE и её развитие. Вестник Югорского государственного университета, 6(1), 88–92. DOI:10.25683/YugraStateUniversity.2018.1.1098

УДК 004.75

Томуров П.Д.
Научный руководитель: Васяева Н.С., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

АЛГОРИТМЫ КОДИРОВАНИЯ ДАННЫХ В СЕТЯХ NDN

Аннотация. *В статье рассматриваются алгоритмы кодирования и декодирования данных в NDN-сетях согласно теоретико-типовой модели кодирования NDN-TLV. Выполнен обзор алгоритмов кодирования/декодирования данных.*

Ключевые слова: *именованные сети данных NDN, алгоритмы кодирования/декодирования данных, теоретико-типовая модель NDN-TLV, структурированное представление данных, формат TLV.*

Именованные сети данных (Named Data Networking - NDN) [1] - новая концепция сетевой архитектуры, идея которой заключается в том, что по сравнению с традиционными сетями, где адресация производится по IP-адресам, в NDN адресация производится по именам данных. На данный момент не существует идеальной стратегии наименования данных в NDN-сетях, но есть разработка «Теоретико-типовая модель кодирования NDN-TLV» («A Type-Theoretic Model on NDN-TLV Encoding») [2]. Согласно условиям данной модели пакеты данных в сетях NDN должны быть конвертированы в формат TLV[3]. Ниже представлен обзор алгоритмов кодирования данных согласано упомянутой выше модели.

Кодирование натурального числа.

```
encode: Uint64 -> ByteString
encode v =
 if v <= 0xff then Uint8.encode v
 else if v <= 0xffff then Uint16.encode v
 else if v <= 0xffffffff then Uint32.encode v
 else Uint64.encode v
```

На входе целое число v. Если v <= 255, то v кодируется одним байтом. Иначе если v <= 65 535, то v кодируется двумя байтами. Иначе если v <= 4 294 967 295, то v кодируется четырьмя байтами. Иначе v кодируется восьмью байтами.

Кодирование блока TLV.

```
encode: Tlv<n> t -> ByteString
encode v = let w = t.encode v in
```

TlNumber.encode n + TlNumber.encode (len w) + w

Для кодирования блока TLV мы по очереди кодируем номер типа, длину и закодированное значение. TLV-блок на входе кодируется в строку байтов. Процесс происходит так: кодируется номер типа (становится строкой байтов), далее кодируется длина контента (становится строкой байтов), далее результату добавляется сам контент. В TLV-блоке контент уже должен быть закодирован. На выходе получается строка байтов.

Декодирование натурального числа.

```
decode: ByteString -> Optional(Uint64 * ByteString)
decode w =
 let l = len w in
 if l = 1 then Some(Uint8.parse w, empty) else
 if l = 2 then Some(Uint16.parse w, empty) else
 if l = 4 then Some(Uint32.parse w, empty) else
 if l = 8 then Some(Uint64.parse w, empty) else
 None
```

На входе строка байтов. На выходе должен быть объект Optional, у которого допустимыми значениями является пара из значений двух типов: целое число без знака и строка байтов. Сначала нужно получить из строки число. Далее нужно найти число байтов числа = l. Если l = 1, то нужно распарсить строку, используя модуль Uint8. Если l = 2, то нужно распарсить строку, используя модуль Uint16. Если l = 4, то нужно распарсить строку, используя модуль Uint32. Если l = 8, то нужно распарсить строку, используя модуль Uint64. Если длина l не равна 1, 2, 4 или 8, то возвращается значение None.

Декодирование блока TLV.

```
decode: ByteString->Optional(Tlv<n> t*ByteString)
decode w = do
 (n1, w1) <- TlNumber.decode w
 if n1 != n then None else
 (l, w2) <- TlNumber.decode w1
 wv <- sub w2 0 l
 (v, w3) <- t.decode wv
 if w3 != empty then None else
 w4 <- sub w2 l (len w2 - l)
 Some (v, w4)
```

1. Функция Decode запускается с декодирования первого числа TL Number из входной строки байт w с помощью функции

TlNumber.decode. Результат сохраняется в (n1, w1). n1 - тип контента, w1 - длина контента. n - ожидаемый тип данных.

2. Затем код проверяет, соответствует ли декодированное число TL Number n1 (тип контента) ожидаемому значению n. Если нет, он возвращает None.

3. Если число n1 типа TL Number совпадает с n, функция переходит к декодированию второго числа типа TL Number из оставшейся байтовой строки - w1. Результат сохраняется в (l, w2). l - длина контента в байтах, w2 - оставшаяся строка байтов.

4. Затем значение ByteString (часть байтовой строки) извлекается из w2 с помощью функции sub, при этом в качестве длины извлечения используется длина контента l. Извлеченное значение сохраняется в wv.

5. Затем функция декодирует Tlv<n> t (блок TLV типа n, с контентом типа t), используя извлеченное значение байтовой строки wv. Результат сохраняется в (v, w3).

6. Код проверяет, есть ли какие-либо оставшиеся байты в w3. Если есть, он возвращает None.

7. Если оставшихся байтов нет, функция извлекает оставшуюся байтовую строку из w2 после извлечения значения. Оставшаяся байтовая строка сохраняется в w4.

8. Наконец, функция возвращает декодированный Tlv<n> t (блок TLV типа n, с контентом типа t) и оставшуюся байтовую строку w4 в виде некоторого значения (пустота или заполнитель).

9. На выходе получается объект, в котором хранятся блок TLV и остаток от декодирования. Сам блок имеет тип n, контент имеет тип t, остаток от декодирования типа ByteString (строка байтов) - w4.

Выводы. Рассмотрены алгоритмы кодирования данных в NDN-сетях согласно теоретико-типовой модели кодирования NDN-TLV.

Список источников

1. A. Afanasyev, NFD developer’s guide // Technical Report NDN-0028, Revision 2. 2016. с. 29–31.

2. Ma, Xinyu; Afanasyev, Alexander; Zhang, Lixia, A Type-Theoretic Model on NDN-TLV Encoding // Association for Computing Machinery, 9th ACM Conference on Information-Centric Networking, September 19–21, 2022, с. 91–102.

3. Томуров П.Д., Васяева Н.С. Анализ формата TLV для структурированного представления данных // Труды ПГТУ. Серия Технологическая. – 2024. – Выпуск № 12 .– С. 35–38.

УДК 004.75

Томуров П.Д.
Научный руководитель: Васяева Н.С., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ДАННЫХ В СЕТЯХ NDN

Аннотация. *В данной статье проводится обзор именованных сетей данных (Named Data Networking - NDN). Также в работе подробно описаны пакеты, применяемые в этих сетях.*

Ключевые слова: *именованные сети данных NDN, структурирование данных, пакеты интереса, пакеты данных, теоретико-типовая модель кодирования NDN-TLV.*

Именованная сеть данных (Named Data Networking - NDN) [1] – это новая концепция сетевой архитектуры, разработанная для замены, текущей широко используемой хост-ориентированной архитектуры. Так, NDN обеспечивает конфиденциальность происхождения данных и конфиденциальность пользователя, чего в хост-ориентированной архитектуре достичь сложно. Основная идея этих сетей заключается в том, что данные более важны, чем узел, предоставляющий доступ к ним.

Пакеты интереса и пакеты данных в NDN-сетях. Пакет интереса - это запрос информации с клиентского узла, а пакет данных - это ответ провайдера на запрос с клиентского узла. Пакет интереса состоит из названия желаемых данных и других параметров, используемых для их пересылки сетью NDN.

Наименование данных в сети. Архитектура NDN предполагает иерархически структурированные имена, например, видео, предоставленное провайдером PARC, может иметь название /parc/videos/WidgetA.mpg, где «/» указывает границу между компонентами имени (это не часть имени). Эта иерархическая структура полезна для представления взаимосвязей между фрагментами данных. Например, сегмент 3 версии 1 видео может иметь имя /parc/videos/WidgetA.mpg/1/3. Иерархия также позволяет масштабировать маршрутизацию. Хотя теоретически возможно осуществлять маршрутизацию по единым именам, именно иерархическая структура IP-адресов обеспечивает агрегацию (объединение), что важно при масштабировании современной системы маршрутизации. Общие структуры, необходимые для того, чтобы позволить программам работать с именами NDN, могут быть достигнуты с помощью соглашений, согла-

сованных между производителями и потребителями данных, например, соглашений об именах, указывающих на управление версиями и сегментацию.

При правильном именовании данных для конкретной сети существенно ускоряется поиск данных по запросам от клиентов. Согласно теоретико-типовой модели кодирования NDN-TLV [2], запросы и пакеты данных в NDN-сетях представляют собой структуры, продемонстрированные на рис. 1 и 2.

На рис. 1 изображено графическое представления пакета интереса (запроса).

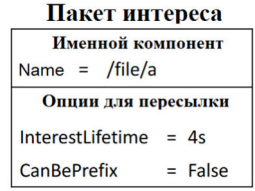


Рис. 1. Пакет интереса в сетях NDN

На рис. 2 изображено графическое представления пакета данных.

Рис. 2. Пакет данных в сетях NDN

Структура пакетов.

Пакет интереса. Именной компонент - Name;

Блок и параметры пакета интереса:

Блок Name - элемент, который содержит именной компонент. Это обязательный элемент. Запросы, в который нет именных компонентов не обслуживаются системой. Внутри содержится компонент GenericNameComponent.

Параметр GenericNameComponent является компонентом общего имени в блоке Name без каких-либо ограничений на содержание значения. Например, часть имени контента выглядит так: «/file/a». В блоке Name будут содержаться два параметра GenericNameComponent: «file» и «a».

Параметр CanBePrefix обозначает соответствуют ли данные указанному имени в запросе. Если точно соответствуют, то префикс не нужен. Так как префикс обозначает принадлежность к тем или иным данным. Принадлежность может быть как по типу, так и по фактическому содержанию контента.

Параметр InterestLifetime указывает приблизительное время, оставшееся до истечения срока действия интереса. Значение представляет собой количество миллисекунд.

Пакет данных.

Блок Name – объект, идентичных одноимённому в пакете интереса.

Блок MetaInfo содержит вспомогательные данные для пересылки пакета.

- **Параметр ContentType** обозначает тип контента.
- **Параметр FreshnessPeriod** указывает, как долго узел должен ждать после получения этих данных, прежде чем помечать их как неактуальные. Значение - это количество миллисекунд.
- **Параметр FinalBlockId** идентифицирует конечный блок в последовательности фрагментов. Значение здесь должно быть равно последнему явному компоненту имени контента.

Блок Content содержит последовательность байт. Это представление файла(ов) в пакете данных в байтах.

Блок SignatureInfo полностью описывает используемый алгоритм цифровой подписи и её тип.

Параметр SignatureType обозначает тип подписи.

Блок SignatureValue содержит фактические биты подписи.

Выводы. В данной работе выполнен краткий обзор сетей NDN, описаны пакеты, применяемые в этих сетях.

Список источников

1. A. Afanasyev, NFD developer’s guide // Technical Report NDN-0028, Revision 2. 2016. с. 29–31.

2. Ma, Xinyu; Afanasyev, Alexander; Zhang, Lixia, A Type-Theoretic Model on NDN-TLV Encoding // Association for Computing Machinery, 9th ACM Conference on Information-Centric Networking, September 19–21, 2022, с. 91–102.

УДК 621.793

Шалагин К.А, Трачук Э.М.
Научный руководитель: Филимонов В.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩИХ ТОНКИХ ПЛЕНОК НА АЛЮМООКСИДНОЙ КЕРАМИКЕ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИИ

Аннотация. Рассмотрены особенности формирования тонких проводящих пленок на алюмооксидной керамике. Определены технологические параметры магнетронного распыления, влияющие на поверхностное сопротивление тонких пленок, установлена взаимосвязь между этими параметрами, приведены их оптимальные численные значения.

Ключевые слова: *поверхностное сопротивление, тонкие пленки, алюмооксидная керамика, магнетронное распыление*

В производстве микросборок, металлокерамических корпусов и плат применяется трафаретная печать с вжиганием металлизационных слоёв, используя пасты на основе вольфрама [1]. Этот метод ограничивает выбор материалов и точность рисунка из-за шага ячейки и ориентации сетки [2]. Для повышения точности перспективно формирование проводящих пленок (Cr – адгезионный слой, Cu – проводящий, Cr-Cu – переходный) на алюмооксидной керамике методом магнетронного распыления. [3].

На рисунке 1 представлена схема получения проводящих структур на алюмооксидной керамике методом магнетронного распыления.

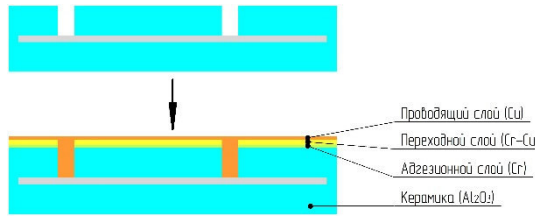


Рис. 1. Схема процесса получения проводящих структур

Методика эксперимента предполагает послойное формирование тонких пленок хрома на неподвижную подложку, переходного слоя на основе Cr-Cu сформированного с использованием частотно-регулированной системы вращения подложкодержателя, а также тонких пленок меди, сформированных на неподвижную подложку. Методика эксперимента представлена на рисунке 2.

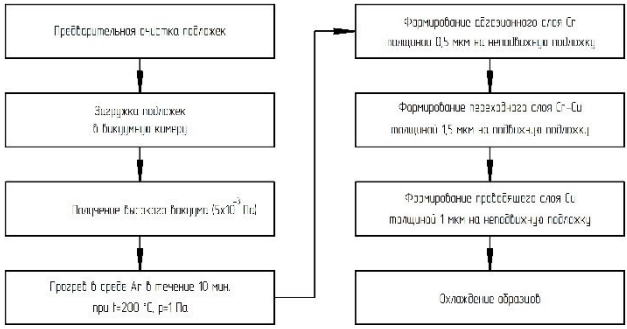


Рис. 2. Методика эксперимента при получении проводящих тонких пленок на алюмооксидной керамике

Формирование тонких пленок меди выполнялось с использованием вакуумной установки УМР-71 и импульсного блока питания с частотой импульсов 20 кГц, коэффициентом заполнения 0,5 в то время как получение тонких пленок хрома выполнялось с блока питания постоянного тока. Технологические параметры получения слоев представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры процесса получения слоев структуры Cr/Cr-Cu/Cu

Материал слоя	Напряжение U, В		Ток I, А		Давление p, Па	Время, t, с
Cr	384		0,5		1	60
Cr-Cu	Cr	Cu	Cr	Cu	1	450
	388	287	0,5	1		
Cu	200		1		1	60

Толщина пленок, полученных образцов была исследована при помощи микроинтерферометра МИИ-4. Для исследования поверхностного сопротивления, были сформированы тонкие пленки в отдельном технологическом цикле. Поверхностное сопротивление было

исследовано при помощи установки четырехзондового измерения JG ST2258C. Результаты исследований сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты исследований полученной структуры

Материал слоя	Толщина h. нм	Поверхностное сопротивление R□, Ом/□
Cr	489	2,82 ± 0,2
Cr-Cu	1595	0,038 ± 0,001
Cu	1030	0,046 ± 0,001
Cr/Cr-Cu/Cu	3044	0,021 ± 0,001

В результате исследований было выявлено, что полученная структура имеет поверхностное сопротивление 0,021 ± 0,001 Ом/□. Поверхностное сопротивление получаемых пленок на алюмооксидной керамике зависит от следующих параметров:

- мощности магнетронного разряда, который оказывает влияние на скорость распыления материала мишени;
- соотношения потоков Cr и Cu;
- морфологии полученной структуры, а также фазового состава переходного слоя.

По итогам исследований была разработана методика для получения тонких проводящих пленок на подложках из алюмооксидной керамики с использованием технологии магнетронного распыления. Этот подход позволяет получать пленки на основе Cr/Cr-Cu/Cu с необходимой степенью контроля благодаря применению переходного слоя. Кроме того, разработанная методика позволяет снизить сопротивление проводников.

Список источников

1. Ермолаев Е.В. Металлокерамические платы и корпуса микросхем повышенной степени интеграции. Обеспечение вакуумплотности. // Электроника НТБ. – 2015. – № 5. – С. 116-120.

2. Шалагин К.А. Формирование проводящих тонких плёнок на алюмооксидной керамике методом магнетронного распыления / К.А. Шалагин // Материалы IX Всероссийской студенческой конференции «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» (Йошкар-Ола, 7-10 ноября 2023 г.) – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. – с. 439-442.

3. Сушенцов Н.И., Филимонов В.Е. Основы технологии микроэлектроники: лабораторный практикум. – 3-е изд., перераб. и доп. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 184 с.

УДК 539.376

Швидкий А.С.

Научный руководитель: Овчинников В.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ЕГО АНАЛИЗ

Аннотация. *Представлены различные архитектуры АЦП, его анализ, схематическое представление.*

Ключевые слова: *АЦП, микросхема, сигнал, последовательное, параллельное.*

Рассматривается задача разработки программного комплекса по исследованию параметров аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

Существует несколько основных типов архитектуры АЦП, хотя в пределах каждого типа существует также множество вариаций. Различные типы измерительного оборудования используют различные типы АЦП. Например, в цифровом осциллографе используется высокая частота дискретизации, но не требуется высокое разрешение. В цифровых мультиметрах нужно большее разрешение, но можно пожертвовать скоростью измерения.

Микросхемы АЦП преобразуют входной аналоговый сигнал в последовательность цифровых кодов. В общем случае микросхему АЦП можно представить в виде блока, имеющего один аналоговый вход, один или два входа для подачи опорного напряжения (см. рис. 1).

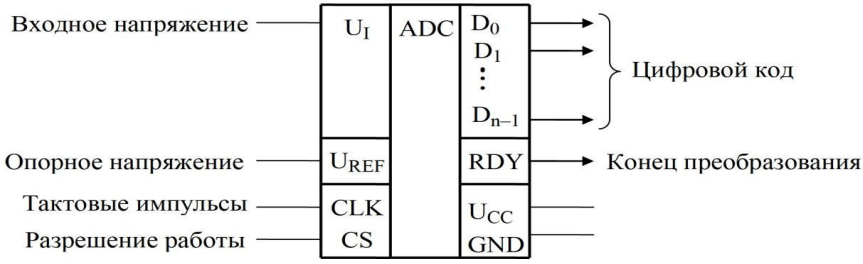


Рис. 1. Обозначение микросхемы АЦП

Часто микросхема АЦП имеет также вход для подачи тактового сигнала CLK, сигнал разрешения работы CS и сигнал о готовности выход-

ного цифрового кода RDY.

Самыми распространенными являются два принципа построения АЦП: последовательный и параллельный.

Наибольшее распространение получили АЦП на основе так называемого регистра последовательных приближений (см. рис. 2).

Рис. 2. Схема АЦП последовательных приближений

Входное напряжение подается на вход компаратора, на другой вход которого подается эталонное напряжение, ступенчато изменяющееся во времени. Выходной сигнал компаратора подается на вход регистра последовательных приближений, тактируемого внешним тактовым сигналом. Выходной код регистра последовательных приближений поступает на ЦАП, которое из опорного напряжения формирует меняющееся эталонное напряжение.

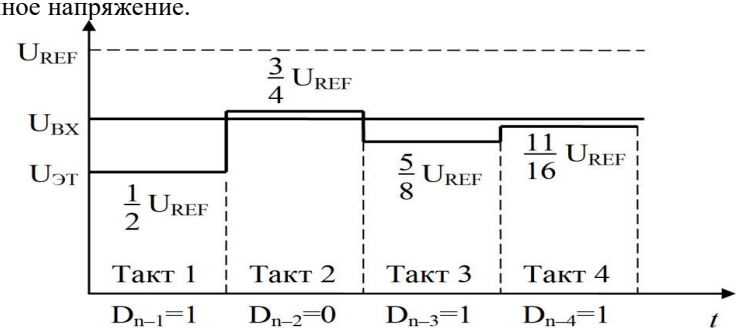


Рис. 3. Формирование кода в АЦП последовательных приближений

Регистр последовательных приближений работает так, что в зависимости от результата предыдущего сравнения выбирается следующий уровень эталонного напряжения по следующему алгоритму (см. рис. 3).

Если входной сигнал меньше половины опорного напряжения, то на следующем такте он сравнивается с четвертью опорного напряжения.

Схема 8-разрядного АЦП на рисунке 4 включает в себя резистивный делитель из 256 резисторов, который делит диапазон между опорными напряжениями $U_{\text{оп1}}$ и $U_{\text{оп2}}$ на 255 квантов размером ΔU каждый. Вход-

ное напряжение сравнивается с помощью компараторов с уровнями, формируемыми делителем напряжения. Эти уровни соответствуют серединам квантов. Выходные сигналы компараторов преобразуются в 8-разрядный двоичный код с помощью приоритетного шифратора PRCD, который формирует на выходе код старшего из компараторов, выдавших сигнал логической единицы.

Для повышения быстродействия в параллельном АЦП иногда применяется конвейерный принцип: выходной код компараторов записывается в (2n–1) - разрядный параллельный регистр.

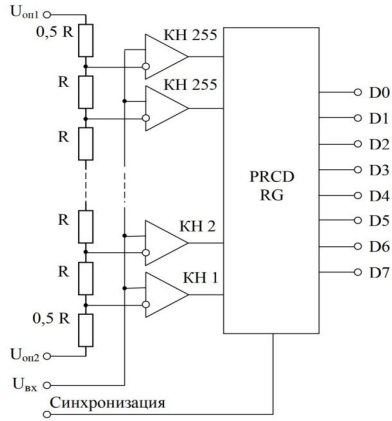


Рис. 4. Схема АЦП параллельного типа

Последовательные АЦП довольно медленные, имеют сравнительно большое время преобразования и малую частоту преобразования, а АЦП параллельного типа работает по более простому принципу. Все разряды выходного кода вычисляются в них одновременно (параллельно), поэтому они гораздо быстрее, чем последовательные АЦП.

Список источников

1. Федорков Б.Г. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение / Б.Г. Федорков, В.А. Телец – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 236 с.

2. Уильямс А. Применение интегральных схем: Практическое руководство. В 2-х кн. Кн. 1. / А. Уильямс, Р. Фростхоум, Пер. с англ. Под ред. А. Уильямса. – М.: Мир, 1987. – 432 с.

Секция «БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УДК 547.987

Бабина Т.В.
Научный руководитель: Конюхова О.М., доцент, канд. биол. наук
Поволжский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОРЕ СОСНЫ

Аннотация. *Проведен эксперимент по определению содержания экстрактивных веществ в коре сосны различными методиками экстракции.*

Ключевые слова: *кора сосны, экстракция.*

Лесная промышленность характеризуется большим числом разнообразных целлюлозосодержащих отходов, такие как кора, корни и ветви деревьев, которые можно рассматривать как ценный источник биологически активных соединений [4].

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*) является широко распространенным древесным растением на территории Российской Федерации [1]. Благодаря высокому содержанию экстрактивных веществ, древесина, кора и другие части сосны находят применение в медицине, косметологии и промышленности [2].

Экстрактивные вещества представляют собой группу органических соединений, которые могут быть извлечены из растительных материалов с помощью нейтральных растворителей, таких как вода, диэтиловый эфир, метанол и других.

Сосновая кора богата экстрактивными веществами, которые обладают сильными антиоксидантными свойствами. Исследования показали, что экстракт коры сосны содержит биофлавоноиды, катехины, эпикатехины, процианиды и фенольные кислоты. Антиоксидантный эффект экстракта коры сосны значительно превосходит действие витаминов С и Е, альфа-липоевой кислоты и коэнзима Q_{10} [2]. Благодаря этим свойствам экстракт коры сосны используется для профилактики и лечения различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые патологии, катаракту, варикозное расширение вен и диабет [3].

В связи с вышесказанным, определение количественного содержания экстрактивных веществ в древесине, корнях и коре хвойных деревьев, таких как сосна обыкновенная, имеет важное значение для различных отраслей промышленности. Разработка и сравнение методик определения этих веществ способствует более эффективному использованию природных ресурсов и созданию продуктов с высокими потребительскими свойствами.

Цель исследования – изучить выделение экстрактивных веществ в коре *Pinus sylvestris L* с использованием различных экстрагентов.

Объект исследования – образцы коры сосны, собранные на пробных площадях 29Г и пробная площадь 30А в квартале №17 Старожильском лесничестве.

Методика исследования – проводили экстракцию предварительно измельченного сырья с помощью трех экстрагентов.

Исходный измельчённый материал подвергался экстракции этилацетатом при температуре 100 °С в колбе с обратным холодильником. Соотношение сырья и растворителя составляло 5:50 (г/мл). Время экстракции – 4 часа. Полученный этилацетатный экстракт фильтровался для отделения исходного сырья, после чего растворитель выпаривался в течение 4 часов с использованием роторного испарителя. После чего высушенный экстракт подвергался экстракции гексаном в количестве 10 мл в течение 24 часов без нагрева, после чего проводилась повторная обработка.

Гексановые экстракты объединялись, выпаривались и подвергались дальнейшему анализу. Экстракт-1 содержал преимущественно фенольные соединения, экстракт-2 – смолистые вещества. Все экстракты высушивались до постоянной массы и взвешивались, для определения выхода экстрактивных веществ.

Оставшееся сырьё экстрагировали водой при 100°С в течение 4 часов, после чего в полученном экстракте-3 определялось содержание сухих веществ, преимущественно полисахаридов [4].

Результаты и их обсуждение. Нами была проведена экстракция соединений сосны при использовании разных растворителей, при этом для экстракции использовали образцы коры, собранные с разных вариантов деревьев. Данные по выходам экстрактивных веществ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Выход экстрактивных веществ из коры сосны

	Выход этилацетатного экстракта (I), % от а.с.в.	Выход гексанового экстракта (II), % от а.с.в.	Выход водного экстракта (III), % от а.с.в.
ПП 29 Г (крупные деревья)	4,29	1,39	3,43
П 29 Г (тонкие деревья)	3,57	1,19	1,72
ПП 30 А (тонкие деревья)	8,24	3,95	1,29

Анализ полученных данных показал, что наибольший выход экстрактивных веществ наблюдается при использовании этилацетатного экстрагента, особенно у образцов тонких деревьев, где выход составил 8,24% от абсолютно сухого вещества. Гексановый экстракт характеризуется значительно меньшим выходом, не превышающим 3,95%. Водная экстракция дала наиболее низкие результаты, особенно для тонких деревьев, что свидетельствует о меньшем содержании водорастворимых полисахаридов. Таким образом, использование этилацетата позволяет извлечь наибольшее количество экстрактивных веществ, а различия в составе экстрактов связаны с особенностями древесного сырья и природой растворителя.

Список источников

1. Суменкова А.М., Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Мащенко П.С. Исследование состава эфирного масла древесной зелени сосны обыкновенной // Фармация. - 2021. - Т. 70. - №3. - С. 31-35. doi: 10.29296/25419218-2021-03-06.
2. Ku C.S., Jang J.P., Mun S.P. Exploitation of polyphenol-rich pine barks for potent antioxidant activity // J Wood Sci. - 2007. – Vol. 53, P. 524–528. https://doi.org/10.1007/s10086-007-0896-6.
3. Федорова Ю.С., Кульпин П.В., Суслов Н.И., Мелентьева Ю.В., Косенко К.К. Изучение кардиопротекторных свойств биологически активных веществ *Hedysarum alpinum L* // Вестник науки и образования. - 2018. - №16-1. – С. 52. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kardioprotektornyh-svoystv-biologicheski-aktivnyh-veschestv-hedysarum-alpinum-l.
4. Остроухова Л.А., Федорова Т.Е., Онучина Н.А., Левчук А.А., Бабкин В.А. Определение количественного содержания экстрактивных веществ из древесины, корней и коры деревьев хвойных видов Сибири: лиственницы *Larix sibirica* // Химия растительного сырья. – 2018. – №4. – С. 185–195. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-kolichestvennogo-soderzhaniya-ekstraktivnyh-veschestv-iz-drevesiny-korney-i-kory-dereviev-hvoynyh-vidov-sibiri.

УДК 632.93:579.264

Баранов А.С., Окач М.А.
Научный руководитель: Мухортов Д.И., д-р с. – х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДИФИКАЦИЯ ТЕПЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ БИОПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ ГРИБОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ *PINUS SYLVESTRIS* L. С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Аннотация. *В статье представлены результаты работы по модификации биопрепаратами на основе грибов тепличных субстратов, предназначенных для посева семян сосны обыкновенной в контейнеры. Исследования показали положительное влияние биопрепаратов на биометрические показатели сеянцев сосны при выращивании в защищенном грунте.*

Ключевые слова: *сосна обыкновенная, микориза, биопрепарат.*

Сосна обыкновенная одна из главных лесообразующих пород, а также основной объект в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности. В связи с этим возникает необходимость выращивание в небольшие сроки качественного посадочного материала [1, 2]. Сосна относится к высокомикотрофным видам, для успешного роста и жизнедеятельности которых необходимо симбиотическое взаимодействие с грибом [3]. Поэтому нужно разработать технологию модификации субстрата биопрепаратами на основе грибов.

Цель работы – изучить влияние симбиотических грибов на сеянцы сосны обыкновенной, выращенных в контейнерах.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить воздействие микоризообразующих грибов, вносимых в корнезакрывающий субстрат, на рост сеянцев сосны обыкновенной с ЗКС.
2. Провести анализ относительного содержание хлорофилла в хвое сеянцев сосны, выращенных на субстратах, модифицированных различными видами симбиотических грибов.

В качестве объектов исследования были выбраны биопрепараты “Триходермин” - (*Trichoderma viride штамм 471*) и “Кормилица Микориза” – (*Glomus*).

В эксперименте была использована торфосмесь на основе грунта торфяного универсального «Агробалт -С». Субстрат закладывали в кассеты из 81 ячейки (объем ячейки 85 см^3, габариты кассеты 38,5×38,5×7,3 см) в трех повторностях.

В эксперименте было три варианта внесения биопрепаратов:

1. внесение в корнезакрывающий субстрат споры грибов Trichoderma viride, доза внесения 0,3 г/100см^3.

2. внесение в корнезакрывающий субстрат грибов рода Glomus, доза внесения 0,05 г/100см^3.

3. внесение в корнезакрывающий субстрат смеси грибов Trichoderma viride (0,3 г/100см^3) и рода Glomus (0,05 г/100см^3).

Измерялись следующие биометрические параметры сеянцев: длина корневой системы, высота надземной части, диаметр корневой шейки.

Были рассчитаны средние значения биометрических показателей и доля влияния фактора на сеянцы сосны во всех трех повторностях.

Таблица 1. Влияние внесения препаратов на основе спор грибов на линейные показатели сеянцев сосны обыкновенной

Виды грибов	Высота сеянца, см	Диаметр корневой шейки, мм	Количество бок побегов, шт.
Trichoderma viride	16,9	2,64	1,78
Glomus	18,8	2,62	2,22
Trichoderma viride+ Glomus	18,2	2,74	2,46
Контроль (без внесения)	9,4	1,3	1,5
Доля влияния фактора	93,84%	94,02%	58,55%

Выявлено, что биометрические показатели сеянцев с применением биопрепаратов на основе спор грибов намного больше по сравнению с контролем.

Были рассчитаны средние значения биомассы сеянцев сосны всех трех повторностей.

Таблица 2. Влияние внесения препаратов на основе спор грибов на биомассу сеянцев сосны обыкновенной, г

Виды грибов	Масса корней	Масса стволиков	Масса хвои	Общая масса
Trichoderma viride	33,2	37,6	51,9	122,8
Glomus	45,3	41,8	72,6	159,8
Trichoderma viride+ Glomus	71,0	55,9	79,8	206,8
Контроль (без внесения)	35,2	25,1	78,4	138,8

Установлено, что биомасса сеянцев с биопрепаратами намного

больше по сравнению с контролем кроме сеянцев с биопрепарат “Триходермин”.

С помощью прибора CL-01 было определено относительное содержание хлорофилла в хвое сеянцев.

Таблица 3. Относительное содержание хлорофилла в хвое сеянцев сосны обыкновенной

№ п/п	Виды грибов	Относительное содержание хлорофилла, ед.
1	Trichoderma viride	0,136
2	Glomus	0,198
3	Trichoderma viride+ Glomus	0,159
4	Контроль (без внесения)	0,090
Доля влияния фактора		80,64%

Результаты показывают, что биопрепараты благоприятно влияют на содержание хлорофилла в хвое.

Таким образом внесение биопрепаратов в тепличный субстрат повышают биометрические показатели и биомассу сеянцев сосны, а также содержание хлорофилла в хвое.

Список источников

1. Гоф А.А., Жигулин Е.В., Залесов С.В. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая // Успехи современного естествознания. 2019. № 12-1. С. 9-13.

2. Дегтярева А.П. Сосна обыкновенная в изменяющихся климатических условиях центрального Черноземья // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2022. №144. С. 14-18.

3. Иозус А.П., Завьялов А.А., Бойко С.Ю. Особенности влияния микоризы на приживаемость и биохимический состав сеянцев сосны обыкновенной в сухой степи Нижнего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2019. № 6. С. 23-27.

УДК 57.042

Бушуева Ю.О., Гудовских Ю.В., Сорокина А.А., Оботнин С.И.
ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова

ПРОДУКТИВНОСТЬ *OXALIS ACETOSELLA* L. В ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ

Аннотация. *В работе представлены данные по продуктивности Oxalis acetosella L. в южнотаежных лесах Кировской области. Показана зависимость между массой листьев и проективным покрытием.*

Ключевые слова: *Oxalis acetosella L., продуктивность, южнотаежная подзона, Кировская область.*

Распределение биомассы растений играет ключевую роль в биогеохимических циклах лесных экосистем (Зубкова, 2023). Однако сведений по исследованию продуктивности *Oxalis acetosella* L. (кислица обыкновенная), доминирующей и субдоминирующей в травяно-кустарничковом ярусе нескольких типов лесных экосистем, крайне недостаточно, а Кировской области они и вовсе отсутствуют.

Целью работы являлась оценка продуктивности *O. acetosella* южнотаежных лесах Кировской области.

Объектами исследования явились 4 ценопопуляции *O acetosella*. В каждом фитоценозе выполнены стандартные геоботанические описания (Методы изучения…, 2002). Исследования проводили на постоянных пробных площадях в двух повторностях (весна и осень). Биомассу определяли методом непосредственного взвешивания. Затем разделяли надземную и подземную биомассу, высушивали и вновь взвешивали. Расчет продуктивности вида приведен в воздушно-сухой массе.

Пихтово-сосновый разнотравно-кисличный лес сложен *Abies sibirica* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L. В подросте встречаются *A. sibirica* и *Populus tremula* L. Видовой состав подлеска представлен *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus aucuparia*, *Prunus padus* L., *Ribes rubrum* L. В травяно- кустарничковом ярусе (ТКЯ) преобладают: *Oxalis acetosella* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Urtica dioica* L. и др.

В березово-сосновом бруснично-земляничном лесу доминантными породами древостоя являлись *Pinus sylvestris* L., *Picea* × *fennica* (Regel) Kom., *Betula pubescens* Ehrh. Подлесок представлен *Frangula alnus* Mill., *Amelanchier ovalis* Medik., *Sorbus aucuparia* L., *Padus avium* Mill., *Salix*

aurita L., *Salix cinerea* L., *Rubus idaeus* L., *Viburnum opulus* L. В ТКЯ преобладают *Fragaria vesca* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Orthilia secunda* (L.) House.

В сосняке – кисличнике подростом выступали *Tilia cordata* Mill. и *Abies sibirica* Ledeb. Подрост представлен *Padus avium* Mill L., *Sorbus aucuparia* L., *Ribes rubrum* L. В ТКЯ доминируют такие виды как *Aegopodium podagraria* L., *Oxalis acetosella* L.

В смешанном лесу древесный ярус слагали *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L. и *Picea abies* (L.) H.Karst. Эти же породы представлены в подросте. В подлеске обнаружены *Ribes nigrum* L., *Prunus padus* L., *Rosa majalis* Herrm., *Salix triandra* L., *Sorbus aucuparia* L., *Lonicera xylosteum* L. В ТКЯ преобладали *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Equisetum sylvaticum* L, *Poa nemoralis* L.

Согласно полученным данным, в весенний период в сосняке-кисличнике масса парциального побега в среднем составляла 0,115 ± 0,008 г (CV=21%), в осенний период масса парциального побега составила 0,142 ± 0,008 г. Значимых различий не было обнаружено и в средних значениях весенней и осенней массе парциального побега в пихтово-сосновом разнотравно-кисличном лесу – 0,159 ± 0,013 г (CV=26%) и 0,169 ± 0,010 (CV=20%) г соответственно. Средние показатели массы парциального побега в березово-сосновый бруснично-земляничный лес сопоставимы с таковыми в пихтово-сосновом разнотравно-кисличном лесу. Средняя масса парциального побега в весенний период составила 0,157 ± 0,009 г (CV=20%) и 0,149 ± 0,011 г (CV=31%) в осенний период. В смешанном лесу в летний период средние показатели массы парциального побега не имели значимых различий с параметрами биомассы вида в других типах леса и составляли 0,149 ± 0,011 г (CV=31%).

Наибольшая величина надземной фитомассы *O. acetosella* выявлена в пихтово-сосновом разнотравно-кисличном лесу (0,373 г/м2) в осенний период, наименьшая – в сосняке кисличнике в весенний период (0,219 г/м2), причем к осеннему периоду величина наземной фитомассы *O. acetosella* в сосняке кисличнике возросла на 25%. В других изученных типах леса величина наземной фитомассы оставалась стабильной и не испытывала колебаний на протяжении всего вегетационного периода.

В ходе исследования выявлена тесная взаимосвязь воздушно сухой массы листьев и проективного покрытия *O. acetosella* ($y = 0{,}0443x + 0{,}0447$; $R^2 = 0{,}789$; $r=0.89$; $n=81$). Выявленная взаимосвязь параметров позволяет оперативно оценить урожайность *O. acetosella* через проективное покрытие. Установлена также взаимосвязь между проективным

покрытием и массой свежих листьев (y = 0,0443x + 0,0447; R^2 = 0,789; r=0.89; n=81) (Рис.1).

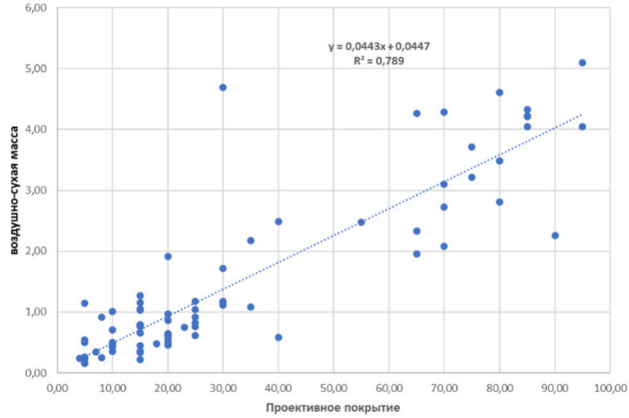


Рис. 1. Зависимость массы листьев от величины проективного покрытия *O. acetosella*

Таким образом, можно сделать вывод о высокой стабильности параметров продуктивности *O. acetosella* в исследованных лесных фитоценозах Кировской области и существенной взаимосвязи между массой листьев и проективным покрытием.

Список источников

1. Зубкова Е.В. Соотношение органов у растений травяно-кустарничкового яруса разных видов / Е. В. Зубкова, П. В. Фролов // Систематические и флористические исследования Северной Евразии : Материалы III Всероссийской конференции с международным участием (к 95-летию со дня рождения профессора А.Г. Еленевского), Москва, 19–21 октября 2023 года. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2023. – С. 169-173.

2. Полянская Т.А. Состояние ценопопуляций *Oxalis acetosella* L. в национальном парке "Марий Чодра " / Т. А. Полянская // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 38-42.

3. Методы изучения лесных сообществ / Под ред. В.Т. Ярмишко и И.В. Лянгузовой. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

УДК 615.32

Горева А.В.
Научный руководитель: Конюхова О.М., канд. биол. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ГИДРОЛАТОВ РОМАШКИ АПТЕЧНОЙ И УКРОПА ПОСЕВНОГО

Аннотация. *Представлены результаты исследования антимикробной активности гидролатов ромашки лекарственной Matricaria chamomilla и укропа посевного Anethum graveolens. Проведено определение микробиологической чистоты растительных гидролатов.*

Ключевые слова: *гидролаты, антимикробная активность, Matricaria chamomilla, Anethum graveolens*, биологически активные вещества.

Гидролаты, также известные как цветочная вода, представляют собой побочные продукты процесса водно-паровой дистилляции растительного сырья при получении эфирных масел. В ходе этого процесса вода насыщается летучими компонентами и водорастворимыми соединениями, содержащимися в растениях [1]. По своим органолептическим характеристикам и химическому составу гидролаты приближены к эфирным маслам. Ранее нами было установлено содержание суммы флавоноидов в гидролатах ромашки аптечной и укропа посевного. Исследование показало, что гидролаты сохраняют фенольные соединения [2]. Благодаря своему химическому составу, гидролаты обладают потенциалом для проявления антимикробной активности, что делает их перспективными объектами для исследования. Способность подавлять рост микроорганизмов может найти применение в косметологии, медицине и пищевой промышленности.

Цель исследования состоит в определении антимикробной активности гидролатов по отношению к грамотрицательным и грамположительным бактериям.

Объектами исследования послужили гидролаты ромашки лекарственной *Matricaria chamomilla* и укропа посевного *Anethum graveolens*, полученные водно-паровой дистилляцией растительного сырья. Устойчивость к действию БАВ проверялась на штаммах микроорганизмов *Escherichia coli C600, Escherichia coli HB-101, Bacillus subtilis, Bacillus circulans u Salmonella enterica.*

Методика. Исследование антимикробной активности осуществлялось методом лунок (колодцев) [3]. Для определения чувствительности

микроорганизмов была приготовлена серия разбавленных образцов гидролатов в соотношении: б/р (без разведения), 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10.

Чистые культуры микроорганизмов предварительно культивировали в термостате при температуре 37 °С в течение 24 часов. Из полученных бактериальных культур готовили концентрацию микробных клеток, соответствующую стандарту мутности ($0{,}93 \cdot 10^9$ клеток/мл). Суспензию микроорганизмов наносили на поверхность агаризованной питательной среды. В толще агара стерильной пробиркой, нагретой в пламени спиртовки, прорезали «колодцы», в которые затем переносили аликвоту растворов гидролатов разной концентрации. О наличии и степени антибактериальной активности судили по величине зоны ингибирования суточных культур тест-штамма.

Также была определена микробиологическая чистота гидролата. Образец наносили на поверхность агара в чашке Петри и культивировали в термостате при температуре 37 °С. По истечении инкубационного периода проводили визуальную проверку на наличие колоний микроорганизмов.

Результаты. Проверка антимикробной активности по отношению к исследуемым штаммам у гидролатов ромашки лекарственной *Matricaria chamomilla* и укропа посевного *Anethum graveolens* показала отсутствие ингибирующего действия. Причина может заключаться в недостаточно высоком для подавления роста бактерий содержании вторичных метаболитов, которые разрушаются в ходе получения гидролатов при термическом воздействии.

Эксперимент по определению микробиологической чистоты исследуемых гидролатов показал отсутствие на чистой питательной среде микробиологического загрязнения, что делает возможным безопасное применение гидролатов в косметической и медицинской промышленности.

Список источников

1. Эфирные масла и их качество / В. С. Паштецкий, Л. А. Тимашева, О. А. Пехова [и др.]. – Симферополь : ИТ «Ариал», 2021 г. – 212 с.

2. Горева А.В. Сравнительное изучение содержания рутина в растительном сырье и его гидролатах / А.В. Горева, О.М. Конюхова // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы X Всероссийской студенческой конференции; Йошкар-Ола, 5-8 ноября 2024 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». - г. Йошкар-Ола: ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологические университет», 2024. – С. 138-140.

3. Синюшина М.Н. Руководство к практическим занятиям по медицинской микробиологии / М.Н. Синюшина, М.Н Самсонова. - М.: Медицина, 1974 - 168 с.

УДК 630*232.315.3

Гукалова И.А.
Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА «РАДИФАРМ» НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Аннотация. *Рассмотрено влияние биопрепарата «Радифарм» на прорастание семян ели европейской. Установлено, что применение биопрепарата «Радифарм» положительно влияет на процесс проращивания ели.*

Ключевые слова: *биопрепарат, корень, гипокотиль, ель, семена, энергия прорастания, всхожесть.*

К настоящему времени при выращивании сельскохозяйственных культур успешно используют различные стимуляторы роста, которые способствуют повышению их урожайности и устойчивости к различным заболеваниям. В области лесного хозяйства также начаты исследования в данном направлении [1], в частности, по изучению влияния стимуляторов роста на лесообразующие породы [2-4]. Для повышения посевных качеств семян и выхода высококачественного посадочного материала особое значение имеют регуляторы роста растений – природные и синтетические органические вещества, способные стимулировать рост и развитие растений. За счет входящих в состав стимуляторов роста питательных элементов, витаминов, минералов, гормонов создаются необходимые благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего роста всходов, в результате чего повышается всхожесть, появляются более дружные всходы, уменьшается срок прорастания семян [5].

Целью исследования являлось изучение влияния биопрепарата «Радифарм» на всхожесть и прорастание семян.

Объект исследования – семена ели европейской 2 класса качества.

Методика исследования. Отбирали 100 шт. семян ели европейской и проводили обеззараживание 3% перекисью водорода для уничтожения фитопатогенных микроорганизмов на поверхности семян. Далее проводили замачивание семян в растворе препарата «Радифарм» на 20 минут-1 вариант, на 30 минут – 2 вариант. Контролем служили семена замоченные в воде. Энергию прорастания и всхожесть проверяли на 10 и 15

сутки, согласно ГОСТу ГОСТ 13056.6-97. У растений измеряли длину и массу у корней и гипокотиля. Полученные данные были внесены в компьютер и проанализированы в программе Microsoft Office Excel методами математического анализа.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента были получены данные энергии прорастания и всхожести семян ели европейской (рис. 1). Исследование показало, что обработка семян препаратом «Радифарм» повлияла на энергию прорастания и всхожесть семян ели. Лучшие результаты были достигнуты при 2 варианте обработки, в то время как при 1 варианте наблюдалось незначительное снижение показателей всхожести по сравнению с контролем.

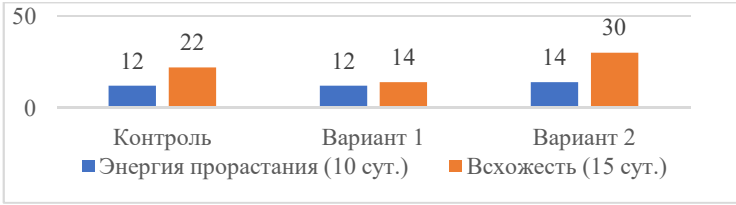


Рис. 1. Всхожесть и энергия прорастания семян ели

Результаты статистического анализа морфометрических показателей проростков ели европейской представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфометрические показатели проростков ели европейской

№	Длина, см	X	Sx	б	min	max	V,%	P,%
Вариант 1	корня	2,12	0,26	0,95	0,5	3,0	44,8	12,4
	гипокотиля	2,75	0,31	1,1	0,8	4,0	39,3	11,3
Вариант 2	корня	2,60	0,37	1,0	0,6	4,0	37,7	14,2
	гипокотиля	2,70	0,51	1,3	0,2	4,0	49,6	18,9
Контроль	корня	2,51	0,14	0,66	1,0	4,0	26,3	5,6
	гипокотиля	3,64	0,26	1,2	1,0	8,0	34,1	7,1

Примечание: среднее значение ($X_{ср}$), стандартная ошибка (S_x), минимальное и максимальное значение, среднеквадратическое отклонение (б), коэффициент вариации (V) и точность опыта (P).

Анализ морфометрических показателей проростков ели выявил, что лучший показатель по длине гипокотиля обладает контроль (3,64), об-

работанные семена имели гораздо меньшую длину по этому признаку (2,75 – 1вариант и 2,70 – 2 вариант, соответственно).

Максимальное значение (2,60) средней длины корней наблюдалось во втором варианте, при замачивании семян на более длительное время. По изменчивости признаков контроль и все варианты обработки семян имеют по всем показателям большую изменчивость. Средняя точность опыта во всех вариантах превышает 5%.

В результате эксперимента также установлено, что масса корней у варианта с обработкой (0,07 г) больше, чем у контроля (0,01 г). По показателям массы гипокотиля контроль (0,34 г), имеет максимальное значение по сравнению с вариантом с обработкой (0,15 г). Таким образом, биостимулятор «Радифарм» оказывает положительный эффект на массу корней.

Вывод. Результаты предпосевной обработки семян ели «Радифармом» показали, что более длительное замачивание семян в препарате способствует лучшему корнеобразованию.

Список источников

1. Чернышева Н.К., Князева В.В., Минкевич И.И. Способ стимулирования сеянцев хвойных пород: описание изобретения к авторскому свидетельству. Ленинград: Ленинградская ордена Ленина лесотехническая академия, 1982.

2. Сабиров А.М., Мухаметшина А.Р. Эффективность предпосевной обработки семян ели европейской удобрительными препаратами «Биоплант Флора», «Гумат» и внесение азотных удобрений // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2015. № 3 (37). С. 144-147.

3. Мурая Л.С., Рязанцева Л.А., Сиволапов А.И. Цитогенетический механизм влияния биостимуляторов роста на проростки семян ели европейской (Picea exelsa Link.) и сосны обыкновенной (Pinus silvestris L.) // Лесотехнический журнал, 2017. Т. 7. № 2 (26). С. 83-91.

4. Тупик П.В. Использование новых стимуляторов роста при выращивании сеянцев хвойных интродуцентов в условиях закрытого грунта // Тр. Белорусского государственного технологического университета. Лесное хозяйство, 2008. № 16. С. 223-226.

5. Фроленкова М.С. Влияние предпосевной обработки семян сосны обыкновенной и ели европейской на их всхожесть и энергию прорастания // Труды БГТУ. 2016. № 1. С. 148-152.

УДК 677.112:665.947.4:582.284

Захарчук Д.Д.
Научный руководитель: Болтовский В.С., д-р техн. наук, профессор
Белорусский государственный технологический университет

ДЕЛИГНИФИКАЦИЯ ВОЛОКОН ЛЬНА ПРИ ДЕЙСТВИИ МИЦЕЛИАЛЬНЫХ ГРИБОВ SPOROTRICHUM PULVERULENTUM БИМ F-111

Аннотация. *В работе представлены результаты исследования воздействия штамма мицелиальных грибов Sporotrichum pulverulentum БИМ F-111 на короткое волокно льна-долгунца. Установлено, что при действии данной культуры происходит биодеградация лигнина, приводящая к уменьшению его содержания и изменению структуры волокна льна.*

Ключевые слова: *лен-долгунец, волокно, мицелиальные грибы, лигнин.*

Одним из перспективных направлений разработки экологически безопасных методов получения целлюлозы является применение биотехнологических подходов, в частности, использование ферментативной обработки лигноцеллюлозного сырья. При получении целлюлозы высокого качества, одной из основных задач является делигнификация растительной биомассы. Традиционно этот процесс осуществляется под действием агрессивных химических реагентов и высоких температур, что сопровождается негативным воздействием на окружающую среду. Альтернативным и экологически безопасным методом деструкции лигнина является обработка ферментными препаратами или микроорганизмами, обладающими селективным действием. При этом процесс осуществляется в более мягких условиях (существенно меньших температурах и без применения химически активных реагентов), что минимизирует энергозатраты и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

Цель работы – изучить влияние воздействия мицелиальных грибов *Sporotrichum pulverulentum* БИМ F-111 из коллекции музея микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси на делигнификацию волокон льна.

Эксперимент проводили с использованием короткого льняного волокна, предварительно обработанного автоклавированием при температуре 121 °С в течение 40 мин. Культивирование осуществляли в термостате при температуре 25 °С и постоянной влажности, обеспечивающих оптимальные условия для роста микроорганизмов на субстрате с внесенной питательной средой и посевным материалом. Биодеструкцию лигнина изучали в динамике в течение 3 недель до достижения полного визуального отбеливания субстрата, что свидетельствовало о завершении активной фазы биологической обработки. По окончании культивирования и высушивания биомассы оценивали изменения структуры волокна (рис. 1) и определяли содержание лигнина.

а) б)

Рис.1 – изменение структуры льняного волокна до (1,а) и после (1,б) воздействия *Sporotrichum pulverulentum*

Исходное короткое льняное волокно (рис. 1,а), содержащие 5,43% лигнина, характеризуется темно-коричневым цветом. После обработки (рис. 1,б) наблюдается значительное изменение морфологии и цвета волокна: оно приобретает светло-молочный оттенок, что свидетельствует о частичной деградации лигнина, содержание которого уменьшилось до 3,31%. Кроме того, в обработанном волокне наблюдается увеличение рыхлости структуры, что может быть связано с разрушением межклеточных связей и частичным удалением нецеллюлозных компонентов.

Инфракрасная спектроскопия образцов на аппарате ИК-Фурье спектрометре NEXUS E.S.P. (Thermo Scientific, США) исходного льняного волокна и после воздействия гриба *Sp. Pulverulentum* представлена на рис. 2.

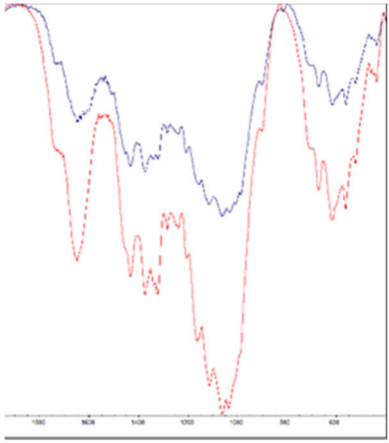


Рис. 2 – ИК-спектры образцов: синий спектр – исходное льняное волокно, красный – волокно после воздействия *Sp. pulverulentum*

Увеличение интенсивности пиков в области 1730–1600 $см^{-1}$ (карбонильные группы), указывает на активную окислительную деградацию лигнина. Снижение интенсивности пиков в области 1250–1000 $см^{-1}$ (вторичные связи), также свидетельствуют о разрушении основных структурных элементов лигнина.

В результате проведенных исследований установлено, что штамм грибов *Sporotrichum pulverulentum* БИМ F-111 обладает способностью к биодеградации лигнина в льняном волокне, что подтверждается снижением его содержания с 5,43% до 3,31% и изменением его морфологии (увеличение рыхлости структуры) и цвета, что происходит вследствие разрушения межклеточных связей и частичном удалении нецеллюлозных компонентов. Увеличение пиков в области 1730–1600 $см^{-1}$ (карбонильные группы), а также снижение интенсивности пиков в области 1250–1000 $см^{-1}$, связанное с разрушением вторичных связей в структуре лигнина свидетельствует о его деградации под действием грибов *Sporotrichum pulverulentum* БИМ F-111 и подтверждают возможность использования этой культуры микроорганизмов для делигнификации волокон льна и выделения из нее ферментов, обладающих селективным лигниндеструктирующим воздействием.

УДК 635.21

Капустина Д.С.
Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Аннотация. *В ходе исследования было выделено 14 почвенных микроорганизмов с различной степенью деструктивного воздействия на растительные ткани картофеля. Культуры сформировали три кластера по интенсивности мацерации: с умеренной, средней и высокой активностью.*

Ключевые слова: *мацерация, рекультивация, песчаный карьер, микроорганизмы.*

Почвенные микроорганизмы играют критическую роль в поддержании здоровья почв и их функциональности. Их активность влияет на разложение органических веществ, трансформацию питательных элементов и формирование структуры почвы. Исследование мацерирующей активности этих микроорганизмов позволяет лучше понять их вклад в процессы восстановления почв и может помочь в разработке эффективных методов управления и улучшения качества рекультивированных земель.

Цель работы – исследовать мацерирующую активность почвенных бактерий в отношении растительных тканей.

Объектом исследования служили чистые культур бактерий, выделенные из почвенных образцов, клубни картофеля *(Solanum tuberosum).*

Методы исследования. Сбор почвенных образцов проводился летом 2024 года на территории бывшего песчаного карьера Чукшинского месторождения, где ранее были проведены работы по рекультивации. В процессе исследования была организована следующая работа: заложены пробные площади и произведен отбор почвенных образцов на глубинах (0-20 см, 30-50 см, 60-80 см), полученные точечные образцы объединяли в общие пробы. Из почвенных проб были выделены чистые культуры микроорганизмов, которые затем культивировались в течение суток при температуре 37°С [1]. Полученные культуры наносились бактериологической петлей на подготовленный растительный материал - клубни картофеля (*Solanum tuberosum*). На стерильные ломтики картофеля толщиной 1 см в диаметре и 3-5 мм толщиной наносили культуры, далее их инкубировали в чашках Петри при оптимальной температуре в течение суток, после чего взвешива-

ли массу мацерированной ткани [2]. Каждый эксперимент ставили в трехкратной повторности и данные обрабатывали статистически.

Результаты исследования. Результаты влияния микроорганизмов на растительную ткань путем взвешивания представлено в таблице 1.

Таблица 1– Потери в весе растительной ткани

Номер культуры/ контроль	Средние потери ± SD, г	Номер культуры/ контроль	Средние потери ± SD, г
Контроль	0,123 ± 0,023	8.	0,210 ± 0,035
1.	0,197 ± 0,025	9.	0,200 ± 0,020
2.	0,183 ± 0,017	10.	0,197 ± 0,035
3.	0,230 ± 0,043	11.	0,173 ± 0,012
4.	0,223 ± 0,025	12.	0,247 ± 0,032
5.	0,233 ± 0,037	13.	0,227 ± 0,030
6.	0,187 ± 0,006	14.	0,200 ± 0,030
7.	0,257 ± 0,033		

Наибольшую деструктивную активность обладает культура №7, которая вызывает наиболее интенсивную мацерацию растительной ткани. Культуры №12 и №5 демонстрируют схожую, но менее выраженную деструктивную активность. Культуры №8 и №9 характеризуются наименьшей деструктивной способностью, что проявляется в незначительных отклонениях от контрольных показателей.

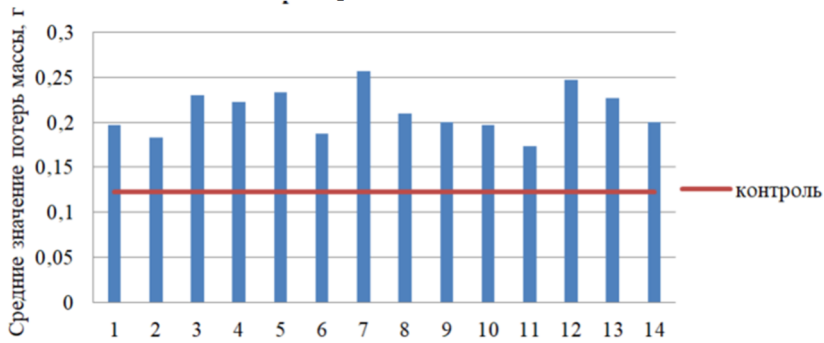


Рис. 1. Мацерирующая активность выделенных почвенных микроорганизмов

На основании полученных данных культуры были разделены на четыре группы по уровню потерь с помощью кластерного анализа в приложении Orange.

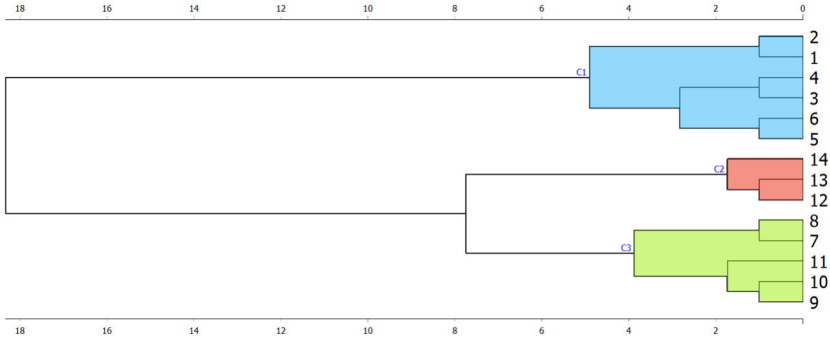


Рис. 2. Дендрограмма кластерного анализа культур по уровню потерь, полученная в приложении Orange

Первая группа (кластер 1) включает культуры №2, 1, 4, 3, 6 и 5, характеризующиеся наименьшими потерями массы растительной ткани (от 0,183 до 0,233). Вторая группа (кластер 2) состоит из культур №14, 13 и 12, демонстрирующих средние значения потерь (от 0,2 до 0,227). Третья группа (кластер 3) объединяет культуры №8, 7, 11, 10 и 9, показавшие наибольшие потери (от 0,21 до 0,257). Культуры первого кластера демонстрируют превышение над контролем (0,123) в среднем на 48.8%, второго кластера - на 67.5%, а третьего кластера - на 70.7%.

Таким образом, выделенные культуры демонстрируют различную мацерирующую активность при разложении растительных тканей. Чрезмерная мацерация в условиях рекультивированного песчаного карьера является нежелательным процессом, поскольку приводит к ускоренному разложению растительных тканей, потере структурной целостности почвы, нарушению формирования гумуса, снижению её агротехнических качеств и угнетению роста растений. Для разработки эффективных методов контроля данного процесса необходимы дальнейшие исследования по определению видовой принадлежности выделенных культур и механизмов их воздействия на растительные ткани.

Список источников

1. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. - М.: МГУ, 1991. - 304 с.

2. Агабозорги С., Евтушенков А.Н. Мацерация тканей клубней картофеля и корнеплодов моркови мутантами бактерий *Erwinia atroseptica* // Вестник БГУ. Сер. 2. 2008.

УДК 504.75.05

Мальцева Ю.Р.
Научный руководитель: Криворотова Т. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ОРШАНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *Исследованы три родинка, находящихся в Оршанском районе РМЭ. Установлено, что не все источники по микробиологическим показателям находятся в пределах нормы.*

Ключевые слова: *родник, общее микробное число, микроорганизмы.*

Родником, или ключом обозначается небольшой водный поток, бьющий непосредственно из земных недр. Родники, как выходы грунтовых и подземных вод на поверхность, являются уникальными естественными водоёмами. Они имеют большое значение в питании и других поверхностных водоёмов, поддержании водного баланса и сохранении стабильности окружающих их биоценозов [1].

Актуальность работы продиктована комплексом взаимосвязанных факторов, которые важны как с экологической, так и с социально-экономической точки зрения. В условиях возрастающего антропогенного влияния на окружающую среду и перманентно растущего спроса на чистую питьевую воду, исследование качества природных водных ресурсов, в частности родниковых, становится особенно значимым. Анализ качества воды традиционно осуществляется через систему показателей, включающую в себя физические, химические и биологические аспекты. Сбор и анализ всех этих данных обеспечивает полную оценку качества воды и определяет ее соответствие санитарно-гигиеническим нормам, ведь к воде, предназначенной для употребления внутрь, предъявляются строгие требования [2]. Качество воды сильно влияет на общее состояние и здоровье человека. Например, сульфаты могут привести к проблемам с ЖКТ. Переизбыток железа — к некоторым аллергическим реакциям, проблемам с кожей. Повышенное содержание органики и микроорганизмов приводит к возможности образования конъюнктивита, лихорадки и проблем с печенью [3].

Цель исследования - оценка качества воды родников, востребованных населением в Оршанском районе РМЭ для питьевых целей.

Объект исследования. В качестве объектов исследования были выбраны 3 родника, находящихся в Оршанском районе РМЭ, которыми активно пользуются жители:

1. Родник Владимирской иконы Божией матери, д. Ушаково;
2. Никольский источник, д. Большая Орша;
3. Родник Неупиваемая Чаша. д. Большая Орша.

Методика исследования. Определение ОМЧ проводилось согласно ГОСТ 34786-2021 «Вода питьевая. Методы определения общего числа микроорганизмов, колиформных бактерий, *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* и энтерококков». Полученные результаты сравнивались с СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников». Анализ родниковой воды проводился в ноябре 2024 года.

Результаты исследования. В ноябре 2024 г. в рамках комплексной оценки состояния родников было проведено микробиологическое исследование воды и определена степень ее бактериальной контаминации. Результаты микробиологического исследования вод родников в осенний периоды представлены в табл. 1. Среда ГРМ использовалась для выявления и подсчета общего микробного числа, а среда Чапека - для выявления в воде микроскопических грибов. Стафилококкагар - предназначен для выделения стафилококков из исследуемого материала.

Таблица 1. Результаты микробиологического исследования родниковых вод в Оршанском районе Республики Марий Эл

Объект исследования	Количество колониеобразующих единиц выросших на питательной среде в 1 мл. исследуемого материала		
	Стафилококкагар	ГРМ	Чапека
Родник Владимирской иконы Божией матери	Не обнаружено	2	Не обнаружено
Родник Никольский источник	Не обнаружено	2	Не обнаружено
Родник Неупиваемая Чаша	2	20	Не обнаружено

Как видно из таблицы, во всех трех источниках микроскопических грибов обнаружено не было, а значение ОМЧ не велико. Так в двух родниках: Владимирской иконы Божией матери и в Никольском источнике по 2 КОЕ/мл. А в Роднике Неупиваемая Чаша общее микробное

число в 10 раз выше, чем у других исследуемых родником. Согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» число КОЕ не должно превышать 100. Показатель ОМЧ у всех трех исследуемых родников не превышает данный показатель.

В воде родника Неупиваемая Чаша было обнаружено наличие стафилококков (2 КОЕ/мл), присутствие санитарно-показательных микроорганизмов свидетельствует о санитарном неблагополучии данного источника.

Выводы. По результатам исследования, было выявлено, что два источника: Родник Владимирской иконы Божией матери и Родник Никольский источник по микробиологическим показателям находятся в пределах нормы, что соответствует СанПиН 2.1.4.1175-02.

Родник Неупиваемая Чаша не соответствует требованиям СанПиН, так как наличие СПМ свидетельствует о фекальном загрязнении.

Ранее эти источники оценивались по органолептическим показателям и было установлено, что результаты находятся в пределах нормы. Но нельзя сделать определенный вывод, что вода пригодна к использованию для питьевых нужд. Для обоснования этого утверждения и наиболее комплексного анализа воды необходимо будет провести оценку качества воды по химическим показателям, и провести оценку по микробиологическим показателям в динамике.

Список источников

1. Садунова А.В. Микробиологический мониторинг качества воды родников Владивостока // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».

2. Мукатова А.А. Качество воды /А.А. Мукатова, Ж.О. Тлеуова // Наука и реальность. - 2021. - № 1(5). - С. 193-195.

3. Баранова А.С. Анализ качества воды / А.С. Баранова, Э.Д. Забежинская, М.С. Земцов. [и др.] // Успехи в химии и химической технологии. - 2022. - №5. - С. 123-125.

УДК 502.55:504.064.2

Милютина Д.В, Мильзянова В.Т.
Научный руководитель: Иванова Н. А., канд.с.-х.наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Аннотация. *В работе представлены данные по фитотестированию нефтезагрязненного почвогрунта. Проведенные исследования показали, что использование биопрепаратов значительно снижает токсическое воздействие высоких концентраций бензина, проявляющееся в тестируемых параметрах тест объекта.*

Ключевые слова: *биотестирование, фитотоксичность почвы, биопрепараты.*

Разливы нефти и нефтепродуктов являются основной причиной загрязнения почвы. Одним из перспективных и экологически безопасных методов очистки является биоремедиация, которая основана на использовании микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности способны перерабатывать углеводороды [1]. Биопрепараты представляют собой перспективный метод восстановления почвы и окружающей среды. Использование биотестирования позволяет определить эффективность применения различных методов биоремедиации, в том числе с использованием биопрепаратов, так как они содержат живые полезные микроорганизмы, которые способствуют разложению органических веществ, улучшают структуру почвы, повышают доступность питательных веществ для растений и подавляют развитие фитопатогенов.

Цель работы - оценить эффективность применения микробиологических препаратов при проведении биоремедиации почв, загрязненных нефтепродуктами, методом биотестирования.

Объекты и методика исследования. Для исследований использовались микробиологические препараты «Эффект Био» в количестве 150 мкл и «Bionex Oil Solvent» в количестве 95 мл. Тест-субстратом для эксперимента был универсальный грунт. В качестве тест-объекта был использован кресс-салат (Lepidium Satvium). Всего было проведено 3

серии эксперимента. В образцах 1 серии в почву был добавлен бензин в концентрациях 5%,10%,15%. В образцах 2 серии в почву был добавлен бензин в концентрациях 5%,10%,15% и биопрепарат «Bionex Oil Solvent». В 3 серии в почву был добавлен бензин в концентрациях 5%,10%,15% и биопрепарат «Эффект Био». Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Для определения изменения токсичности почв использовали метод биотестирования, основанный на оценке влияния замачивания семян в вытяжке из почвы на энергию прорастания, биометрические и морфологические параметры проростков [2]. Контролем служат семена, замоченные в отстоявшейся водопроводной воде. Токсичность оценивалась через сутки после введения биопрепарата. Продолжительность эксперимента составляет 40 суток.

Основные результаты. Фитотестирование нефтезагрязненного почвогрунта показало, что даже минимальное загрязнение бензином (5%) снижает энергию прорастания до 48% и всхожесть семян кресс-салата до 67% (контроль – 65% и 80%, соответственно) (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты исследования

Вариант опыта	Концентрация нефтепродукта, %	Длина гипокотиля, см	Длина корня, см	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Класс токсичности
Контроль	0	6,2±0,25	3,0±0,21	65%±4,8	80%±2,3	-
Почва + бензин	5	4,7±0,11	3,1±0,53	48%±4,6	67%±5,8	III
	10	4,6±0,16	4,1±0,36	56%±2,3	67%±3,5	III
	15	4,6±0,21	4,8±0,16	40%±4,6	69%±1,3	III
Почва+бензин+ Bionex Oil Solvent	5	4,8±0,14	3,8±0,21	65%±1,3	75%±1,3	IV
	10	4,2±0,32	3,2±0,27	61%±3,5	69%±2,6	IV
	15	4,9±0,28	3,9±0,38	72%±2,3	75%±3,5	IV
Почва+ Эффект Био	5	4,6±0,21	3,6±0,21	67%±1,3	78%±1,3	IV
	10	4,3±0,11	3,7±0,28	72%±2,3	84%±2,3	IV
	15	4,3±0,10	3,7±0,14	63%±3,5	76%±2,3	IV

Применение биопрепаратов «Oil Solvent» и «Эффект био» увеличивали показатели энергии прорастания и всхожести семян с 5%-ным загрязнением бензина по сравнению с почвой при этой же концентрации без биопрепаратов. При этом длина гипокотиля уменьшилась до 4,7 см.

При внесении в почву бензина в концентрации 10 % всхожесть семян – 67%, тогда как в образцах с «Bionex Oil Solvent» и «Эффект Био» всхожесть семян и энергии прорастания увеличилась до 69 - 84% и 61-

72%, соответственно. По биометрическим показателям значительных различий не наблюдается.

При концентрации бензина 15% длина гипокотиля уменьшилась до 4,6 см, в то время как при внесении биопрепаратов в почву способствовало увеличению роста гипокотиля. Результаты с биопрепаратами показали меньшую степень изменений в длине корней по сравнению с контролем.

В почвах, загрязненных концентрацией бензина 5,10,15% была отмечена средняя токсичность, а с применением биопрепаратов привело к снижению токсичности до низкого уровня.

Исследования показали, что внесение биопрепаратов «Oil Solvent» и «Эффект био» в нефтезагрязненные почвы приводит к уменьшению влияния концентрации нефтепродуктов и повышению показателей прорастания семян, что свидетельствует о целесообразности их использования для восстановления таких почв. Для определения времени начала действия биопрепарата требуется дальнейший мониторинг.

Список источников

1. Albert T. Yeung. Ying-Ying Gu. A review on techniques to enhance electrochemical remediation of contaminated soils // Journal of Hazardous Materials - 2011. - 195. - P. 11-29.

2. Биодеградация токсичных соединений и утилизация биомассы : методические указания к выполнению практических работ по направлению для студентов направления подготовки 19.03.01 «Биотехнология» / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост.: О. В. Малюта, Д. Н. Шамшуров, Д. И. Мухортов]. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 61 с.

УДК 637.338.4

Михайлова А.И.
Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: *в статье рассмотрена технология обогащения мягкого сыра функциональным ингредиентом на примере шиповника, обладающего высокой пищевой ценностью.*

Ключевые слова: *функциональные продукты питания, сыр, шиповник, этапы производства мягкого сыра,*

В настоящее время акцентируется внимание на необходимости создания продуктов, обладающих не только высокими органолептическими качествами, но и повышенной пищевой ценностью.

При создании молочных продуктов с функциональными свойствами перспективными является добавление в них растительных наполнителей. Они хорошо сочетаются с молочным сырьем и характеризуются высоким содержанием биологически ценных веществ [1]. Шиповник в большом количестве содержит витамины А, В1, В2, РР, К. Обладает высокой антиоксидантной активностью, что говорит о содержании витамина С, который жизненно необходим человеку. Поэтому ягоды шиповника можно использовать, как функциональный ингредиент [2].

Объект исследования: цельное коровье молоко черно-пестрой голштинизированной коровы из ООО Мясокомбинат «Звениговский».

Цель исследования: совершенствование технологии производства мягкого сыра с добавлением шиповника для обогащения витамином С.

Методика исследования. Образцы высушенных ягод были измельчены в порошок с помощью кофемолки. Содержание витамина С было определено йодометрическим методом.

Результаты исследования. Сыроварение более требовательно к качеству молока. Эти требования обобщаются понятием «пригодность сыра», поэтому в начале проводили оценку качества сырья. Кислотность составила 21 градусов Тернера, плотность – 1033 кг/м³, массовая доля белка – 3,43%, массовая доля жира – 3,02%, точка замерзания – 0,519°С.

По результатам оценки качества сырья можно сделать вывод, что оно пригодно для варки сыра.

Содержание каждого пищевого или биологического активного вещества в 100 см³ или 100 г должно составлять не менее 15% от уровня рекомендуемого суточного потребления [3]. Суточная норма витамина С составляет 90 мг/сут. Требуемое количество витамина С в 100 г сыра (15% от суточной нормы) будет составлять 13,5 мг. Из раннее проделанных экспериментов было выявлено, что выход сыра с 1,5 л молока составляет 330г. И исходя из этого, можно сделать вывод, что количество витамина С для готового сыра весом 330 г, будет составлять 44,55 мг. Содержание витамина С в 20 г нашего образца составило 39,9 мг. Содержание витамина С в 1 г составило 1,995 мг.

Необходимое количество шиповника в граммах можно определить по формуле (1):

$$x = \frac{44{,}55}{1{,}995} \qquad (1)$$

где 44,55 – требуемое количество витамина С в готовом продукте, мг;

1,995 – содержание витамина С в 1 г шиповника, мг/г.

С учетом содержания витамина С в образцах было выявлено, что дозировка шиповника составляет 22,33 г.

Рассмотрим этапы производства мягкого сыра с добавлением плодов шиповника, которые были проведены в условиях микробиологической лаборатории ПГТУ:

1. **Подготовка молока.** Используют созревшее коровье молоко (выдержанное 12 часов при температуре 10 ℃). Проводят пастеризацию при 75±2 ℃ в течение 20-25 секунд. После охлаждают до 30-40 ℃.
2. **Внесение закваски.** В охлажденное молоко добавляют закваску из расчета 1,5 г на 1,5 л молока. Перед внесением закваску растворяют в теплой дистиллированной воде. Закваска содержит молочнокислые бактерии, которые взаимодействуют с сычужным ферментом, формируя свойства сыра.
3. **Добавление хлористого кальция.** Вносят пищевой хлористый кальций (0,3 г на 1,5 л молока). Предварительно растворяют его в теплой дистиллированной воде. Хлористый кальций улучшает свертываемость молока и структуру сгустка.
4. **Внесение сычужного фермента.** Добавляют сычужный фермент (0,25 мл на 1,5 л молока), растворенный в 50 мл теплой дистиллированной воды.

5. Свертывание молока. Процесс проводят при 30-40℃ в течение 60 минут. Образуется молочный сгусток.

6. Нарезка и обработка сгустка. Готовый сгусток разрезают на кубики размером 1×1 см. Проводят вымешивание для образования сырного зерна.

7. Добавление шиповника и посолка. В сырое зерно вносят шиповник, чтобы стабилизировать кислотность сыворотки. Посолку проводят из расчета 2% от предполагаемого веса сыра (в данном случае 6,6 г поваренной соли).

8. Формование и самопрессование. Готовое сырное зерно перекладывают в форму. Оставляют на самопрессование на 2–3 часа.

После самопрессования мягкого сыра, количество выделившейся сыворотки 1 литр. Выход готового продукта 330 г с 1,5 литра сырья.

Выводы. В ходе исследования была разработана технология производства мягкого сыра, обогащенного витамином С за счет добавления порошка шиповника. Расчеты показали, что для достижения 15% от суточной нормы витамина С (90 мг/сут) в 100 г сыра необходимо 22,33 г шиповника на 330 г готового продукта.

Таким образом, предложенная технология позволяет производить функциональный мягкий сыр с повышенным содержанием витамина С, что расширяет ассортимент полезных молочных продуктов и способствует обогащению рациона потребителей.

Список источников

1. Яковченко Н.В., Силантьева Л.А., Получение мягких сычужных сыров из ультрафильтрационного концентрата молока с добавлением растительных наполнителей // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 5–6. – С. 35–37.

2. Бурматина Т.Ю., Подбор ингредиентов для разработки технологии сыра функционального назначения // Молочнохозяйственный вестник. – 2024. – №1 (53). – С. 132–141.

3. ГОСТ Р 55577–2013 / Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. – М.: Стандартинформ, 2014. – 21с.

УДК 582.284

Сорокина А.А.
ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова

ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОТОЛЕРАНТНОСТИ СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ ПОДБЕРЕЗОВИКА В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *В работе представлена характеристика растительных сообществ с участием подберезовиков в различных типах леса в среднетаежной подзоне Кировской области. В исследуемом регионе вид приурочен к средневозрастным соснякам и молодым елово-березовым лесам с примесью мелколиственных и хвойных пород. Подберезовики в среднетаежных условиях характеризуются как вид, способный выносить умеренные антропогенные нагрузки.*

Ключевые слова: *подберезовики, антропогенная устойчивость, индекс гемеробиальности, среднетаежная подзона, Кировская область.*

В регионе исследования произрастает свыше 700 видов грибов, из них около 250 видов – съедобных, но лишь 45 видов грибов, встречающихся на территории Кировской области, разрешены к заготовке, переработке и реализации [2, 1].

Группа видов агарикоидных базидиомицетов, объединенных под общим товароведческим названием «подберезовик», отнесена ко второй категории пищевой ценности [1]. Подберезовики плодоносят в регионе исследований с июня по сентябрь [7].

Устойчивость видов в условиях антропогенных воздействий является одним из основных показателей при формировании подходов многоцелевого неистощительного использования лесных ресурсов. Данное исследование является продолжением исследований антропотолерантности хозяйственно важных видов макромицетов [5, 6, 9].

Описание растительных фитоценозов выполнены с использованием общепринятых геоботанических методов [4].

Устойчивость растительных сообществ к антропогенному воздействию определяли согласно концепции гемеробии [3] с использованием многоуровневой системы Яласа [8].

Согласно шкале гемеробии Яласа выделяли следующие уровни: *a* – агемероб; *o* – олигогемероб; *m* – мезогемероб; *b* – β-эугемероб; *c* – α-

эугемероб; *p* – полигемероб; *t* – метагемероб. Индекс гемеробиальности определялся как отношение числа видов в сообществах с присутствием *b-c-p-t*-составляющих в спектре гемеробности к видам с *a-o-m*-составляющими [3].

Подберезовики в регионе исследования доминировали в следующих типах леса: 1 – елово-березовый брусничный лес (5Б5Е), возраст древостоя – 23 года; 2 – сосновый с примесью березы толокнянково-брусничный лес (10С+Б), возраст – 53 года; 3 – сосновый с примесью ели и березы брусничный лес (10С+Е+Б), возраст – 50 лет; 4 – сосновый чернично-брусничный лес (10С), возраст – 52 года; 5 – сосновый с примесью осины брусничный лес (10С + Ос), возраст – 70 лет; 6 – сосновый с примесью березы брусничный лес (10С + Б), возраст – 55 лет; 7 – сосновый с примесью березы чернично-брусничный лес (10С + Б), возраст – 50 лет; 8 – сосновый брусничный лес (10С), возраст – 50 лет.

Сомкнутость крон древостоя колебалась в диапазоне от 0,3 до 0,7, высота древостоя – от 10 до 25 м.

Ярус подроста в основном сформирован *Betula pendula* Roth, *Picea obovata* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L., реже встречалась *Populus tremula* L.

Подлесок различной степени сомкнутости представлен *Lonicera pallasii Ledeb., Salix caprea* L., *Juniperus communis* L. и *Sorbus aucuparia* L. единично отмечены *Rosa majalis* Herrm, *Chamaecytisus ruthenicus* (Fischer ex Woloszczak) Klask.

В травяно-кустарничковом ярусе (ТКЯ) сосняков доминируют *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L. и *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., молодых елово-березовых лесов - *Vaccinium vitis-idaea* L. Общее проективное покрытие ТКЯ исследованных сообществ в среднетаежных лесах составляло в среднем 38% и варьировало от 30% (в сосняках чернично-брусничных) до 50% (в сосняках брусничных и елово-березовых брусничных лесах).

Мохово-лишайниковый покров исследованных сообществ представлен *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Polytrichum commune* Hedw., *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. и *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar et Vězda.

Растительные сообщества с участием подберезовиков сложены видами высоко- и среднечувствительными к антропогенному воздействию (o – 87 %, m – 99%, b – 43%). К невыносящим антропогенного влияния (a – агемеробам) относилось 7%. Виды, переносящие интенсивные и сильные нарушения (c – эугемеробы и p – полигемеробы) составляли в спектре 4%. Метагемеробных видов (t) не выявлено.

Средняя доля антропотолерантных видов в спектре гемеробности в 4 раза ниже (21%), по сравнению с антропофобными (79%). Индекс гемеробиальности, относительно низкий и варьировал в диапазоне от 0,14 до 0,29.

Полученные данные позволяют охарактеризовать подберезовики в подзоне средней тайги как группу видов, способных выдерживать умеренные антропогенные нагрузки.

Список источников

1. СП 2.3.4.009-93. Санитарные правила по заготовке, переработке и реализации грибов. М., 1993. 69 с.

2. Егошина Т.Л. Ресурсы грибов // Леса Кировской области, 2008. С. 143-151.

3. Ишмуратова М.М., Суюндуков И.В., Ишбирдин А.Р., Жирнова Т.В., Набиуллин М.И. Состояние ценопопуляций некоторых видов сем. Orchidaceae Juss. на Южном Урале. Сообщение 2. Корневищные виды // Раст. ресурсы. 2003. Т.39. Вып.2. С. 18-37.

4. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андрева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков и др. СПб.: НИИХ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.

5. Сорокина А.А., Лугинина Е.А. Эколого-ценотическая характеристика и антропотолерантность *Cantharellus cibarius* Fr. в южнотаежных и подтаежных лесах Кировской области // Самарский научный вестник. 2020. Том 9, № 2 (31). С. 115-120.

6. Сорокина А.А., Лугинина Е.А. Биоресурсный потенциал *Cantharellus cibarius* Fr. в средней тайге Кировской области материалы // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Киров, 2022. С. 317-322.

7. Ставишенко И.В., Лугинина Е.А., Кириллов Д.В., Егошина Т.Л. Макромицеты Государственного природного заказника «Былина». Киров: ООО «Издательство Радуга-ПРЕСС», 2019. 150 с.

8. Frank D., Klotz S. Biologisch-okologisch Daten zur Flora der DDR. Halle (Saale), 1990. 167 p.

9. Luginina E.A., Sorokina A.A. Parameters of *Cantharellus cibarius* Fr. ecological range fragment and resilience to human impact in taiga and sub taiga forest communities // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 677 (2021) 052077. 2021. P. 1-6.

УДК 579.6

Терентьева К.А.
Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS SUBTILIS* ПО ОТНОШЕНИЮ К ЭПИФИТНЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

***Аннотация**. В данной статье проводится оценка антагонистической активности бактерий рода Bacillus subtilis по отношению к эпифитным микроорганизмам семян сосны обыкновенной.*

***Ключевые слова**: антагонистическая активность, Bacillus subtilis, эпифитные микроорганизмы, семена сосны.*

Бактерии рода *Bacillus subtilis* входят в состав множества биологических препаратов, таких как: «Бактофит», «Баксис, Ж», «Эффект БИО» и др. [1]. Это объясняется тем, что культура *Bacillus subtilis* синтезирует свыше 70 антибиотиков, а также протеолитические, пектолитические и амилолитические ферменты. Высокое содержание биологически активных метаболитов у бактерий обеспечивает снижение численности фитопатогенных микроорганизмов, так как срабатывают механизмы антагонистического воздействия [2].

Цель работы – изучить антагоистическую активности культуры *Bacillus subtilis,* выделенной из биофунгицида «Баксис, Ж», по отношению к эпифитным микроорганизмам семян сосны обыкновенной.

Материалы и методы. Для выделения и идентификации эпифитных микроорганизмов использовались питательные среды ГРМ и Чапека. В ходе работы удалось выделить 9 культур бактерий и 4 культуры грибов. Видовую идентификацию данных микроорганизмов проводили на основе изучения их морфологических, тинкториальных и биохимических свойств. Из биофунгицида «Баксис, Ж» была выделена культура *Bacillus subtilis*, являющаяся его основным действующим компонентом.

В данном эксперименте оценивалась антагонистическая активность бактерий рода *Bacillus subtilis* по отношению к выделенным бактериям. Анализ антагонистической активности проводился методом перпендикулярных штрихов [3]. Испытуемый штамм наносили в виде штриха по диаметру, и перпендикулярно ему подсевали тест-культуры. Антимикробные вещества, выделяемые исследуемой культурой, способствовали задержке роста чувствительных к ним бактерий. О наличии антагонистической активности у *Bacillus subtilis* судили по наличию зоны ингибирования тест-штаммов на границе со штрихом роста бактерии.

Результаты. Культура бактерий, выделенная из биопрепарата, представляет собой синие грамположительные палочки, содержащие споры. Данная культура подвижна, по отношению к кислороду – факультативный анаэроб. На основе этих данных можно подтвердить, что выделенная культура относится к бактериям рода *Bacillus subtilis.*

Свойства выделенных эпифитных бактерий семян сосны обыкновенной представлены в таблице (Табл.1.).

Табл.1. Свойства эпифитных бактерий семян сосны обыкновенной.

Культура / Хар - ка	Окрашивание по Граму	Морфология	Способность к спорообразованию	Подвижность	Отношение к кислороду	Чувствительность к антибиотикам	Каталазная активность	Мацерирующая активность
1*	+	нитчатые	+	-	облиг. аэробы	Риф, Тет, Кан, Стр, Амп	-	++
2*	-	палочки	+	+	факульт. аэробы	Кан, Амп	+	+++
3*	+	нитчатые	+	+	факульт. аэробы	Риф, Тет, Кан, Стр, Амп	+	++
4*	+	палочки	+	+	факульт. аэробы	Тет, Кан	+	++
5*	+	диплококки	+	+	факульт. аэробы	Риф, Тет, Кан, Стр, Амп	+	++
6*	+	палочки	+	+	факульт. аэробы	Риф, Тет, Кан, Стр, Амп	-	+++
7*	+	палочки	+	+	факульт. аэробы	Кан	+	+++
8*	+	палочки	+	+	факульт. аэробы	Кан	+	+++
9*	+	палочки	+	+	факульт. аэробы	Тет, Кан	+	++

«1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6*, 7*, 8*, 9*» - бактерии, в ходе эксперимента проявившие среднюю и высокую мацерирующую активность, что может свидетельствовать о наличии у них фактора фитопатогенности.

В результате исследования была выявлена антагонистическая активность *Bacillus subtilis* по отношению к культурам, выделенным семян (Табл.2.).

Табл.2. Антагонистическая активность *B. subtilis.*

Выделенные культуры	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B. subtilis	+	-	+	-	+	+	-	-	-

Прослеживается тендеция того, что *B. subtilis* ингибирует рост бактерий, чувствительных к большинству антибиотиков и обладающих средней мацерирующей активностью. Культура №9 проявила антагонизм к исследуемой культуре, подавив ее разрастание в области перпендикулярного штриха.

Вывод. Культура *B. subtilis*, являющаяся основным компонентом биопрепарата «Баксис, Ж», обладает антагонистической активностью по отношению к выделенным бактериям №1, №3, №5, №6. Устойчивость к антагонистическому действию проявляется у культур №2, №4, №7, №8, №9. Таким образом, использование *B. subtilis* эффективно по отношению к бактериям, обладающим средней мацерирующей активностью и чувствительностью к большинству антибиотиков.

Список источников

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М. 2016. 701 с.

2. Воронкович Н.В. Бактерии рода *Bacillus* как агенты биологического контроля фитопатогенов картофеля // «Актуальные проблемы естественных наук»: материалы международной заочной научно-практической конференции. (26 октября 2011 г.). Новосибирск, 2011. С. 138.

3. Алексеева А.С., Артамонова М.Н., Потатуркина-Нестерова Н.И. Антагонистическая активность растительно-бактериальных ассоциантов // Фундаментальные исследования. 2013. № 11-5. С. 929-932.

УДК 620.97

Чемшикова Ю.М., Бурмистрова О.Н.
Ухтинский государственный технический университет

БИОМАССА – ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация: *приведены результаты оценки использования биомассы как единственный возобновляемый источник энергии, способный обеспечить устойчивый вклад в обеспечение электроэнергией, теплом и топливом.*

Ключевые слова: *биомасса, сырье, технологии, биоэнергетика, эффективность.*

Биомасса – это органический материал, который может использоваться в качестве альтернативного источника энергии. Она может быть произведена из растительных и животных отходов, а также из сырья, выращенного специально для энергетических целей.

Потенциал биомассы, который до сих пор не использовался, будет использован, в том числе для устранения возможных конфликтов и уменьшение этих же конфликтов при использовании всего потенциала биомассы. Чтобы сделать развитие биоэнергетики экономически и экологически эффективным и в то же время снизить возможную конкуренцию за использование всего потенциала, необходимо задействовать дополнительные возможности. Это особенно верно в отношении потенциала биомассы, который до сих пор не использовался в полном объеме или сегодня используется недостаточно, например, древесных остатков, биомассы, получаемой в результате ухода за ландшафтом, или в результате процессов переработки в виде остаточных веществ или побочных продуктов, а также отходов порубочных остатков.

Производство биомассы в сельском и лесном хозяйстве должно осуществляться устойчивым образом, чтобы избежать социального и экологического ущерба. Это также важно для поддержания общественного признания расширения использования всего потенциала биомассы. Воздействие производства биомассы на окружающую среду должно учитываться по всей технологической цепочке, чтобы положительные эффекты, с одной стороны, не были заменены отрицательными эффектами, с другой стороны, которой следует противостоять (например, экономия углекислого газа CO2 при использовании в качестве энергетиче-

ских культур и одновременное выделение метана или закиси азота при выращивании или ферментации или недостатки в охране водных ресурсов). Наряду с предотвращением выбросов CO2 по всей технологической цепочке, речь также идет о защите ценных местообитаний с высоким биоразнообразием и / или высоким улавливанием углерода. Это гарантирует, что импортируемые биоэнергетические материалы, используемые для дальнейшей переработки или использования, также оказывают воздействие на окружающую среду и должно быть обусловлено соответствующими правилами, ограничивающие производство биомассы, подлежащей переработке в энергию и материалы.

Рис. 1. Цикл круговорота биомассы

Биоэнергетика должна в основном соответствовать тем же экологическим нормам, что и другие виды деятельности по производству энергии. Однако использование биомассы приводит к частичным выбросам других загрязняющих веществ. С помощью надлежащих правил и мер (например, использования фильтрующих установок для ограничения выбросов) необходимо обеспечить, чтобы эти негативные последствия были предотвращены в максимально возможной степени.

Импорт биоэнергетических ресурсов, производимых на устойчивой основе, будет стимулировать отечественное производство биомассы. В среднесрочной перспективе будет все больше зависеть от поставок из других стран- или третьих стран по причинам конкуренции для решения энергетических проблем. Достижение целей. При этом следует исходить из того, что предприятия будущих стран-экспортеров часто смогут производить биомассу с меньшими затратами при дальнейшей либерализации торговли. При импорте также должны учитываться критерии

устойчивого производства и переработка биомассы. Использование биоэнергетики способствует диверсификации энергоснабжения, но следует помнить, что могут возникнуть и новые зависимости. Расширение использования биоэнергии не должно происходить в ущерб продовольственной ситуации в развивающихся странах.

При этом расширение использования биомассы должно быть достигнуто максимально эффективным и устойчивым образом.

В качестве критериев следует назвать следующие:

1. Содействие сокращению выбросов парниковых газов;

2. Содействие достижению других целей экологической политики, таких как сохранение биоразнообразия, плодородия почв и защита водных ресурсов и выбросов;

3. Сохранение ландшафтов, достойных защиты, особо охраняемые районы и районы, имеющие статус охраняемых, особенно те, которые имеют функцию поглотителя углерода;

4.Содействие энергетической безопасности;

5. Экономическая эффективность.

Производство биоэнергии также открывает возможности для развивающихся стран. Их следует поддерживать, чтобы они могли использовать эти возможности в рамках устойчивого развития. При этом необходимо избегать того, чтобы расширение производства биомассы для использования в качестве энергии в развивающихся странах не приводило к конфликтам с продовольственной безопасностью в этих странах.

Список источников

1. Пономарева А.А., Самуйлова Е.О., Лесных А.В., Топливно-энергетические ресурсы – СПб: Университет ИТМО, 2021 – 107 с.

2. Энергетика: история, настоящее и будущее: Книга 1: От огня и воды к электричеству / Бондаренко В.И., Варламов Г.Б., Вольчин И.А., Карп И.М., Колоколов О.В., Кравченко Т.Г., Кузьменко А.М., Ландау Ю.О., Лукьянчиков В.С., Мойсеенко О.В., Пивняк Г.Г., Подгуренко В.С., Сигал И.Я., Скляр П.Т., Чернявский М.В., Широков С.В., 2012-2013.

3. Теория топочных процессов / Г.Ф. Кнорре, К.М. Арефьев, А.Г. Блох и др.; Под ред. Г.Ф. Кнорре, И.И. Палеева. – Москва ; Ленинград : Энергия, 1966, 491 с.

УДК 572.22

Шафар М. В.
Научный руководитель: Шейкина О.В., д-р. биол. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ГЕНЕТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ВИДОВ РОДА *DENDROLIMUS* НА ОСНОВЕ НУКЛЕОТИДНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ITS rDNA

Аннотация. *В работе представлены результаты анализа генетического взаимоотношения семи разных видов из рода Dendrolimus, выполненного на основе сравнения нуклеотидной последовательности рибосомальной ДНК. Выявлена четкая корреляция между генетической дивергенцией и экологической специализацией видов.*

Ключевые слова: *Dendrolimus, виды, ITS rDNA, филогенетическое дерево.*

Род *Dendrolimus* объединяет опасных вредителей хвойных лесов Евразии, среди которых особое значение имеет сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus*). Этот вид известен своими периодическими вспышками массового размножения, приводящими к масштабной дефолиации и гибели хвойных насаждений в Сибири и на Дальнем Востоке. В данной работе представлен анализ генетического сходства семи видов *Dendrolimus (D. sibiricus, D. superans, D. pini, D. spectabilis, D. punctatus, D. tabulaeformis и D. houi)* на основе последовательностей внутреннего транскрибируемого спейсера 2 (ITS2) рибосомальной ДНК. Особое внимание уделено сравнению с *D. sibiricus*, для которого представлены оригинальные данные секвенирования. Несмотря на экономическую значимость, генетическое разнообразие и филогенетические взаимоотношения видов данного рода изучены недостаточно.

Материалы и методы

Исследуемые виды и последовательности:

1. Оригинальная последовательность ITS2 *D. sibiricus*
2. Публичные последовательности из GenBank:

D. superans (JN602986.1)
D. pini (KJ007757.1)
D. spectabilis (JN602977.1)
D. punctatus (JN602958.1)

D. tabulaeformis (JN603020.1)

D. houi (JN603009.1)

Анализ и сравнение нуклеотидных последовательностей выполнено с использованием множественного выравнивания и построения филогенетического дерева (метод Maximum Likelihood) в программе MEGA.11.

Результаты

Филогенетическое дерево выявило четкую кластеризацию видов *Dendrolimus* (Рис. 1). Первый большой кластер сибирских видов (*D. sibiricus-superans*) отличается короткими ветвями на дереве, что свидетельствует об их недавней дивергенции и возможном статусе криптических видов. Эти таксоны характеризуются абсолютной идентичностью ключевых участков ITS2 и практически полным совпадением экологических предпочтений. Схожесть видов может объясняться: общими хозяевами: *Pinus sylvestris* и *P. sibirica*, сходными жизненными циклами: 1 генерация в год, перекрывающимися ареалами в Сибири и на Дальнем Востоке [1].

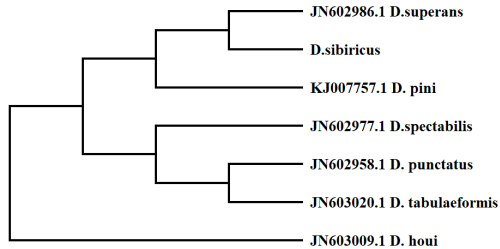


Рис.1. Дендрограмма генетического сходства видов рода *Dendrolimus,* построенная методом Maximum Likelihood

Второй кластер включает виды *D. punctatus* и *D. tabulaeformis*, показывая минимальное генетическое расстояние между ними, что коррелирует с их географическим распространением в Китае и сходными трофическими связями с сосной Массона (*Pinus massoniana*) [2].

Особый интерес представляет промежуточное положение *D. spectabilis* и *D. pini*, демонстрирующих умеренное генетическое сходство как с первой, так и со второй группой, что может отражать их адаптацию к различным экологическим условиям и кормовым растениям [3,4].

Наиболее обособленную позицию в филогении занимает *D. houi*, что отражает его уникальную эволюционную историю и специализацию на *Cryptomeria japonica*. Таксон отличается многочисленными аутапоморфиями и специфическими делециями в последовательности ITS2, подтверждающими его таксономическую обособленность [5].

Выводы. Филогенетический анализ выявил четкую корреляцию между генетической дивергенцией и экологической специализацией у *Dendrolimus*. Сибирские *D. sibiricus* и *D. superans* демонстрируют генетический консерватизм, соответствующий их узкой специализации на бореальных соснах и унивольтинному циклу. Китайские виды образуют экологически дифференцированный кластер - от поливольтинного *D. punctatus* в субтропиках до умеренно-пластичного *D. tabulaeformis*. Наибольшая генетическая дивергенция D. houi отражает его уникальную адаптацию к *Cryptomeria japonica*, тогда как промежуточное положение *D. pini* свидетельствует о его экологической гибкости при освоении новых ареалов.

Список источников

1. European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Data sheets on quarantine pests: Dendrolimus sibiricus and Dendrolimus superans* [Электронный ресурс] // EPPO Bulletin. — 2005. — Vol. 35, no. 3. — P. 390–395. — URL: https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2005.00843.x (дата обращения: 31.03.2025).

2. Ciesla W.M. *Dendrolimus punctatus* // EXFOR Database Pest Reports [Электронный ресурс]. - 2001. - URL: http://spfnic.fs.fed.us/exfor/index.cfm (дата обращения: 31.03.2025).

3. Winokur L**.** Phenology and development in *Dendrolimus pini* (L.) (Lepidoptera: Lasiocampidae): a preliminary study // Entomologist's Gazette. - 1991. - Vol. 42. - P. 243-250.

4. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). *Mini data sheet on Dendrolimus spectabilis* [Электронный ресурс] // EPPO Alert List. - 1999-2004. - URL: https://gd.eppo.int (дата обращения: 31.03.2025).

5. Lin H.Y., Lu C.D., Chen Z.H., Zhou Y.J., Liang Y., Chen H., Liang G.H. A survey on pupae parasitoid species of *Dendrolimus houi* (Lajonquiere) (Lepidoptera: Lasiocampidae) in China // Biodiversity Data Journal. — 2023. — Vol. 11. — Art. e97878. — DOI: 10.3897/BDJ.11.e97878.

УДК 606

Шургин В.А.
Научный руководитель: Конюхова О. М. канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕРИЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ *POPULUS TREMULA* В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Аннотация. *Проведены исследования по оценке эффективности стерилизующих агентов для введения в культуру in vitro растительного материала Populous tremula.*

Ключевые слова: *populus tremula, in vitro, стерилизующий агент, «лизоформин 3000», гипохлорит натрия, хлорные таблетки, нитрат серебра, «доместос», осина триплоидная.*

Актуальность темы заключается в том, что для получения генетически чистого посадочного материала *Populus tremula L* необходимо создание чистых маточных культур. Была поставлена задача опробовать разные стерилизующие агенты, их процент и время стерилизации (экспозиция) для введения *Populus tremula L* в культуру *in vitro*.

Для решения данной задачи были поставлены следующие цели: подобрать стерилизующие агенты и их концентрации, найти подходящую экспозицию для успешного введения. Были взяты следующие стерилизующие агенты: «Лизоформин 3000»[1], «Доместос»[2], «Хлорные таблетки», AgNO3. Для проведения введения в культуру требовалось наличие: растительного материала, в нашем случае это были «пробудившиеся» пазушные почки и корневые отпрыски, полученные выгонкой; простерилизованных инструментов (пинцеты, скальпели, бумажный коврик, шприцы, стеклянные баночки, колбы со стерильной водой); питательная среда; расходные материалы (спирт, лезвия для скальпеля); оборудование (ламинарбокс, гласперленовый стерилизатор).

Подобная методика введения в культуру описана в статье [Макаров С.С.]. В лаборатории «Микроклонального размножения» на базе Центра Коллективного Пользования ПГТУ были проведены опыты с использованием разных стерилизующих агентов. Процесс стерили-

зации растений был следующим: 1) подготовка и стерилизация питательной среды; 2) подготовка и стерилизация инструментов и оборудования; 3) подготовка эксплантов к введению в культуру; 4) стерилизация эксплантов; 5) посадка эксплантов в индивидуальные пробирки с питательной средой. Для оценки эффективности экспланты разделяли на морфогенные, неморфогенные и не стерильные.

При использовании «лизоформина 3000» в концентрации 3% с временем стерилизации 2, 3 и 4 минуты спустя 44 дня практически все экспланты были утилизированы из-за усыхания, появившегося вследствии слишком сильной проникающей способности данного стерилизующего агента, но при этом только половина эксплантов была без заражения в ходе этого эксперимента мы отказались от использования данного агента. Использование «Доместоса» было как в паре с AgNO3, так и отдельно. В паре с 10% раствором AgNO3, все экспланты были «сожжены» из-за слишком большой концентрации серебра. В дальнейшем концентрация AgNO3 была уменьшена до 0,01%. «Доместос» в концентрации 2% показал себя как достаточно мягкий режим стерилизации, но появление внутренних бактериальных заражений было на уровне 50%. Использование хлорных таблеток в концентрации 3% показало хорошие результаты так как данный стерилизующий агент оказался достаточно мягким, чтобы не навредить тканям растений, как это было в случае использования «лизоформина 3000».

Выводы. Для успешного введения Populus tremula L в культуру in vitro лучше всего использование «хлорных таблеток» и «доместоса» в 2% концентрациях и временем стерилизации от 5 до 10 минут и 4 минуты соответственно.

Список источников

1. Лизоформин 3000 // Лизофом URL: https://lysoform.ru/lizoformin-3000?ysclid=m932a3m6z6122247207 (дата обращения: 04.04.2025).

2. Универсальный чистящий гель Доместос Лимонная свежесть 500 мл // суперчисто.рф URL: https://суперчисто.рф/domestos/universalnyy_chistyashchiy_gel_domestos_limonnaya_svezhest_500/ (дата обращения: 04.04.2025).

3. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Кузнецова И.Б., Чудецкий А.И., Лебедева О.П., Багаев Е.С., Журавлев Н.Н. Влияние условий стерилизации эксплантов и освещения на морфогенез хозяйственно ценных форм березы и осины в культуре invitro.– Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2023. № 4. С. 92–102. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.09. https://elibrary.ru/tmiggw

УДК 579.64

Юсупов Р.Р.
Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ СВОЙСТВ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ПОРАЖЕННОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ВОДЯНКОЙ

Аннотация. *Исследованы фитопатогенные свойства бактерий, выделенные из древесины березы, пораженной бактериальной водянкой. Установлено, что из 28 изученных бактерий 12 культур мацерируют растительную ткань, но при этом имеется дифференциация в степени проявления фитопатогенных свойств.*

Ключевые слова: *фитопатогенные бактерии, бактериальная водянка, береза, мацерирующая активность, картофель, возбудитель.*

Бактериальная водянка березы — одно из самых агрессивных заболеваний деревьев, распространившееся за последние десятилетия на территории России и соседних стран [1]. Бактериоз поражает различные породы деревьев, вызывая размягчение тканей, некроз и гибель растений [2]. Вследствие данной болезни ежегодно страдают значительные площади лесов, что приводит к гибели древесных насаждений. Так в 2010 году в России было поражено бактериальными болезнями 38238,9 га участков лесных пород. При этом более половины (58% или 22185,6 гектаров) приходилось на случаи бактериальной водянки березы [1, 3]. В настоящее время болезнь приобрела характер эпифитотии, что требует принятия мер по защите лесных насаждений.

Также стоит отметить, что до сих пор не решён вопрос об истинном возбудителе заболевания, поэтому является актуальным исследование фитопатогенности микроорганизмов, выделенных из древесины березы, пораженной бактериальной водянкой, что поможет в дальнейших исследованиях по изучению данного бактериоза и привнесет вклад в определение истинного возбудителя заболевания.

Цель исследования – выявление и характеристика фитопатогенных бактерий, связанных с заболеванием бактериальной водянки березы и способных мацерировать (размягчать) растительную ткань.

Объекты исследования – 28 чистых культур бактерий, выделенных из стволов берез, пораженных бактериальной водянкой.

Методика исследования. Исследуемые микроорганизмы культивировались на среде общего назначения – картофельном агаре.

Для определения способности бактерий мацерировать растительную ткань применялись клубни картофеля. Клубни промывались в проточной и стерильной воде, высушивались. Затем поверхность стерилизовалась 70% этанолом и стерильным скальпелем нарезались кусочки в форме квадрата длиной и шириной 1 см, а толщиной 3-5 мм, которые после стерилизовались 96% этанолом с дальнейшим обжиганием в пламени спиртовки. Далее простерилизованные образцы картофеля помещались в чашки Петри на увлажненные стерильные бумажные фильтры. На каждый кусочек микробиологической петлей наносились суточные культуры бактерий, которые затем культивировались при температуре 25°С в течение 3 суток.

Характеристика исследуемых микроорганизмов проводилась по дифференцирующим признакам, таким как форма клеток, окраска по Граму, подвижность, каталазная активность, спорообразование.

Результаты и их анализ. В результате эксперимента среди выделенных бактерий только 12 культур оказались способны мацерировать растительную ткань клубней картофеля.

Характеристика бактерий, мацерирующих растительную ткань, и степень мацерации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфологическая и физиолого-биохимическая характеристика выделенных бактерий

Образец	Форма клеток	Окраска по Граму	Подвижность	Каталазная активность	Спорообразование	Степень мацерации
1	палочки	Гр-	+	+++	-	+
2	палочки	Гр-	+	++	+	++
3	палочки	Гр-	-	++	-	+++
4	кокки	Гр-	+	++	-	+++
5	палочки	Гр-	+	++	+	++
6	палочки	Гр+	-	+	-	+-
7	палочки	Гр+	+	+	+	++
8	кокки	Гр-	+	++	-	+
9	палочки	Гр+	-	++	+	+

10	палочки	Гр+	+-	+++	+	+
11	кокки	Гр+	+	+++	-	+
12	овальная форма	Гр+	-	+++	-	+

Примечание: интенсивность проявления каталазной активности и степени мацерации: «+++» - высокая выраженность признака; «++» - средняя выраженность признака; «+» - слабая выраженность признака; «+-» - очень слабая выраженность признака.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что у выявленных микроорганизмов различная степень мацерации: имеется высокая (3, 4), средняя (2, 5, 7) и низкая активность (1, 6, 8, 9, 10, 11, 12). Это может свидетельствовать о том, что фитопатогенные свойства данных микроорганизмов проявляются в разной степени. Тем не менее, поскольку данные бактерии способны мацерировать растительную ткань, то они являются фитопатогенными и могут участвовать в формировании основных симптомов бактериальной водянки, а именно в образовании мокнущих пятен на стволах берез.

Выводы. По результатам исследования было выявлено, что из 28 чистых культур микроорганизмов, выделенных со стволов берез, зараженных бактериальной водянкой, 12 культур способны мацерировать растительную ткань клубней картофеля и, следовательно, они являются фитопатогенными. На основе этого данные культуры способны принимать участие в патогенезе бактериальной водянки.

Таким образом, в дальнейших работах целесообразно подробнее изучить выявленные фитопатогенные микроорганизмы, чтобы обнаружить истинного возбудителя бактериальной водянки березы.

Список источников

1. Сидоров В. А. Состояние березняков брянской области в связи с поражением их бактериальной водянкой и прогноз развития заболевания // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2011. № 28. С. 136-140.

2. Черпаков В. В. Этиология бактериальной водянки древесных растений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. № 220. С. 125-139.

3. Магдеев Н. Г., Селиховкин А. В. и др. Вредители и болезни основных лесообразующих пород в республике Татарстан // Лесной вестник. 2013. № 6. С. 125-131.

УДК 630*232.311.3

Бурмистрова П.Л.
Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СОХРАННОСТИ, РОСТА И РАЗВИТИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОТОМСТВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Аннотация. *В статье представлены результаты приживаемости вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной на архиве клона.*

Ключевые слова: *приживаемость, сохранность, сосна обыкновенная, архив клона.*

Основной и наиболее хозяйственно ценной лесообразующей породой Республики Марий Эл является сосна обыкновенная, что объясняет высокую востребованность семян именно этой древесной породы, поэтому гарантированное сохранение генотипов плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Республике и изучение наследственных свойств, в архиве клонов является актуальной темой. Анализ ранних стадий роста деревьев, включая изучение их развития и способности к размножению в архивах клонов, позволит создать запас семян и посадочного материала с ценными генетическими характеристиками. Это станет ключевым фактором для увеличения продуктивности, улучшения качества и повышения устойчивости лесных насаждений [1].

Цель работы – проанализировать динамику приживаемости и сохранности вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архиве клона.

Объект исследования. Вегетативное потомство плюсовых деревьев сосны обыкновенной расположено в Учебно-опытном участковом лесничестве в 84 квартале, 27 и 29 выдел. Площадь АК – 1,8 га. Размещение посадочных мест: расстояние между рядами 4,0 м шаг посадки 1,0 м.

Результаты исследования. В 2021 году отобранные раметы плюсовых деревьев, произрастающие на лесосеменной плантации в Сернур-

ском районе Республики Марий Эл, были размножены прививкой. Всего было привито 4363 черенка, заготовленных с 51 плюсового дерева.

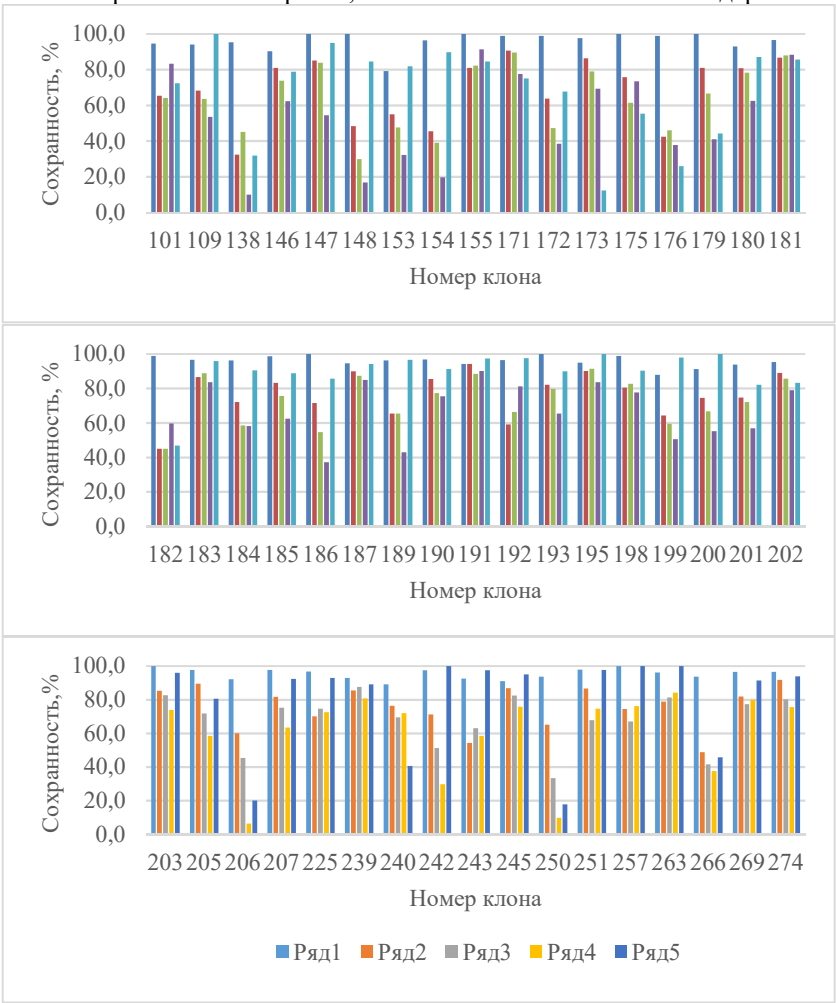


Рис. 1. Динамика сохранности вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архиве клона

Примечание: Ряд 1 - приживаемость, лето 2021 г.; Ряд 2 - сохранность, осень 2021 г.; Ряд 3 - сохранность, весна 2022 г.; Ряд 4 - сохранность, осень 2022 г.; Ряд 5 - сохранность, осень 2023 г.

По данным инвентаризации (лето, 2001 г.), 100%-я приживаемость прививок наблюдалась у 9 клонов: № 147,148, 155, 175, 179, 186, 193, 203 (17,6 % от общего количества), низкая приживаемость – 79,2% наблюдалась у клона № 153, у 41 клона (80,4%) приживаемость составила от 88,0 до 98,9%. В среднем приживаемость летом 2021 г. анализируемых клонов составляет 95,8%.

Осенью 2021 года проводили учет сохранности прививок, в среднем она составила 73,8%. У 24 клонов (47,1%) сохранность составила от 80,5 до 91,9%. Самая низкая сохранность – 32,4% наблюдалась у клона № 138, у которого приживаемость была 95,2%. У 26 клонов (51%) сохранность составила от 42,4 до 78,8%.

Далее проводили учет весной 2022 года перезимовавших привитых саженцев. Сохранность прививок в среднем составила 68,3%. У двух клонов (3,9%) №148 и 250 отмечена низкая сохранность (29,9 и 33,3% соответственно). У 15 клонов (29,4%) сохранность составила от 80,2 до 91,4%. 34 (66,7%) клона имеют сохранность от 39,0 до 79,2%.

Осенью 2022 года производился перечет ремет, и средняя сохранность прививок составила 60,5%. У трех клонов (5,9%) №138, 206, 250 отмечена низкая сохранность (10, 6,3 и 9,8% соответственно). У 23 клонов (45,1%) сохранность составила от 72,1 до 91,4%. У 25 клонов (49,0%) сохранность составила от 16,7 до 69,2 %.

При закладке в 2023 году архива клона было высажено 2222 раметы 51 плюсового дерева. Для определения приживаемости клонов на участке было подсчитано количество оставшихся ремет каждого клона. Их количество изменяется от 3 до 73 штук на клоне. Таким образом, сохранность клонов варьируется от 20,0% № 206 клона до 100% № 109, 195, 200, 242, 257, 263. Среднее значение сохранности в АК составляет 79,4%

Анализ диаграммы (рис.1) показал, что на осень 2023 г., 72% (37 шт. клонов) имеют высокую сохранность, 8% (4 шт.) - среднюю, 14% (7 шт.) - низкую и 6% (3 шт.) клонов имеют очень низкую сохранность. В среднем сохранность анализируемых клонов составляет 79,4%. Для архива клона это хорошая сохранность.

Список источников

1. Кострикин В.А., Беспаленко О.Н., Котельников Д.С., Порываев М.В. Опыт создания архива клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Моршанском лесничестве Тамбовской области // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию высш. лесн. образования в г. Воронеже и ЦЧР России. Воронеж, 2018. Т. 1. С. 542-550.

УДК 630*232.318

Жигалова Е.А.
Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СЧЁТА И РАСКЛАДКИ СЕМЯН

Аннотация: *В статье описана усовершенствованная модель приспособления для счёта и раскладки семян сосны обыкновенной, а также обоснован выбор таких параметров модели, как форма, размер самой модели и ячеек для семян.*

Ключевые слова: *счёт семян, раскладка семян, устройство, сосна обыкновенная, проращивание.*

Отсчет семян мелкосеменных культур и раскладка их для проращивания при испытаниях на всхожесть представляет значительную проблему из-за их весьма малых размеров, разнообразия форм и физико-механических свойств. Ручной отсчет и раскладка их для проращивания - процесс весьма трудоемкий и утомительный. Попытки полностью механизировать или автоматизировать данный процесс к однозначно положительному результату не привёл.

В настоящее время зарегистрировано значительное количество патентов на конструкции счетчиков семян, предназначенных для их количественного учета перед проращиванием [1], [2]. Однако данные устройства характеризуются рядом существенных недостатков, среди которых выделяются их крупные габариты, приводящие к нерациональному использованию рабочего пространства. Увеличенные размеры обусловлены применением автоматизированных систем, что, в свою очередь, усложняет технологический процесс производства и повышает стоимость устройств. В связи с этим актуальной задачей является разработка более компактных и экономически эффективных решений для учета семян, обеспечивающих сохранение функциональности и удобства эксплуатации.

С целью снижения стоимости и упрощения производства устройства для счёта и раскладки семян, а также повышения его доступности, было принято решение полностью исключить автоматические элементы (Рис. 1). Процесс раскладки семян осуществляется в соответствии с требова-

ниями ГОСТ 13056.6-97 [3], что обеспечивает соблюдение стандартизированных методов и повышает точность выполнения операций. Разработанная модель позволяет снизить затраты на производство и сделать устройство более практичным для широкого применения.

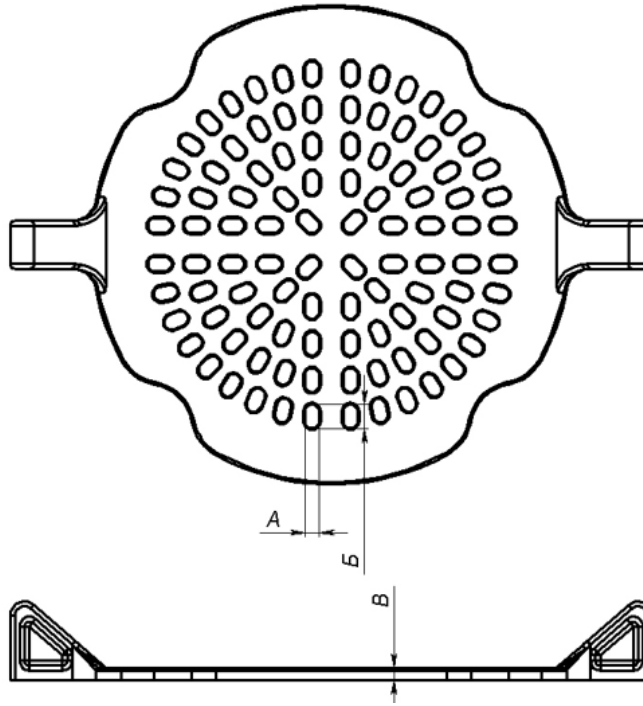


Рис. 1. Модель приспособления (А – ширина семени сосны обыкновенной; Б – длина семени; В – толщина семени)

На рисунке 1 представлено приспособление для счёта и раскладки семян. Для обеспечения максимальной функциональности и эффективности устройства размеры ячеек были рассчитаны на основе морфометрического анализа семян сосны обыкновенной (Pinus sylvestris). В ходе исследования были измерены ключевые параметры семян, включая длину, ширину и толщину, результаты которых представлены в таблице 1. Такой подход к проектированию ячеек позволяет оптимизировать конструкцию приспособления, обеспечивая точное размещение семян и повышая удобство эксплуатации данной модели.

Таблица 1. Статистические показатели размеров семян сосны обыкновенной по классам

Параметр	Класс	$X_{ср}$, мм	m_x	δ	min	max	P, %	C, %
Длина	1	4,23	0,05	0,49	2,83	5,44	1,15	11,46
	2	4,39	0,05	0,48	3,20	5,60	1,10	10,97
	3	4,50	0,05	0,54	2,49	5,95	1,21	12,06
Ширина	1	2,37	0,03	0,28	1,75	3,11	1,17	11,70
	2	2,36	0,03	0,34	0,27	2,99	1,44	14,47
	3	2,58	0,04	0,38	1,63	3,57	1,47	14,68
Толщина	1	1,35	0,02	0,19	0,86	1,88	1,44	14,42
	2	1,45	0,02	0,23	1,00	2,24	1,61	16,00
	3	1,45	0,04	0,35	0,20	2,24	2,43	24,29

Согласно таблице 1, значения длины семян 1-го класса варьируются от 2,83 до 5,44 мм, 2-го класса – от 3,2 до 5,6 мм, а 3-го класса – от 2,49 до 5,95 мм. Ширина семян 1-го класса находится в пределах от 1,75 до 3,11 мм, 2-го класса – от 0,27 до 2,99 мм, а 3-го класса – от 1,63 до 3,57 мм. Толщина семян 1-го класса – от 0,86 до 1,88 мм, 2-го класса-от 1,00 до 2,24 мм, а 3-го класса от 0,20 до 2,24 мм.

На основании анализа размеров семян сосны обыкновенной (длина, ширина, толщина) для трёх классов установлены оптимальные параметры ячеек приспособления для их счёта и раскладки: длина – 4,37 мм, ширина – 2,44 мм, толщина – 1,42 мм. Эти размеры учитывают диапазон вариаций семян всех классов, что обеспечивает эффективное использование приспособления для счета и раскладки семян.

Список источников

1. Устройство для счёта и раскладки семян мелкосеменных культур на проращивание // Патент России № 146715 2015 Бюл. № 2 // Егоров П.Е.
2. Счётчик семян // Патент СССР № 682171 1979 //Башелханова В.Б, Батлаев К.Е.
3. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. Введ. 1998-07-01. М., 1997. 31с.

УДК 630.232

Любимова Л.Р, Окач М.А.
Научный руководитель: Мухортов Д.И., д-р с-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАЧИВАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРНЕЗАКРЫВАЮЩЕГО СУБСТРАТА НА РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Аннотация. *Представлена диаграмма влияния смачивателя при производстве тепличного субстрата на биомассу 100 сеянцев сосны обыкновеннойю*

Ключевые слова: *субстрат, корнезакрывающий, сеянцы, смачиватель.*

Технология выращивания посадочного материала с ЗКС позволяет эффективно использовать семенной фонд, сократить сроки культивирования сеянцев и увеличить объемы искусственного лесовосстановления [1].

Для обеспечения высокого качества посадочного материала в условиях искусственно созданной среды необходимо использовать тепличный субстрат, который обеспечивает полноценное питание растений и оптимальные условия для развития корневой системы [2].

В течение всего периода выращивания субстрат должен соответствовать определенному набору характеристик, приближенных к оптимальным [3].

Одним из важнейших агрофизических параметров субстрата, при выращивании сеянцев с ЗКС, является обеспечение оптимального водно-воздушного баланса в зоне корневой системы растений [4]. Смачивающий реагент дает возможность повторно увлажнить субстрат, в случае если он высох и не только гарантирует улучшенную скорость увлажнения и больший объём поглощенной воды, но и тот факт, что в период покоя роста растений или в тёмное время года у субстрата фактически улучшается дренаж [5].

Цель работы. *О*пределить влияние применения смачивателя при изготовлении корнезакрывающего субстрата на развитие сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой.

Задачи исследования:

1. Определить линейные показатели сеянцев сосны обыкновенной, выращенных на субстратных основах с добавлением и без добавления корнезакрывающего вещества (смачивателя).

2. Определить биомассу сеянцев сосны обыкновенной, выращенных на субстратных основах с добавлением и без добавления корнезакрывающего вещества (смачивателя).

Материалы и методы исследования.

Исследования были проведены в 2023 году на территории Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета.

Для оценки влияния использования смачивателя при производстве субстрата на рост сеянцев сосны обыкновенной в схему эксперимента были включены два варианта: 1 – субстрат Агробалт-С без смачивателя; 2 – субстрат Агробалт-С со смачивателем «ЗМУ». Каждый вариант опыта был заложен в трехкратной повторности. Заполнение контейнеров субстратом и посев семян проводили вручную.

Определение высоты стволика сеянцев выполняли при помощи линейки, диаметр корневой шейки измеряли штангенциркулем. Для определения массы сухого вещества сеянцев сосны растения сушили в сушильном шкафу при температуре 105°С и взвешивали на электронных весах Adventure Pro. Полевые материалы обработаны методами описательной статистики и дисперсионного анализа с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение.

Исследование данного эксперимента позволило выявить влияние смачивателей, используемых при производстве корнезакрывающего субстрата, на рост сеянцев сосны с закрытой корневой системой. Эксперимент показал, что сеянцы, выращенные с использованием корнезакрывающего субстрата, демонстрируют более высокие показатели по сравнению с сеянцами, выращенными без него (таб.1).

Таблица 1. Влияние использования смачивателя при производстве тепличного субстрата на рост сеянцев сосны обыкновенной

Вариант субстрата	Высота стволика, см	Диаметр шейки корня, мм
Без смачивателя	3.9	1,3
Со смачивателем	5.9	1,6
$НСР_{05}$	1,370	0,082
$F_{расч.}$	16,91	49,0
$F_{табл.}$	7,71	7,71

В рамках исследования было проведено изучение влияния субстрата на рост сеянцев сосны в контейнерах с целью определения накопления

биомассы растений. Сеянцы, выращенные с добавлением смачивателя ЗМУ, продемонстрировали более высокие показатели массы надземной (0,84 г) и подземной частей (0,42 г) по сравнению с сеянцами, выращенными без добавления смачивателя (рис.1).

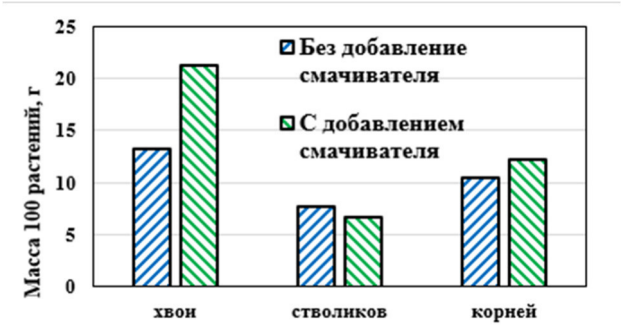


Рис. 1. Влияние использования смачивателя при производстве тепличного субстрата на биомассу 100 сеянцев сосны обыкновенной

Список источников

1. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.

2. Родин А. Р., Родин С. А. Повышение результативности выращивания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой // Вестник МГУЛ. 2010. № 5. С. 54-58.

3. Effects of the maturity of wood waste compost on the structural features of humic acids / Fukushima M. et al // Bioresource Technology. 2009. Vol. 100. No 2. P. 791–797.

4. Heiskanen J. Favourable water and aeration conditions for growth media used in containerized tree seedling production: A review //Scandinavian Journal of Forest Research. 1993. No 3. P. 337-358.

5. Мухортов Д.И. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной и берёзы повислой с закрытой корневой системой на субстратах с различной насыпной плотностью / Д. И. Мухортов, А. В. Антропова, М. А. Окач, Н. Д. Майоров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 1(53). – С. 47-59.

УДК 630.2(479.24)

Насирова Н.Н.
Научный руководитель: Салимов Д.Ш. д-р. истор. наук, профессор
Сумгаитский государственный университет

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ: ЛЕСНОЙ КОМПЛЕКС АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация: *цель данной статьи — проанализировать значение лесовосстановления как одного из ключевых направлений устойчивого развития и охраны окружающей среды. В работе раскрываются причины сокращения лесных массивов, в частности под влиянием антропогенных факторов и климатических изменений. Особое внимание уделяется методам восстановления лесов — как естественным, так и искусственным — с опорой на примеры, применяемые в Азербайджане. Актуальность темы обусловлена необходимостью сохранения биологического разнообразия, предотвращения эрозии почвы и повышения экологической устойчивости регионов.*

Ключевые слова: *лесовосстановление, экосистема, устойчивое развитие, антропогенное воздействие, лесная политика, климатические изменения, природные ресурсы, Азербайджан.*

Лесовосстановление, экосистема, туризм, государство, породы деревьев, экономическое, социальное развитие леса являются важной частью экосистемы и играют важную роль в жизни человека. Однако в последнее время большая часть лесов была уничтожена в результате антропогенной деятельности и климатических изменений. Это делает создание и воспроизводство лесов актуальным вопросом. В статье рассматриваются естественные и искусственные способы создания и восстановления лесов, используемые породы деревьев и внимание, которое государство уделяет этой области.

Вырубка лесов способствует не только экосистеме, но и экономическому и социальному развитию. Эти процессы влияют на сохранение природных ресурсов страны, создание рабочих мест и развитие туризма.

Леса являются важной частью экосистемы и имеют большое значение в жизни человека. Однако в последнее время большая часть лесов была уничтожена из-за климатических изменений, которые происходят в природе в результате антропогенной деятельности. Поэтому лесовос-

становление, лесовосстановление сегодня является одной из самых актуальных тем.

Лесовосстановление начинается с восстановления вырубленных деревьев или участков растительности, пострадавших от пожаров. Этот процесс может осуществляться в два этапа: 1) естественным путем-самовосстановление природы 2) искусственным путем-закладка человеком различных парковых и лесных полос с фитомелиоративными мероприятиями.

Однако естественное восстановление лесного комплекса занимает много лет, искусственно процесс восстановления экосистемы может быть ускорен в короткие сроки. Большое значение имеет внимание государства к этой сфере, создание и воспроизводство лесов. Так, одной из основных задач государственных ведомств в этом вопросе является проведение кампаний по посадке деревьев государственными и негосударственными предприятиями, организация различных мероприятий по просвещению местных жителей, а также обеспечение добровольного участия молодого поколения в этом процессе.

Прежде всего, при закладке лесов необходимо учитывать такие аспекты, как физико-географические условия, тип лесов, породы деревьев. В целом при естественном лесовосстановлении сохраняются семенные деревья, вспахивается почва и создаются благоприятные условия для прорастания семян. В лесу чаще рассматриваются породы деревьев, которые быстро растут и адаптируются к физико-географическим характеристикам местности. В частности, на территории Азербайджана в направлении создания и воспроизводства лесов распространена посадка таких пород деревьев, как сосна, пихта, смородина и грецкий орех. Однако такие породы деревьев, как вяз, клен и дуб, лучше всего растут в районах с низкой влажностью. Отмечу, что лесной комплекс охватывает 11% территории Азербайджана [1].

В нашей стране широколиственные деревья распространены гораздо шире хвойных, особенно преобладают такие породы деревьев, как дуб, бук, граб. Дубовые леса, особенно распространенные в Талышских и Кавказских горах, обладают значительными запасами древесины. В последнее время численность буковых деревьев сократилась в результате антропогенной деятельности, уступив место грабу. В настоящее время буковые леса чаще встречаются в Ленкоранской зоне в составе смешанного лесного комплекса. Отметим также, что в нашей стране встречается 6 видов рода арахис [2].

В то же время в результате деятельности построенных на реке Кура Мингячевирской, Шамкирской Воткинской ГЭС (сумгаитская ГЭС)

площадь тугайных лесов вокруг реки Кура значительно сократилась. А именно, в этих районах резко снизился уровень грунтовых вод, что привело к высыханию тополей и Ив с высокой потребностью в воде. На землях вокруг реки Кура была принята государственная программа восстановления тугайных лесов, а на 6000 гектарах были посажены такие породы деревьев, как дуб, тутовник, береза, вяз [3].

Посадку деревьев часто проводят осенью и весной. При необходимости участок посадки очищают от сорняков, а почву вспахивают и удобряют. Площадь выкопанных кустов должна быть равна площади корня саженца. После закапывания саженцев в грунт их засыпают землей и оштукатуривают. В последующие периоды за посаженными деревьями ухаживают, а обрезку деревьев проводят через 2 года после посадки.

Помимо сохранения экосистемы, создание и восстановление лесов создает условия для наследования здоровой окружающей среды будущими поколениями. Восстановление лесного комплекса ведет к повышению благосостояния экономических и социальных аспектов страны. С экономической точки зрения создание новых лесных комплексов приводит к созданию новых рабочих мест в лесозаготовительной, перерабатывающей промышленности и лесном хозяйстве. В то же время леса предотвращают эрозию почвы и обеспечивают развитие сельского хозяйства, сохраняя водные ресурсы. Леса со здоровой и богатой природой, привлекающие внимание туристов, также имеют большое значение с точки зрения туристских и рекреационных ресурсов это открывает путь для развития отдаленных районов и увеличения инвестиций в инфраструктуру этих районов (дороги, зоны обслуживания, коммуникации).

Список источников

1. Аллахверди Долханов, Азер Гараев Лала Дадашова «Основы устойчивого управления лесами Азербайджана» Баку. 2012

2. Балашова Самра «Закономерности распространения лесов и Экология лесных образований в Азербайджане» Баку.2020

3. Бадалов Н. «Национальная программа лесовосстановления и воспроизводства» Народная Газета. -2009.-15 марта.- С. 4.

УДК 630.181.51

Шургин В.А.
Научный руководитель: Конюхова О.М. канд. биол. наук
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДИАМЕТРА БЕРЕЗЫ И ОСИНЫ НА ОПЫТНЫХ ПЛАНТАЦИЯХ СОЗДАННЫХ ИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИ ОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. *В данной работе сравнить вариабельность диаметра у разных клонов на участках с идентичными условиями, выявлены и определенны факторы, способствующие повышенной изменчивости (почва, микроклимат, агротехника) сопоставленны полученные данные с литературными источниками для оценки достоверности гипотезы о низкой изменчивости клонированного материала.*

Ключевые слова*: Populus tremula, in vitro, полиплоиды, триплоиды, плантации, Betula pubescens.*

При описании достоинств посадочного материала, полученного через клональное микроразмножение, размножение in vitro всегда указывается его преимущество: генетическая однородность и, следовательно, достаточно одинаковая продуктивность всех растений. [1,2]. В отдельных работах отмечается генетическая стабильность растений в возрасте 17 лет, посадочный материал, который получен по технологии клонального микроразмножения. В данной статье приводятся данные, что в возрасте 17 лет варьирование диаметра у трех изучаемых клонов находись в пределах 1,9-2,7% [3]. Сиволапов в своей работе [4] показал низкую вариативность диаметра у березы (2,7%) и тополей (3,6%). Однако Жигунов и др. [5] обнаружили значительно большую вариативность диаметра (4,8-29,3%) у молодых растений в зависимости от обработки почвы. Также известна высокая вариативность высоты у клонов березы (18-20%) [6]. На основании приведенных данных в отдельных исследованиях степень варьирования признаков высоты и диаметра растений значительная и требуется проведение исследований для уменьшения данного варьирования.

Поставлена цель изучить изменчивость диаметра ствола у клонированных берёз и осин на опытных плантациях для оценки влияния гене-

тической однородности на стабильность хозяйственно значимых признаков.

В 2015 году данным коллективом в рамках совместных работ с ООО «Мартрейд» создано три опытных участка с быстрорастущими таксонами осины, полученными из ИБХ РАН в рамках проекта «Клеточная селекция и микроклональное размножение элитного посадочного материала для создания быстрорастущих генетически маркированных лесных плантаций» и адаптированными к условиям окружающей среды в лаборатории Центра коллективного пользования ПГТУ все высаженные растения, были получены из культуры ткани. Посадка растений производилась летом 2014 года на трех участках в Учебно-Опытном лесничестве Республике Марий Эл. Осенью 2024 года было проведено измерение диаметров на высоте 1.3 метра (растений-регенератов) у клонов, показавших наилучший рост.

Таблица 1 Статистические данные описывающие изменение диаметра в различных вариантах эксперимента

№ Клона	№ Участка	Средний диаметр, см	Стандарт. Отклонение, см	Кол-во, шт	Точность, %	Вариация, %
Береза						
1	1	2,7±0,2	1,4	37	7,1	43,2
2	2	4,1±0,3	2,0	18	8,2	34,7
Осина						
1	1	2,3±0,3	3,0	40	12,1	76,5
2	2	7,4±0,6	7,9	24	7,7	37,7
3	2	6,6±0,5	7,0	25	8,1	40,4
3	3	1,5±0,2	0,6	12	15,1	52,4
4	3	1,5±0,2	1,3	23	15,2	72,9

Высокая изменчивость диаметра: У осины варьирование достигло **52,4–76,5%**, у берёзы —**34,7–43,2%**, что существенно превышает показатели, указанные в литературе (1,9–3,6%). Наибольший разброс отмечен у осины на участке 1 (**76,5%**), что связано с неоднородностью почвенных условии (увеличение избыточного увлажнение почвы и значительным объеданий растений осины лосями на всех участках [8]).

Берёза за 10 лет наблюдений не имела повреждении от животных и климатических факторов, высажена на относительно однородных по увлажнению и богатству почвы участках демонстрирует относительную стабильность (вариация ~35–43%), но значения всё равно выше ожидаемых для генетически однородного материала.

Результаты противоречат ряду исследований [3,4], подтверждая данные [5,7] о значительной изменчивости даже у клонированных растений. Это ставит под сомнение тезис о гарантированной однородности признаков у биотехнологического посадочного материала.

Выводы: требуется углублённое изучение влияния эпигенетических факторов и агротехники на продуктивность клонов. Для снижения вариативности необходимо стандартизировать методы создания плантаций (подготовка почвы, плотность посадки).

Список источников

1. Жигунов А.В. Применение биотехнологий в лесном хозяйстве России. // Лесной журнал. - 2013. - №2. - С. 27-36.

2. Зонтиков Д.Н., Коренев И.А. Перспективы использования технологии колониального микроразмножения древесных видов для лесовосстановления в Костромской области. // Лесохозяйственная информация.. - 2012 . - №2. - С. 48-51.

3. Машкина О.С, Шабанова Е.А., Вариводина И.Н и др. Полевые испытания размноженных in vitro клонов осины (Populus tremula L.): рост, продуктивность, качество древесины, генетическая стабильность. // Лесной журнал.. - 2019. - №6. - С. 25-38.

4. Соволапов В.А. Плантационное лесовыращивание быстрорастущих пород в лесостепи с использование биотехнологии in vitro.: автореф. дис. канд с-х наук наук: 06.03.01. - Воронеж, 2012. - 19 с.

5. Жигунов А.В., Шабунин Д.А., Бутенко О.Ю. Лесные плантации триплоидной осины, созданные посадочным материалом in vitro/Вестник Поволжского государственного технологического университета. // Серия: лес. Экология. Природопользование.. - 2017. - №4. - С. 21-30.

6. Анохина Н.С. Коновалов В.Ф., Ханова Э.Р. Микроклональное размножение карельской березы и триплоидной осины in vitro // Экобиотех. - 2021. - №4. - С. 101-106.

7. Петрова Г.А., Калашникова Е.А, Мухаметшина А.Р.. Анализ роста осины (Populus tremula l.), полученной методом in vitro в условиях Республики Татарстан // Лесной вестник. - 2022. - №5. - С. 15-22.

8. Шургин В. А. Повреждение лиственных плантаций дикими животными // Мой первый шаг в науку: материалы VI Поволжского научно-образовательного форума школьников: в 3 ч. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – Ч. 2: Лес. Экология. Человек. – С. 72–73.

УДК 630*431

Абдрахманова А.Р.
Научный руководитель: Домрачева З.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ

Аннотация. *В данной статье представлен литературный обзор и анализ эффективности естественного лесовосстановления подстилки после пожаров.*

Ключевые слова*: лесная подстилка, пожары, сосновые леса.*

Цель работы: аналитический обзор литературы влияния пожаров на восстановление лесной подстилки в сосновых лесах.

Лесной пожар — это неконтролируемое горение растительности в лесных массивах, которое возникает и распространяется стихийно. При наличии сухой растительности и ветра лесные пожары распространяются с огромной скоростью, и за короткое время могут выгореть огромные площади леса, погибнуть растения и животные. Выбранная нами тема является для современного лесного хозяйства очень актуальной, исходя из этого, мы решили сделать анализ литературных источников по изучаемой тематике.

Вследствие этого, хотелось бы выделить основные значимые работы авторов, кто исследовал и продвинулся в этом направлении.

В работе Гавриловой О.И, установлено, что послепожарное восстановление лесной экосистемы имеет свои особенности. В результате низового лесного пожара сосняк черничный сменился березняком черничным. Это в первую очередь связано с лесорастительными условиями. Через 15 лет после пожара сформировался новый древостой, его густота превышает 22 тыс.экз./га. Из-за высокой густоты молодняка отпад березы достигает 23%. Всего в составе молодняка выявлено 7 лесообразующих пород. Живой напочвенный покров сложен преимущественно теневыносливыми видами. Преобладают Polytrichum commune HEDW., Avenella flexuosa (L.) DREJER и Oxalis acetosella L. Только эти 3 вида из более 26, выявленных в составе живого напочвенного покрова, имеют

проективное покрытие около 5%. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет около 50%. Участки без живого напочвенного покрова (мертвопокровные парцеллы) занимают в целом более 29% площади лесного участка. Мохово-лишайниковый ярус представлен несколькими видами мхов и лишайников. По типологии В.Н. Сукачева сформировавшийся березняк можно отнести к березнякам черничного типа леса [2].

В исследовательской работе Горшкова В.В, изучен процесс послепожарного восстановления лесной подстилки в сосновых лесах лишайникового, лишайниково-зеленомошного и зеленомошного типов на территории Кольского п-ова. Установлено, что изменение толщины подстилки в интервале давности пожара от 4 до 270 лет с высокой точностью описывается уравнением затухающей экспоненты. На основе сравнительного анализа послепожарного восстановления подстилки в районе исследований и в Южном Зауралье показано, что время восстановления и средние значения толщины подстилки в однотипных сосновых лесах дренированных местообитаний не зависят от их зонального положения [3].

В исследовании Малиновских А.А, анализируется динамика накопления органического вещества на гарях 1997 г. в равнинных сосновых лесах юга Западной Сибири. Наблюдается формирование подстилки, состоящей в основном из травяной ветоши и хвои. Мхи и лишайники, которые образуют соответствующий ярус в контрольном участке леса, не восстановились за весь период наблюдений (кроме единичных особей). Это связано в первую очередь с отсутствием древесного яруса на гари [4].

В результате выполненных работ Мухиева Б., уточнена индексация для обозначения под-горизонтов лесной подстилки и пирогенной прослойки почв сосновых лесов. Запасы лесной подстилки сравнимы с полученными ранее в 2014 г. для ключевого участка Толмачево. Запасы органического вещества в пирогенной прослойке ниже полученных прежде почти в 5 раз [5].

Акунович Е. Г. изучал влияние низовых пожаров на лесную подстилку в сосняках вересковых. Результаты его исследований таковы: запасы лесной подстилки, которая является главным источником питательных веществ в почве, под воздействием пожара очень сильно уменьшаются, соответственно значительно падает поступление питательных веществ в почву [1].

В результате анализа литературных источников, сделан вывод, что задача оценки динамики восстановления лесной подстилки после низо-

вых пожаров является довольно сложной, требующей разносторонней оценки. Для разработки конкретных мер по противопожарному обустройству насаждений и лесовосстановлению после низовых пожаров требуются знания о пожарах.

Список источников

1. Акунович Е.Г. Влияние низовых пожаров на лесную подстилку в сосняках вересковых / Е.Г. Акунович // Тр. Белорус, гос. технол. ун-та. Сер. 1. – 2003. – № 11. – С. 108-110.

2. Гаврилова О.И. Особенности восстановления лесного фотоценоза после сгоревшего сосняка на скальниках / О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – № 241. – С. 6-16. – DOI 10.21266/2079-4304.2022.241.6-16. – EDN HMJXBS.

3. Горшков В.В. Динамика восстановления лесной подстилки в бореальных сосновых лесах после пожаров / В.В. Горшков, Н.И. Ставрова, И.Ю. Баккал // Лесоведение. – 2005. – № 3. – С. 37-45. – EDN HSHLOR.

4. Малиновских А.А. Динамика накопления органического вещества на гарях 1997 года в равнинных сосновых лесах юга Западной Сибири / А. А. Малиновских // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10(132). – С. 49-53. – EDN ULSZWX

5. Мухиев Б. Запасы органического вещества в лесной подстилке и подповерхностной пирогенной прослойке почв сосняков-зеленомошников / Б. Мухиев, А.С. Зарецкая-Феоктистова, М.А. Надпорожская // XXVII Международный Биос-форум и молодёжная Биосолимпиада 2022 : Сборник материалов, Санкт-Петербур, 28 сентября – 03 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научный центр РАН, Типография "Любавич", 2023. – С. 30-33. – EDN OTBHHT.

УДК 630*231

Абдрахманова А.Р., Степанова К.А., Цветкова Д.Э.
Научный руководитель: Закамский В.А. канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОЗДАВАЕМОГО ОБЪЕКТА СПЛОШНОЙ РУБКОЙ ДЛЯ ЦЕЛИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО КОНКУРСА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МАСТЕРСТВА «ЛЕСНОЙ КУБОК ВОЛГАТЕХА»

Аннотация. *В статье представлена информация об оценке объекта сплошной рубки в УОЛ для цели проведения межрегионального конкурса профессионального мастерства «Лесной кубок Волгатеха».*

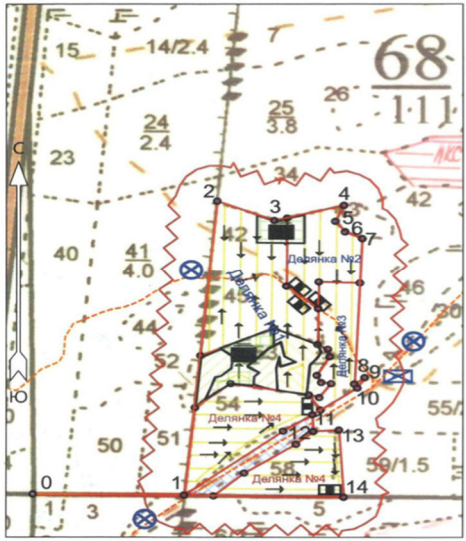
Ключевые слова: *сплошная рубка, лесоводственная оценка, конкурс.*

26-28 марта, в преддверии празднования 30-летия Волгатеха в статусе российского университета, Поволжский государственный технологический университет совместно с Марийским лесохозяйственным техникумом провел Межрегиональный конкурс профессионального мастерства «Лесной кубок Волгатеха». В нем принимали участие обучающиеся СПО по специальностям 35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство», 35.02.02 «Технология лесозаготовок» и 35.02.12 «Садово-парковое и ландшафтное строительство».

Цель конкурса - популяризация профессий и специальностей лесного комплекса, в том числе садово-паркового и ландшафтного строительства, демонстрация профессионального мастерства, развитие коммуникативных навыков студентов, вовлечение молодежи в сферу проектной деятельности.

Студенты ИЛП приняли участие в конкурсе параллельно с прохождением выездной ознакомительной и производственно-технологических практик (ЛСД-11, ЛСД-31). Осуществляли лесоводственную оценку сплошно - лесосечной рубки с сохранением тонкомерных деревьев и подроста (с*тационар кафедры лесоводства и лесоустройства).* Местоположение объекта: учебно-опытный лесхоз (филиал) ПГТУ, Чернушкинский лесной участок, квартал – 68, выдела – 42,45,53,54,58.

Объектом эксперимента являлись простые насаждения: смешанные по составу (сосна, берёза), в основном одновозрастные 90лет.



Экспликация лесосеки		
Номера точек	Румбы линий, °	Длина линий, м
Привязка		
0 - 1	СВ 77°	190
Лесосека		
1 - 2	СЗ 8°	440
2 - 3	ЮВ 82°	77
3 - 4	СВ 62°	90
4 - 5	ЮЗ 11°	26
5 - 6	ЮВ 51°	20
6 - 7	ЮВ 79°	24
7 - 8	ЮВ 11°	217
8 - 9	СВ 40°	16
9 - 10	ЮЗ 17°	18
10 - 11	ЮЗ 42°	69
11 - 12	ЮВ 16°	25
12 - 13	СВ 73°	32
13 - 14	ЮВ 17°	100
14 - 1	ЮЗ 77°	200

Рис 1. Схема разработки лесосеки

Насаждение отнесено к сосновой хозяйственной секции в силу достижения породами спелого возраста.

Рис. 2. Общий вид насаждения после сплошной рубки с подготовленными деревьями сосны к конкурсу

Цель закладки объекта: продемонстрировать результаты проведение машинного способа заготовки древесины и лесовосстановление в условиях бывшего одновозрастного древостоя с преобладанием сосны спелого возраста и наличия березы.

На объекте определили, что сохранность части молодняка и подроста древостоя была обеспечена направленной валкой деревьев вершиной в сторону от групп растений. Порубочные остатки измельчались, частично использовались на укрепление трелевочных волоков, остальные размещались в кучах и оставались на перегнивание, часть сжигалась. По окончании лесосечных работ рекомендуется оправка сохранившегося подроста, его освобождение от порубочных остатков.

Вывод. Выполненная рубка соответствует критериям устойчивого лесоуправления. На вырубленной территории даже при сплошнолесосечной рубке обеспечено сохранение средозащитной функции участка леса и возобновление.

Список источников

1. https://www.volgatech.net/news/ILP/420087/

УДК 630*221.02

Авсаджанишвили Д.Р.
Научные руководители: Закамский В.А., канд. с.-х. наук, доцент;
Мифтахов Т.Ф., главный лесничий УОЛ ПГТУ
Поволжский государственный технологический университет

ОБОСНОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ В СПЕЛЫХ И СЛОЖНЫХ ПО СТРУКТУРЕ ЕСТЕСТВЕННО СФОРМИРОВАННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В УОЛ ПГТУ

***Аннотация**. В данной статье рассматривается вопрос создания учебно-демонстрационного объекта на территории УОЛ в брусничном типе леса.*

***Ключевые слова:** Длительно-постепенная рубка, сосняк брусничный, машинная технология заготовки*

Длительно-постепенная рубка - постепенная рубка, которая проводится в древостое с в два приема с оставлением на второй прием деревьев, не достигших возраста спелости, которые вырубаются после достижения ими эксплуатационных размеров через 30-40 лет. Для того, чтобы остатки древостоя сохранили устойчивость против ветра и смогли через 30-40 лет образовать насаждение, имеющее эксплуатационное значение. Для длительно-постепенной рубки подбирают древостои сосны, с наличием на 1 га не менее 400-600 тонкомерных хвойных деревьев, произрастающих на дренированных почвах, а также подроста главных пород сосны и березы.

Благодаря повышению объема хлыста, по сравнению со сплошной рубкой, производительность труда на лесосечных работах не снижается. От заготовки крупномерного леса выигрывают и заготовители, и деревообрабатывающие предприятия. При длительно-постепенной рубке нет необходимости соблюдать срок примыкания, что снижает расходы на строительство дорог, несмотря на увеличение площади годичной лесосеки, длительно-постепенной рубки на 25-35% (Побединский, 1980).

Теоретически, длительно-постепенные рубки близки к сплошным с сохранением подроста и тонкомера, но отличаются от них большим числом и размером оставляемых деревьев, которые после рубки имеют сомкнутость древесного полога 0,3 и выше. Поэтому с последующей рубкой (вторым приемом) лесовод приходит раньше, чем после сплошной рубки.

Необходимое условие - наличие в насаждении, кроме спелой и перестойной части древостоя, не менее 400-600 неспелых деревьев на 1 га, обладающих в данных условиях произрастания достаточной устойчивостью и за 30-40 лет доращивания достигающих эксплуатационных размеров. Интенсивность длительно-постепенной рубки составляет обычно 50-60 % по запасу. На сравнительно мелких почвах и при других условиях, снижающих устойчивость разреженных древостоев, интенсивность рубки уменьшается до 40-50 %. Максимально допустимая площадь лесосек - до 25 га, однако при наличии факторов, снижающих устойчивость разреживаемых древостоев, ее уменьшают.

Следует учесть, что при отсутствии надлежащего контроля за сохранностью молодых деревьев и при оставлении фаутных стволов старого поколения длительно-постепенная рубка может перейти в условно-сплошную со всеми ее недостатками чего допускать категорически нельзя.

Цель закладки объекта: расширить базу лесных насаждений для производства несплошных рубок за счет хвойных (сосново-березовых) древостоев. Естественная сукцессия несплошных рубок протекает на путях формирования молодого древостоя из пионерных видов (сосна, береза, осина). В последующем под пологом хвойного древостоя поселяется сосна. Это приводит к образованию разновозрастных поколений хвойных пород и соснового элемента в виде яруса, подроста. При достижении определенного возраста хвойно-березовый элемент древостоя становится «спелым», в то время как хвойный элемент находится в средневозрастной или молодняковой возрастной группе. Длительно–постепенная рубка в таких насаждениях может обеспечить перевод перестойного древостоя в более ценный спелый без применения лесовосстановительных (создание лесных культур) мероприятий.

Описание объекта Объект расположен на территории Учебно-опытного лесничества, Чернушкинского лесного участка. Рельеф волнистый. Тип лесорастительных условий – А2. Тип леса - Сбр. Древостой до проведения рубки имел следующую таксационную характеристику: состав 8С2С+Б, класс возраста 7, запас растущего леса по таксационному описанию 2285+571 $м^3$/га, относительная полнота 0,5, бонитет II. Согласно данным последнего лесоустройства (2016 г) на участке запланированы сплошные рубки.

Выполненные хозяйственные мероприятия: подсочка (год фактического завершения 1987)..

Используется технология валки деревьев харвестером, при трелевке сортиментов форвардером Машины по своим техническим данным,

должны обеспечивать возможность вырубки деревьев только при непосредственном подходе к каждому дереву, могут иметь ограниченное применение в технологиях длительно-постепенных рубок. Для прокладки криволинейных технологических коридоров, а также для выборочного удаления нежелательных деревьев в насаждениях с подростом хозяйственно ценных пород и других ярусов ширина технологических коридоров, достаточная для осуществления выборочного удаления нежелательных деревьев, должна составлять 4-5 метров.

Очистка мест рубок от порубочных остатков должна проводится одновременно с рубкой лесных насаждений и трелевкой древесины. После проведения указанных работ допускается доочистка лесосек.

Очистка мест рубок осуществлялась комбинированно:

- укладкой порубочных остатков на волоки с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при вывозке;
- укладкой с измельчением и оставлением на перегнивание порубочных остатков на месте рубки.

В результате проведения первого приема первого цикла длительно-постепенной рубки участок лесосеки главной рубки относится к покрытому лесом виду лесных земель. Сохраняется в полном объеме средозащитной функция леса: «светозащитная» полнота составляет 0,65, как сумма полноты древостоя и полноты подроста. Проведением мероприятий по содействию естественному возобновлению прогнозируется увеличить количество подроста в предстоящем десятилетии на 3–4 тысячи штук на гектар. В этом случае планируется на. второй прием первого цикла длительно-постепенной рубки. Первый прием второго цикла длительно-постепенной рубки возможен через 20-30 лет. Не исключается применение добровольно-выборочной (взамен длительно- постепенной) рубки в данном насаждении.

Созданный учебно-демонстрационный лесоводственный объект позволит проводить долговременные исследования студентами, института леса и природопользования.

УДК 004.8

Батухтин А.С.
Научный руководитель: Черных Д.В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА СЛУЖБЕ ЗАЩИТЫ ЛЕСОВ ОТ НЕЗАКОННЫХ РУБОК

Аннотация: *Рассмотрены вопросы применения искусственного интеллекта в борьбе с незаконной вырубкой лесов. Рассматриваются современные технологии мониторинга с использованием IoT (интернета вещей), дронов и спутников. Приводятся примеры успешного внедрения ИИ в разных странах и обсуждаются основные преимущества и вызовы.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, незаконная вырубка, мониторинг лесов, IoT, дроны, спутниковые технологии.*

Незаконная вырубка лесов представляет серьезную угрозу для окружающей среды, способствуя утрате биоразнообразия, изменению климата и деградации экосистем. В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) стали ключевым инструментом в борьбе с этой проблемой, предоставляя инновационные решения для мониторинга и предотвращения незаконной деятельности в лесах [1].

Цель работы – показать, как искусственный интеллект может автоматизировать и оптимизировать процессы обнаружения и реагирования на незаконные рубки, повышая эффективность защиты лесов. **Объектом исследования** являются технологии применения искусственного интеллекта в лесном комплексе. **Предметом исследования** выступают незаконные рубки лесных насаждений и технологии их обнаружения.

Интерпретация результатов.

Рассмотрим информационные технологии на страже лесов. Одним из передовых подходов является использование устройств Internet of Things – Интернета вещей (IoT – сеть датчиков и устройств, передающих данные через интернет) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сочетании с ИИ для реального времени обнаружения и предотвращения незаконной вырубки. В исследовании, опубликованном в журнале Results in Engineering, описывается система, которая использует IoT-устройства с микрофонами для обнаружения звуков бензопил. Эти устройства передают данные на сервер, который анализирует их с помощью моделей глубокого обучения. При обнаружении подозрительной активности на место направляется дрон с

камерой для визуального подтверждения и, при необходимости, активации сигналов тревоги [1].

Подобные технологии уже демонстрируют эффективность на практике. Например, в Кении компания M-Situ разработала устройства с ИИ, которые обнаруживают звуки бензопил и пожаров, отправляя оповещения лесникам через SMS. В результате внедрения этой системы незаконная вырубка в лесу Нгонг сократилась на 47% [2].

Следующим направлением в решении задач по охране лесов служит спутниковый мониторинг и анализ данных. Спутниковые технологии в сочетании с ИИ также играют важную роль в борьбе с незаконной вырубкой. Компании, такие как Planet Labs, предоставляют платформы для мониторинга деградации лесов и измерения углеродных выбросов с высокой точностью. Эти технологии позволяют получать оперативные данные о состоянии лесов, что особенно важно для сохранения тропических лесов, подвергающихся наибольшему риску [3].

Акустический мониторинг с использованием ИИ становится все более популярным инструментом для защиты лесов. Проект Rainforest Connection разработал платформу Guardian, которая использует ИИ для анализа звуковых данных, собираемых с устройств, установленных в кронах деревьев. Эта система позволяет обнаруживать звуки бензопил, транспортных средств и выстрелов, сигнализируя о потенциальной незаконной деятельности и помогая в оперативном реагировании [4].

Рассмотрим космический мониторинг с применением ИИ в Российской Федерации. Так, компания «ТЕРРА ТЕХ», входящая в структуру Роскосмоса, совместно с ФГБУ «Рослесинфорг» реализует проект по использованию космической съемки Земли и технологий ИИ для выявления незаконных рубок в Архангельской и Иркутской областях. Алгоритмы нейросетей анализируют спутниковые снимки, позволяя оперативно обнаруживать изменения в лесном покрове и фиксировать нарушения. [5]

Наши исследования привели к созданию веб-приложения, которое позволяет оценить ущерб, наносимый незаконной заготовкой древесины и других лесных ресурсов. Для разработки веб-приложения использовались языки программирования C#, HTML, CSS, JavaScript. Приложение позволяет рассчитать материальный ущерб, вызванный незаконной деятельностью в лесах по всем видам использования лесов. Веб-приложение предоставляет удобный инструмент и позволяет пользователю не только точно рассчитывать материальный ущерб, но и получать детализированные отчеты, которые содержат всю необходимую информацию для анализа и принятия дальнейших мер.

Отметим, что использование ИИ в мониторинге лесов предоставляет ряд преимуществ. **Оперативность**: системы ИИ способны обнаруживать незаконную деятельность в реальном времени, позволяя быстро реагировать на угрозы. **Масштабируемость:** технологии ИИ позволяют охватывать большие территории, что особенно важно для удаленных и труднодоступных лесных районов. **Точность:** современные модели машинного обучения способны с высокой точностью различать звуки и изображения, минимизируя количество ложных срабатываний.

Использование искусственного интеллекта в лесном комплексе не лишено препятствий. **Инфраструктура**: эффективное функционирование систем искусственного интеллекта предполагает наличие стабильной и высокопроизводительной инфраструктуры передачи данных. В контексте удаленных лесных территорий обеспечение такой инфраструктуры представляет собой значительную техническую сложность. **Обучение моделей:** модели ИИ требуют больших объемов данных для обучения, что может быть затруднительно в условиях ограниченного доступа к качественным данным. **Финансирование:** высокая стоимость разработки и внедрения этих технологий создает серьезные финансовые трудности для многих организаций и государств, препятствуя их освоению.

Выводы. Интеграция искусственного интеллекта в системы мониторинга и защиты лесов открывает новые перспективы в борьбе с незаконной вырубкой. Несмотря на существующие проблемы, успешные примеры внедрения подобных технологий демонстрируют их потенциал в сохранении лесных экосистем и биоразнообразия. С дальнейшим развитием технологий и расширением их применения можно ожидать значительного прогресса в охране окружающей среды и устойчивом управлении природными ресурсами.

Список источников

1. Prabakaran R., Pandi R.V., Mohamed S. Forest Guard – Illegal Logging Detection and Alerting System Using IoT and Drone. Results in Engineering. 2024. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.101531.

2. Nair A. Puede la inteligencia artificial ‘made in Africa’ ayudar a Kenia a combatir la deforestación? // El País [электронный ресурс]. 2024.

3. Friedlingstein P. et al. AI-powered tech is tackling illegal logging in rainforests // Climate Tech Digital [электронный ресурс]. 2024. URL: https://climatetechdigital.com/editorial/ai-powered-tech-is-tackling-illegal-logging-in-rainforests (дата обращения: 05.04.2025).

4. Harder A. AI satellites are fighting deforestation in real time // Axios Generate [электронный ресурс]. 2024.

5. ТЕРРА ТЕХ подключила искусственный интеллект к поиску незаконных вырубок леса // ООО «ТЕРРА ТЕХ» [электронный ресурс]. 2023.

УДК 632.7

Булышева О.В.
Научный руководитель: Попова Н.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Аннотация. *Вредные лесные насекомые наносят большой ущерб лесному хозяйству, наиболее опасными являются хвоегрызущие насекомые. Сибирский шелкопряд - это один из самых опасных вредителей хвойных лесов, который повреждает около двадцати видов деревьев, однако, особое предпочтение особь отдает лиственнице, кедру, а также пихте. Значительно реже шелкопряд наносит вред сосне и ели. Сибирский шелкопряд считается карантинным видом из-за его разрушительного воздействия на лесные массивы.*

Ключевые слова: *сибирский шелкопряд, хвойный лес, феромонные ловушки.*

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus*) - бабочка семейства коконопрядов, опасный вредитель хвойных лесов. Широко распространён в таёжной зоне Российской Федерации [1].

Гусеницы сибирского шелкопряда представляют серьезную угрозу для хвойных пород, поедая хвою, что губительно сказывается на состоянии деревьев. Воздействие насекомого приводит к тому, что в хвойных лесах происходит размножение различных стволовых вредителей, в результате чего поврежденные древостои превращаются в сухостой и в дальнейшем погибают. В основном под воздействие шелкопряда попадает пихта (*Abies sibirica*), кедр (*Pinus sibirica*) и лиственница (*Larix sibirica*). Таким образом, сибирский шелкопряд является одним из важнейших факторов, влияющих на санитарное состояние лесных насаждений [2].

Бабочки сибирского шелкопряда в размахе крыльев могут достигать 8 см. Окраска его изменяется от светло-желтовато-коричневого или светло-серого до почти черного цвета, а передние крылья пересекаются тремя более темными полосами, по середине каждого крыла находится большое белое пятно. Задние крылья одноцветные. Окраска гусениц шелкопряда варьируют от серо-бурого до темно-коричневого цвета с черными подковообразными пятнами на 4-12-м сегментах тела, а длина достигает 7 см [3].

Одним из способов своевременного выявления очагов вредителя является феромонный метод мониторинга, который основан на достаточно изученном явлении привлечения самцов самками или синтетическим аналогом их полового аттрактанта в специальные ловушки. Уловы феромонных ловушек не показывают плотность популяции, но в межвспышечный период выявляют тренд изменения ее численности. Кроме того, учет в кроне

наиболее часто выполняется околотом гусениц на полог. Для околота выбираются «учетные» деревья диаметром 10–20 см [4].

Путем проведения мониторинга с использованием феромонных ловушек особи сибирского шелкопряда выявлены и в Республике Коми.

Изменение численности сибирского шелкопряда на территории Республики Коми в период с 2021 по 2024 гг. представлено в таблице.

Таблица – Динамика численности сибирского шелкопряда в Республике Коми

Год проведения мониторинга	2021	2022	2023	2024
Количество ловушек	750	750	1500	1500
Количество случаев выявления	45	107	788	882

В 2021-2022 гг. обследования проводились в 4 районах Республики Коми путем развешивания в лесных насаждениях 750 феромонных ловушек, так, в 45 из них в 2021 г. были выявлены случаи обнаружения вредителя, а в 2022 г. – в 107, следовательно, наблюдается увеличение количества случаев выявления. В 2023 г. количество ловушек было увеличено вдвое, а также была увеличена территория обследования (дополнительно обследованы еще 6 районов и окрестности 3 городов), в результате чего в 2023 г. по сравнению с 2022 г. количество случаев выявления возросло примерно в 7 раз. Увеличение случаев обнаружения вредителя отмечается и в 2024 г.

Таким образом, особи сибирского шелкопряда активно заселяют лесные насаждения в Республике Коми, а численность его увеличивается, что подтверждается данными из таблицы. Вредитель достаточно хорошо распространяется, это может быть связано с его экологической пластичностью, с тем, что ареал распространения вида большой, а биология вида предполагает широкий спектр повреждаемых растений.

Список источников

1. Кручина С.Н. Сибирский шелкопряд [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://bigenc.ru/c/sibirskii-shelkopriad-1501aa.

2. Князева С.В., Королева Н.В., Эйдлина С.П., Сочилова Е.Н. Оценка состояния растительности в очаге массового размножения сибирского шелкопряда по спутниковым данным // Лесоведение. 2019. № 5. С. 385–398.

3. Князева А.И. Сибирский шелкопряд и методы борьбы с ним // Сборник докладов 4-й международной научно-практической студенческой конференции. 2018. С. 66-68.

4. Бубнова М.А., Бубнов М.И. Обзор методик учета сибирского шелкопряда (Dendrolimus superans sibiricus tschetw.) // Научное обозрение. 2019. № 5. С. 41-45.

УДК 630

Захарова К.А.
Научный руководитель: Закамский В.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОБРОВОЛЬНО-ВЫБОРОЧНОЙ РУБКИ В ЛИПОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ УОЛ (ФИЛИАЛ) ПГТУ

Аннотация. *В данной статье рассматриваются основные варианты проведения добровольно-выборочной рубки и их сравнение в экономическом плане.*

Ключевые слова: *добровольно-выборочная рубка, харвестер, форвардер, экономическое обоснование.*

Для проведения эффективных выборочных рубок в защитных лесах важно учитывать их лесоводственно-технологические особенности и экономическую составляющую. Выбор технологии проведения выборочных рубок сводится к сравнительному анализу экономической эффективности трёх основных вариантов технологии осуществления рубки:

1. Скандинавская технология на основе применения харвестера (на валке, обрезке сучьев, раскряжёвке) и форвардера (пакетирование и трелёвка сортиментов).

2. Использование бензопил (на валке, обрезке сучьев, раскряжёвке). Для трелёвки сортиментов в данной технологии используется форвардер.

3. Валка деревьев с обрезкой сучьев производится бензопилами. Трактора с канатно-чёкерной установкой участвует при трелёвке хлыстов на погрузочный пункт. Раскряжёвка хлыста производится непосредственно на погрузочной площадке.

На исследуемом участке во время проведения ДВР применялась скандинавская технология разработки лесосек. Используемая система машин включала в себя харвестер КХ-451 Silvatec и форвардер Komatsu 860.4

Наша задача обосновать по экономическим расчетам внедрение данной технологии в Учебно-Опытном лесхозе – филиале «ПГТУ» и сравнить с проектируемыми технологиями.

Чтобы сравнить технологии в экономическом плане, в первую очередь должны быть рассчитаны трудовые затраты и затраты на заготовку, по той и иной технологии, подтверждающие или опровергающие экономическую выгоду предлагаемой технологии. Ведомость отведённых участков под добровольно-выборочную рубку на 2023 год представлено в таблице 1.

Таблица 1. **Ведомость отведённых участков под добровольно-выборочные рубки на 2023 год, Нолькинский лесной участок УОЛ.**

Вид рубки	№ кв	Площадь отведённого участка, га	Полнота до ухода	Состав древостоя до ухода	Ср Н, м	Запас, м 3	Процент их выборки по запасу	Вырубленный запас	
	№ выд		после ухода	после ухода	Ср D, м			На 1 га	На отведённом участке
ДВР	5	2,1	0,7	4Лп2Б1Ос2Е1П	24	335	17	58	122
	1		0,5	6Лп2Б1Е1П	26				
ДВР	5	12,6	0,7	4Лп2Лп2Б1Ос1Е	24	335	30	97	1225
	9		0,5	8Лп1Б1Е	24				
ДВР	5	1,7	0,7	5Лп1Б1Ос3Е	25	365	28	103	175
	12		0,5	7Лп1Б2Е	32				
Итого		46,1						258	1522

Для определения выхода древесины (деловые, дрова) на всей площади укрепленного выдела был произведён расчет выхода сортиментов при добровольно-выборочных рубках: общий запас по всем породам составил 1522 м^3, где деловых деревьев составило 566 м^3, а дровяных – 727 м^3.

Расчеты трудозатрат, и затрат на проведение добровольно выборочных рубок по технологиям базовой и двум проектируемым представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Расчеты затрат на проведение добровольно-выборочных рубок.**

Марки машин и механизмов	Норма выработки на чел.-день	Количество отработанных чел.-дней	Объем работ, м^3	Стоимость услуг	Затраты, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6
1. Базовая система машин					
Хар-р Силва-тек-8266	120,6	22,56	1521,01	1300	1977
Фор-р Komatsu 860.4	96	28,34			
Итого:	-	50,9	-	-	1977
2. Проектный вариант системы машин					
«Stihl 361»	35	77,74	1521,01	950	1445
Фор-р Komatsu 860.4	96	28,34			
Итого:	-	106,08	-		1445
3. Проектный вариант системы машин					
«Stihl 361»	35	77,74	1521,01	750	1141
МТЗ-82	25	108,84			
Итого:	-	186,58	-		1141

Исходя из таблицы 2 можно констатировать, что базовый вариант заготовки древесины при добровольно-выборочных рубках является самым дорогим, но этот вид является быстрым по количеству отработанных смен способом заготовки древесины. Проектный вариант №3 является наименее затратным, в 1,5 раза дешевле базового варианта, но производительность труда очень мала 186,58 что в 3,5 раза дольше чем базовый вариант.

Из результатов сравнительной оценки установлено, что применяемый вариант является наиболее затратным и экономически выгодно использовать технологию рубки с использованием бензомоторной пилы и трактором-трелёвщиком. При выборе технологии разработки лесосеки также не стоит забывать о лесоводственно-технологических факторах.

Список источников

1. Закамский В.А., Иванова Е.М. Лесоводство: выборочные рубки. Уход за лесом: учебное пособие/ Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015-148 с.

УДК 630*522.31

Кесарева А.Ю.
Научный руководитель Черных В.Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛЬ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ПОДРОСТА ЕЛИ В СОСНЯКАХ-БРУСНИЧНИКАХ СУВОДСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *Изучены закономерности образующей продольного сечения древесных стволов подроста ели в относительных единицах. За базовый диаметр принят диаметр на половине высоты ствола. Разработана математическая модель для расчета абсолютных значений диаметров на различных высотах стволов подроста ели. Построены объёмные таблицы для таксации стволов подроста ели Кировской области.*

Ключевые слова: *объемные таблицы, сбег, сосняки-брусничники, подрост, ель.*

Специалисты лесного хозяйства при решении практических задач часто имеют дело с маломерными стволами, объем которых не представляется возможным определить по имеющимся таблицам. Вследствие этого учет естественного отпада, определение объема вырубаемой при рубках ухода древесины, анализ хода роста маломерных стволов при научно-исследовательских работах проводится с низкой точностью, не отвечающей ни запросам производства, ни тем более требованиям научных исследований [1].

Современные таблицы объемов маломерных стволов составлены для диаметров стволов на высоте 1,3 м с учетом их высоты, что не дает возможности учета объема более мелких деревьев. Кроме того, не для всех регионов нашей страны составлены такие таблицы. Приходится вести учет маломерных стволов по имеющимся объемным таблицам, входом в которые является 4-сантиметровая ступень толщины и высота стволов. Такие таблицы не могут обеспечить точной таксации маломерных стволов древесных пород.

В настоящее время объемные таблицы маломерных стволов для района хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ отсутствуют.

Цель работы – разработать таблицы объемов стволов подроста ели в зависимости от диаметра на половине высоты ствола и его высоты.

Объектом исследования являются деревья подроста ели, произрастающие в сосняках-брусничниках Суводского лесничества Кировской области, п**редметом исследования** – закономерности образующей продольного сечения древесного ствола подроста ели.

Экспериментальный материал. Для анализа были использованы данные, полученные с 10 пробных площадей и 25 модельных деревьев.

Пробные площади закладывались в сосняках-брусничниках в соответствии с ОСТ 56-69-83. Описания модельных деревьев включали измерения диаметров стволов на относительных высотах, с шагом 0,1 от общей высоты дерева.

Статистическая обработка модельных деревьев и разработка математических моделей проводилась с использованием программы STATISTICA [2].

Интерпретация результатов. Одним из ключевых способов вычисления объёма древесного ствола является метод, который опирается на теорию средних значений таксационных показателей древесных стволов и формулу Симпсона [1].

Чтобы исключить влияние высоты дерева и его диаметра на высоте 1,3 м на характеристику формы стволов, В. К. Захаров (1967) при последующей обработке материалов диаметры ствола на высоте 0,1h принимал за 100 %, а диаметры на остальных относительных высотах выражал в процентах от исходного диаметра [1]. Нами за исходную величину был принят диаметр на высоте 0,5h, поскольку для стволов подроста, имеющих небольшие значения высот, диаметр на данной высоте всегда будет иметь положительное значение. Кроме того, при составлении объемных таблиц диаметр на высоте 0,5h, взятый в качестве входного показателя в таблицы, позволяет учитывать объемы любых маломерных стволов подроста.

Для моделирования образующей древесного ствола нами использована модель аддитивного вида, предложенная П.М. Мазуркиным и др. (1997) [3], которая была модифицирована. В модель добавлена независимая переменная – средний сбег ствола.

Новая математическая модель (1) имеет шесть регрессионных коэффициентов и применяется при исследовании объемов маломерных древесных стволов:

$$Pd_{h_i} = d_0 \cdot \exp\left(-a_1 \cdot h_i^{a_2}\right) - a_3 \cdot h_i^{a_4} \cdot \exp(-a_5 \cdot (\frac{d_{0.5h}}{h} \cdot h_i)^{a_6}, \quad (1)$$

где Pd_{h_i} – диаметр ствола на относительной высоте i, %;

i – индекс относительной высоты древесного ствола, ед.;

h – высота дерева, м;

$d_{0.5h}$ – диаметр ствола на половине высоты, см;

$\frac{d_{0.5h}}{h}$ – сбег ствола на половине высоты, см;

d_0 – диаметр ствола на шейке корня, см;

$a_1 \ldots a_6$ – коэффициенты уравнения, ед.

$$Pd_{h_i} = 154{,}0 \cdot \exp\left(-0.2610 \cdot h_i^{12.5917}\right)$$
$$-45.9108 \cdot h_i^{1.3104} \cdot \exp(1.00196 \cdot (\frac{d_{0.5h}}{h} \cdot h_i)^{-0.133} . \quad (2)$$

Математическая модель (2) адекватна экспериментальным данным и имеет очень высокий коэффициент детерминации 0,991.

На практике использование моделей вычисления объёма стволов подроста требует измерения высот и диаметров на половине высоты модельных деревьев. Если в исходных данных о подросте диаметры измерены на высоте 1,3 м, то требуется такие измерения диаметров преобразовать к значениям диаметров на высоте 0,5h.

Расчет объёмов стволов выполняется по сложной формуле срединного сечения путем моделирования относительных значений диаметров стволов на относительных высотах по уравнению (2) и конкретным измерениям высоты и диаметра на половине высоты стволов. При этом расчет абсолютных значений диаметров ствола по их относительным величинам ведется по формуле

$$d_{h_i} = \frac{d_{0.5h} \cdot Pd_{h_i}}{100},$$

где Pd_{h_i} – диаметр ствола на относительной высоте h_i, %.

В результате расчетов получаем значения объёма одного ствола по группам высот, диаметрам и породам.

Сравнение новых объёмных таблиц маломерных стволов ели проведено с имеющимися таблицами, приведенными в Общесоюзных нормативах для таксации лесов. В этом справочнике объёмы стволов даны в коре для молодняков по породам в зависимости от высоты и диаметра на высоте 1,3 м [4]. Поэтому для сравнения можем взять только показатели объёмов стволов при высоте 2,5 м и более.

Установлено, что относительная величина ошибки в определении объёмов стволов по новым и применяемым на производстве таблицам составляет от 0,9 до 42,5 %. Причем наименьшее расхождение наблюдается при диаметре 2 см. С увеличением высоты значение величины ошибки возрастает. Данное расхождение в объёмах обусловлено разным подходом к составлению объемных таблиц.

Список источников

1. Верхунов П М. Таксация леса / П.М. Верхунов, В.Л. Черных – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 306 с.

2. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков – Санкт-Петербург: Питер, 2011. – 656 с.

3. Мазуркин П.М., Колесникова А.А. Черных В.Л. Моделирование формы ствола деревьев // Тр. Междунар. симпозиума, Москва, 21-24 окт. 1996. – Москва: Изд-во МГУЛ, 1997. – С. 101-104.

4. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник/ Загреев В.В. и др. - Москва: Колос, 1992. - 494 с.

УДК 630*221.02

Комарова И.М.
Научные руководители: Закамский В.А., канд. с.-х. наук, доцент;
Мифтахов Т.Ф., главный лесничий УОЛ ПГТУ
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ ОБЪЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ В СПЕЛЫХ И СЛОЖНЫХ ПО СТРУКТУРЕ ЕСТЕСТВЕННО СФОРМИРОВАННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УОЛ ПГТУ

Аннотация. *В данной статье рассматривается вопрос создания учебно-демонстрационного объекта на территории УОЛ в брусничном типе леса.*

Ключевые слова: *длительно-постепенная рубка, сосняк брусничный, машинная технология заготовки.*

Длительно-постепенные рубки близки к сплошным с сохранением подроста и тонкомера, но отличаются от них большим числом и размером оставляемых деревьев, которые после рубки имеют сомкнутость древесного полога 0,3 и выше. Поэтому с последующей рубкой (вторым приемом) лесовод приходит раньше, чем после сплошной рубки. Необходимое условие - наличие в насаждении, кроме спелой и перестойной части древостоя, не менее 400-600 неспелых деревьев на 1 га, обладающих в данных условиях произрастания достаточной устойчивостью и за 30-40 лет доращивания достигающих эксплуатационных размеров. Интенсивность длительно-постепенной рубки составляет обычно 50-60 % по запасу. На сравнительно мелких почвах и при других условиях, снижающих устойчивость разреженных древостоев, интенсивность рубки уменьшается до 40- 50 %. Максимально допустимая площадь лесосек - до 25 га, однако при наличии факторов, снижающих устойчивость разреживаемых древостоев, ее уменьшают.

Также благодаря повышению объема хлыста, по сравнению со сплошной рубкой, производительность труда на лесосечных работах не снижается. От заготовки крупномерного леса выигрывают и заготовители, и деревообрабатывающие предприятия. При длительно-постепенной

рубке нет необходимости соблюдать срок примыкания, что снижает расходы на строительство дорог, несмотря на увеличение площади годичной лесосеки, длительно-постепенной рубки на 25-35%. [1]

Заготовка древесины в этом случае осуществляется в соответствии с лесохозяйственным регламентом лесничества, и проектом освоения лесов.

Объектом длительно-постепенных рубок в УОЛ могут быть: разновозрастные сосняки брусничные и лишайниковые при наличии в них более молодых деревьев тонкомерных ступеней толщины и подроста; смешанные разновозрастные сосново-березовые древостои черничных и кисличных типов с наличием приспевающего или средневозрастного поколений хвойных пород; разновозрастные сосняки брусничные с хорошо выраженной тонкомерной частью древостоя и подроста.

Задача: осуществить проектирование объекта на основе организации технологии длительно-постепенных рубок высокой (40-50%) интенсивности в насаждениях сосны при ориентации на сохранение более молодого поколения и появление естественного возобновления под пологом разреженного древостоя в свежих лесорастительных условиях (А2).

Предлагаемые рубки позволяют сохранить естественный древостой. По пространственному размещению он будут неравномерный и с доминированием в верхнем ярусе сосны. Как следствие сохранится более молодое поколение с наличием сосны, а под пологом оставленного насаждения появиться естественное возобновление подроста целевых пород, что позволит сократить срок выращивания спелой древесины.

Объект расположен на территории Учебно-опытного лесничества, Чернушкинского лесного участка. Рельеф волнистый. Тип лесорастительных условий – А2. Тип леса - Сбр. Древостой до проведения рубки имел следующую таксационную характеристику: состав 8С2С+Б, класс возраста 7, запас растущего леса по таксационному описанию 2285+571 м3/га, относительная полнота 0,5, бонитет II. Согласно данным последнего лесоустройства (2016 г) на участке запланированы сплошные рубки. Выполненные хозяйственные мероприятия: подсочка (год фактического завершения 1987).

Планируется использование технология валки деревьев харвестером, при трелевке сортиментов форвардером. Машины по своим техническим данным, должны обеспечивать возможность вырубки деревьев только при непосредственном подходе к каждому дереву, могут иметь ограниченное применение в технологиях длительно-постепенных рубок. Для прокладки криволинейных технологических коридоров, а также для выборочного удаления нежелательных деревьев в насаждениях с подро-

стом хозяйственно ценных пород и других ярусов ширина технологических коридоров, достаточная для осуществления выборочного удаления нежелательных деревьев, должна составлять 4-5 метров.

Очистка мест рубок от порубочных остатков должна проводится одновременно с рубкой лесных насаждений и трелевкой древесины. После проведения указанных работ допускается доочистка лесосек.

Очистка мест рубок осуществлялась комбинированно:

- укладкой порубочных остатков на волоки с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при трелевке;
- укладкой с измельчением и оставлением на перегнивание порубочных остатков на месте рубки.

Лесоводственно-таксационная характеристика пункта постоянного учета в качестве контроля при исследовании по методике биоиндикационной сети и в целях организации на первом этапе лесного мониторинга представлена в таблице 1.

Список источников

1. Побединский А.В. Рубки главного пользования / Побединский А.В. – М.: Лесная промышленность, 1980, стр 190.

2. Приказ Минприроды России от 01.12.2020 №993 (ред. от 17.10.2022) «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации».

УДК 504.53:630*1

Кухтенко Н.А., Гончаров Е.А.
Научный руководитель: Романов Е.М., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}CS И ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ЛУНИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Аннотация. *Представлены результаты анализа распределения техногенного радионуклида ^{137}Cs и естественных радионуклидов (^{40}K, ^{226}Ra, ^{232}Th) в верхнем горизонте лесных почв Лунинского лесничества Пензенской области.*

Ключевые слова: *радионуклид, цезий-137, калий-40, радий-226, торий-232.*

На лесных территориях Пензенской области наиболее сильному радиоактивному загрязнению подверглись Лунинское, Ахунское и Чаадаевское лесничества. Максимальные уровни загрязнения почвы ^{137}Cs отмечались в 25 кв. Верхне-Шкафтинского и 71 кв. Иссинского участковых лесничеств Лунинского лесничества [1].

Поэтому целью данной работы стало изучение влияния ландшафтных условий на распределение ^{137}Cs в почвах Лунинского лесничества.

Объектами исследований послужили лесные участки 25 кв. Верхне-Шкафтинского и 71 кв. Иссинского участковых лесничеств Лунинского лесничества.

Для 25 кв. Верхне-Шкафтинского участкового лесничества характерны слабоволнистые поверхности с западинами формами рельефа верхнего плато Приволжской возвышенности, сложенные элювиально-делювиальными образованиями палеогеновых песков и песчаников со светло-серыми и серыми лесными песчаными почвами под хвойными и хвойно-широколиственными лесами с доминированием в древесном ярусе сосны обыкновенной.

Для 71 кв. Иссинского участкового лесничества характерны слабоволнистые поверхности с западинами формами рельефа верхнего плато Приволжской возвышенности второй надпойменной террасы на средних, пологих и очень пологих склонах. Основная масса древесной растительности представлена осиной обыкновенной, а также липой сердце-

видной, сосной обыкновенной, дубом черешчатым. Почвы участка представляют собой выщелоченные среднегумусные среднемощные глинистые и тяжелосуглинистые пылеватые черноземы на покровных отложениях [2].

На лесных участках закладывались пробные площади, на которых описывалась растительность, почвы, отбирались послойные пробы почвы. В лаборатории выполнялись пробоподготовка и гамма-спектрометрического анализ почвенных образцов [3, 4].

Характеристика объектов исследования приведена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика пробных площадей

Лесничество, квартал	Рельеф	Растительность	ТЛУ	Почва
Верхне-Шкафтинское, кв. 25	Плакор, очень пологий склон (1°), высота над у. м. 280 м	Древостой: сосна, береза, липа, клен. Живой напочвенный покров: копытень, чина, сныть	$С_2$ (судубрава свежая)	Светло-серая лесная среднесуглинистая на покровных глинах
Иссинское, кв. 71	Плакор, очень пологий склон (2°), высота над у. м. 242 м	Древостой: осина, липа, дуб Живой напочвенный покров: сныть, разнотравье	$Д_2$ (дубрава свежая)	Черноземы выщелоченные среднегумусные среднемощные глинистые и тяжелосуглинистые

Результаты спектрометрических исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты спектрометрических измерений

Пробная площадь	Радионуклид	Удельная активность $А_{уд}$, Бк/кг		Запас радионуклида от общего содержания в слое 0-20 см, %		Для ^{137}Cs - плотность загрязнения, кБк/м^2 Для ЕРН – $А_{уд}$ слоя 0-20 см
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	
Верхне-Шкафтинское, кв. 25	^{137}Cs	284,4	16,7	93,4	6,6	27,9
	^{40}K	313,0	502,0	34,1	65,9	416,3
	^{226}Ra	39,8	22,8	59,2	40,8	30,5
	^{232}Th	13,5	29,3	27,7	72,3	22,1
Иссинское, кв. 71	^{137}Cs	448,2	97,9	76,4	23,6	57,8
	^{40}K	556,0	688,3	36,4	63,6	633,5
	^{226}Ra	10,4	19,1	27,9	72,1	15,5
	^{232}Th	25,7	25,5	41,6	58,4	25,6

Анализируя таблицу 2, можно сделать выводы:

1) техногенный радионуклид ^{137}Cs преобладает в верхнем 0-10 см слое почвы (93,4% в почвах Верхне-Шкафтинского и 76,4% - Иссинского лесничеств), что связано с аэральным поступлением радиоактивных осадков;

2) уровень техногенного загрязнения составляет соответственно 27,9 и 57,8 кБк/м^2, или 0,8 и 1,6 Ки/км^2; т.е. на участке Иссинского лесничества уровень загрязнения продолжает превышать установленный критерий относительно удовлетворительной экологической обстановки (1 Ки/км^2);

3) запас природных радионуклидов ^{40}K, ^{226}Ra, ^{232}Th по глубине в общем нарастает с увеличением содержани минеральной части почвы – с глубиной плотность почвы нарастает, а содержание природных радионуклидов соответствует минералогическому составу почвообразующей породы.

4) сравнение участков показывает различие почвообразующих пород: содержание калия в 1,5 раза выше на участке Иссинского лесничества, а радия – наоборот в 2 выше на участке Верхне-Шкафтинского лесничества.

Список источников

1. Гончаров Е.А. Особенности радиационного мониторинга лесных биогеоценозов Пензенской области : специальность 03.00.16 «Экология»: диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Гончаров Евгений Алексеевич; Марийский государственный технический университет. – Йошкар-Ола, 2007. – 236 с.;

2. Ямашкин А.А., Артемова С.Н., Новикова Л.А., Леонова Н.А., Алексеева Н. С. – Электронная ландшафтная карта Пензенской области / А.А. Ямашкин, С.Н. Артемова, Л.А. Новикова и др.// Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. - 2011. - № 25. - С. 665-673;

3. Методика выполнения гамма-спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов. М.: Рослесхоз, 1994. 16 с. 78;

4. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. 30 с.

УДК 630*

Рябинин А.А., Шабалин А.А.
Научный руководитель: Закамский В.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕСОПАРКА "СОСНОВАЯ РОЩА" г. ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. *В данной статье рассматривается вопрос о привлекательности, комфортности и устойчивости лесных насаждений (т.е. качестве рекреационных территорий) в местах массового отдыха для лесопарка «Сосновая роща».*

Ключевые слова: *рекреационная территория, лесопарк "Сосновая роща", качество мест рекреации.*

В настоящее время для жителей крупных населенных пунктов все больше возрастает значение леса как сферы отдыха. Общее число жителей г. Йошкар-Ола составляет 274 715 человек, что делает его одним из самых густонаселённых мест Республики Марий Эл. В связи с этим рекреационное использование лесов, находящихся в черте города, имеет важное практическое и социальное значение.

В связи с этим в основе современного рекреационного лесопользования стоит вопрос организации территории для комфортного отдыха населения совместно с сохранением стабильного состояния лесных массивов.

Цель - комплексная лесоводственно-рекреационная оценка лесной территории для разработки системы мероприятий осуществления рекреационной деятельности на территории ООПТ местного значения Сосновая роща города Йошкар-Ола.

Одно из направлений исследования расчет качества рекреационных территорий вдоль экологического маршрута. Основывается на расчете коэффициентов, позволяющих оценить привлекательность территории исследования (КП - коэффициент привлекательности), ее комфортность (КК - коэффициент комфортности), устойчивость к рекреационным нагрузкам (КУ- коэффициент устойчивости).

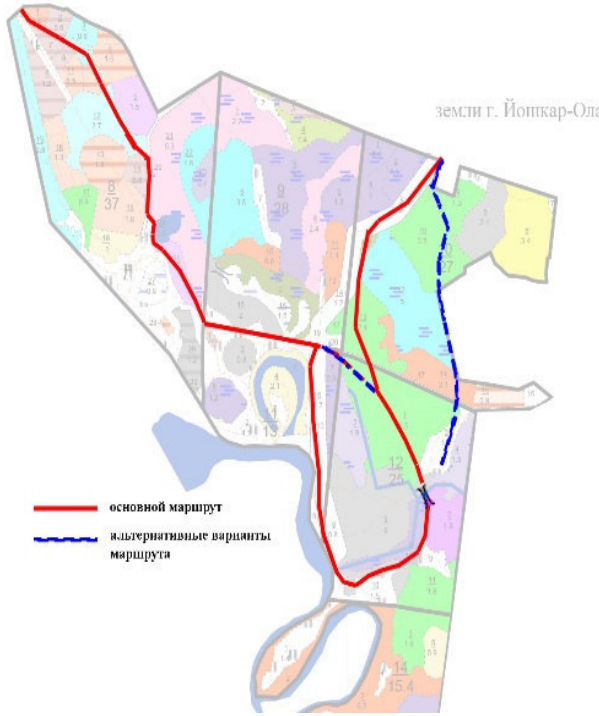


Рис. 1. Маршрут постоянного ежегодного рекреационного мониторинга

Показатели считаются по формуле: K=SB/SM;

где К - соответствующий коэффициент, SB- сумма баллов оцениваемого насаждения по группе показателей, SM- максимально возможная сумма баллов по группе показателей.

Таблица 1. Результаты оценки качества насаждений

	SB	SM	K	Среднее	Качество насаждения
Среднее по выделам, примыкающим к маршруту в квартале 8					
Привелекательность	27,26	40	0,68	0,5	Среднее
Комфортность	13,88	32	0,43		
Устойчивость	22,13	44	0,50		
Среднее по выделам, примыкающим к маршруту в квартале 10					
Привелекательность	27,83	40	0,7	0,56	Среднее
Комфортность	15,17	32	0,47		
Устойчивость	22,36	44	0,51		
Среднее по выделам, примыкающим к маршруту в квартале 12					
Привелекательность	27	40	0,68	0,62	высокое
Комфортность	19,25	32	0,60		
Устойчивость	25	44	0,57		

ВЫВОДЫ:

1. Оценивая рекреационный потенциал насаждений, была произведена оценка расчета качества рекреационных территорий. По средним значениям для кварталов 8, 10 и 12 оценка 0,5, 0,56 и 0,62 соответственно.

2. Таким образом лесные насаждения в лесопарке подходят для видов лесной рекреации, но существует необходимость в регулировании потока отдыхающих для сохранения устойчивости лесных экосистем посредством создания элементов благоустройства.

УДК 630*5

Федоров А.А., Черных Л.В.
Научный руководитель: Черных В.Л., д-р. с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ ХОДА РОСТА ДРЕВОСТОЕВ НА ПОЧВЕННО-ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

Аннотация. *Предложен подход к построению таблиц ходов роста на основе материалов массовой таксации по типам леса и математическим моделям.*

Ключевые слова: *класс бонитета, высота, диметр, возраст, запас, тип леса, ход роста.*

Введение. Существующие таблицы хода роста, ориентированные на идеальные лесные насаждения, не позволяют адекватно оценить динамику лесов в различных регионах. Использование таблиц, основанных на классах бонитета, приводит к упрощению картины развития леса и игнорированию разнообразия его структуры и продуктивности. Это существенно снижает точность прогнозирования таксационных показателей. Решением проблемы может стать разработка региональных таблиц хода роста, основанных на данных массовой таксации, сгруппированных по типам леса. Такой подход позволит создать более точные и надежные нормативы прогнозирования с минимальной случайной погрешностью.

Кроме того, многие исследователи ставят под сомнение методы установления общего текущего прироста, общей продуктивности и общего среднего прироста, принятые в существующих таблицах хода роста [1]. Имеющийся опыт показывает, что при прогнозировании запаса и текущего прироста наиболее целесообразно основываться на материалах инвентаризации лесов с применением математических моделей таблиц хода роста и текущего прироста [2, 3]. Таблицы хода роста, разработанные для конкретного региона по типам леса создадут основу для организации эффективного лесного хозяйства.

Цель работы направлена на определение количественных показателей роста и прироста запаса древесины для сосновых насаждений и составление таблиц ходов роста на почвенно-типологической основе.

Объектом исследования являются древостои сосны Чернушкинского лесного участка Учебно-опытного лесничества Куярского лесничества Республики Марий Эл.

Предметом исследования является выявление разницы между существующими таблицами ходов роста и таблицами, построенными на типологической основе.

Экспериментальный материал представляет собой выборочную совокупность объемом 1739 ед., которая характеризует динамику высот, диаметров и запасов древостоев сосны обыкновенной 2 класса бонитета по типам леса: сосняк майниково-брусничный (Смбр), брусничный (Сбр), лишайниково-мшистый (Слшм), майниково-черничный (Смчер) и черничный (Счер).

Интерпретация результатов. Для обобщения динамики роста таксационных показателей древостоев (высоты, диаметра и запаса) в различных типах леса использовался метод расчета средних значений этих показателей в зависимости от возраста. В качестве математической модели для выравнивания таксационных показателей по типам леса использовалась функция Э.М. Митчерлиха [3].

Исходными данными для сравнения расчетных значений высоты, диаметра и запас древостоев на 1 га послужили таблицы хода роста полных сосновых древостоев второго класса бонитета Среднего Поволжья [4].

В качестве иллюстрации рассмотрим динамику роста сосновых древостоев по высоте в различных типах леса (табл. 1).

Таблица 1. Динамика роста по высоте древостоев сосны 2 класса бонитета Учебно-опытного участкового лесничества Куярского лесничества Республики Марий Эл

Возраст, лет	Динамика роста по высоте					
	таблицы хода роста, 2-ой класс бонитета [4]	типы леса				
		Сбр	Слшм	Смбр	Смчер	Счер
10	2,5	3,6	2,9	2,8	2,9	4,3
20	6,2	7,6	6,6	6,6	6,7	8,4
30	9,9	11,1	10,2	10,3	10,5	11,9
40	13,4	14,3	13,4	13,7	13,9	15,0
50	16,3	17,0	16,2	16,7	16,8	17,6
60	18,9	19,3	18,6	19,2	19,3	19,9
70	20,9	21,3	20,7	21,3	21,5	21,7
80	22,7	23,0	22,5	23,1	23,2	23,3
90	24,1	24,4	24,0	24,6	24,7	24,6
100	25,2	25,6	25,3	25,9	26,0	25,7
110	26,1	26,5	26,3	26,9	27,0	26,7
120	26,8	27,4	27,2	27,7	27,8	27,5
130	27,4	28,1	27,9	28,4	28,5	28,1
140	27,9	28,6	28,5	29,0	29,0	28,7
150	28,3	29,1	29,0	29,4	29,5	29,1

Значительные расхождения в данных по высоте свидетельствуют об отличии фактических значений, рассчитанных по материалам массовой таксации от таблиц ходов роста. Несмотря на свою полезность, таблицы хода роста, состав-

ленные по классам бонитета, не являются универсальным инструментом для прогнозирования развития лесов. Они представляют собой обобщенную модель, которая не учитывает уникальные характеристики каждого конкретного древостоя и его местоположения, что ограничивает их точность и применимость.

Таблица 2. Среднеквадратические отклонения хода роста основных таксационных показателей древостоев сосны по типам леса от данных 2 класса бонитета [4]

Показатель	Среднеквадратические отклонения хода роста по типам леса, %				
	Сбр	Слшм	Смбр	Смчер	Счер
Высота	11.8	4.5	4.4	5.6	17.6
Диаметр	12.7	12.3	16.6	15.5	17.2
Запас 1 га	32.5	31.8	5.7	21.3	19.7

Вычислительный эксперимент по оценке сходства хода роста по высоте, диаметру и запасу древостоев сосны по типам леса по объекту исследований показал, что наибольшее среднеквадратические отклонение наблюдается по запасу в сосняках брусничниках, а наименьшее в сосняках майниково-брусничном (табл. 2). В целом по всем таксационным показателям различия в сходстве роста значительны.

Отметим, что критерием сходства исследуемых рядов по определенному показателю является среднеквадратическое отклонение, которое не должно быть больше 3,0 % и не более 6 % по отдельным точкам сравниваемых рядов.

Таким образом для составления местных моделей хода роста, перспективным подходом может служить математико-статистический способ, основанный на математических моделях и больших объемах данных производственной таксации по лесотаксационному району.

Выводы. Применение математико-статистических способа определения хода роста древостоев и текущего прироста открывает большие возможности для уточнения расчётов по использованию лесных ресурсов и сохранению лесов на региональном уровне. Результаты данной работы могут быть основой для разработки таблиц хода роста на почвенно-типологической основе.

Список источников

1. Современное направление лесоустройства/В.В. Антанайтис – Москва: лесная промышленность, 1977 – с. 107

2. Прирост леса/В.В. Антанайтис, В.В.Загреев – Москва: лесная промышленность, 1981 – с. 186

3. Таксация леса// В.Л. Черных, П.М. Верхунов – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 397 с.

4. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии (нормативно-справочные материалы)/ Федеральное агентство лесного хозяйства и международный институт прикладного системного анализа – Москва, 2008. – с. 162

УДК 630*522.31

Фомин А.С., Черных Л.В., Черных Д.В.
Научный руководитель: Черных В.Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРЯДОВ ВЫСОТ СФАГНОВЫХ СОСНЯКОВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *Изучены особенности взаимосвязи высот и диаметров деревьев в болотных сосняках Республики Марий Эл. Выявлены закономерности, на основе которых составлены таблицы разрядов высот для разработки объемных и сортиментных таблиц сфагновых сосняков.*

Ключевые слова: *сфагновые сосняки, низкопродуктивные насаждения, разряд высот.*

Введение. Древесная растительность, растущая на болотах обычно в промышленных масштабах, не используются человеком. Однако она играет важную роль в накоплении углерода и выполняет защитные функции. Отметим, что способность болот поглощать и хранить углерод напрямую зависит от типа и состояния лесной растительности, которая на них произрастает. Разные виды деревьев и их количество влияют на скорость и объём углеродного депонирования. Таксация заболоченных сфагновых древостоев проводится по объемным таблицам, которые составлены по разрядам высот. Таким образом, от правильности разработки шкалы разряда высот древостоев, произрастающих на болотах, напрямую зависит точность оценки количественных и качественные характеристик лесных насаждений [1].

Цель работы – разработка модели шкалы разрядов высот для таксации заболоченных сосняков Республики Марий Эл.

Объектом исследования являются сфагновые сосняки Республики Марий Эл, **предметом –** соотношение высот и диаметров деревьев сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris*) в сфагновых лесорастительных условиях Республики Марий Эл.

Экспериментальный материал представлен в виде массива характеристик модельных деревьев в количестве 268 штук, отобранных на 23 пробных площадках. Выборка модельных деревьев и закладка пробных площадей в сфагновых сосняках производились в

соответствии с ОСТ 56-69-83 на пробные площади лесоустроительные [1]. Обработка показателей каждого модельного дерева осуществлялась с помощью программы Proba99 (Информационные технологии в лесном хозяйстве: учеб. пособие /В. Л. Черных и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 141 с.), а поиск закономерностей и построение моделей роста велся с использованием программы STATISTICA [2].

Интерпретация результатов.

В ходе исследования первостепенное внимание было уделено выявлению зависимости между высотой и диаметром модельных деревьев. Для этого использована сигмоидная функция роста деревьев – уравнение Митчерлиха:

$$h = h_{max} \cdot [1 - \exp(-c_1 \cdot d_{1.3})]^{c_2},$$

где h – высота дерева, м;

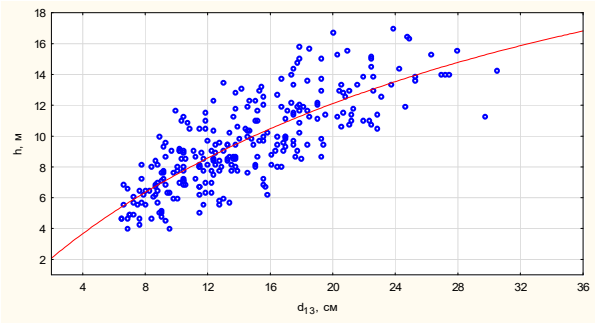
c_1 – параметр роста в высоту, ед.;

c_2 – параметр формы кривой, ед.;

$d_{1.3}$ – диаметр дерева на высоте 1,3 м, см;

h_{max} – асимптотическое значение высоты дерева, м;

Применение данного уравнения позволило достичь высокой степени корреляции таксационных показателей, равной 0,911.



Соотношение высот и диаметров деревьев в сфагновых сосняках Республики Марий Эл

Для построения шкалы классов высот использовался методический подход, предложенный И.И. Гусевым [3]. Данный подход представляет собой эффективный аналитический инструмент, позволяющий определять шкалы разрядов для разных видов древесных пород. При

этом сохраняются темпы прироста по высоте деревьев анализируемых экспериментальных данных.

В качестве базового показателя высоты выбран диаметр дерева на высоте 1,3 м, равный 12 см, принятый за единицу. Высота остальных ступеней рассчитана как доля от высоты базовой ступени толщины.

С помощью пересчета средних значений выровненных высот определены 2 разряда высот (5 и 5а) сфагновых сосняков Республики Марий Эл. Для 5 разряда высот базовая высота равна 10,1 м, а для 5а разряда – 7,1 м.

Числовые значения модельных высот по ступеням толщины и разрядам высот приведены в таблице.

Результаты расчета шкалы разрядов высот сфагновых сосняков Республики Марий Эл

Показатель	Высоты деревьев сосны по ступеням толщины (см)									
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Высота модельная, м	3,7	6,4	8,6	10,5	12,1	13,5	14,8	15,9	16,8	17,7
Относительная высота, ед.	0,43	0,74	1	1,22	1,41	1,57	1,72	1,85	1,95	2,06
5 разряд высот, м	4,3	7,5	10,1	12,3	14,2	15,9	17,4	18,7	19,7	20,8
5а разряд высот, м	3,1	5,3	7,1	8,7	10,0	11,1	12,2	13,1	13,9	14,6

Новая шкала разрядов высот, построенная по математической модели, и действующая шкала разрядов высот сосны европейской части России [4] имеют различия. При сравнении значений разрядов высот установлено, что среднеквадратический процент отклонений составил 7.2 % и 11.0 % для 5 и 5а разрядов высот, соответственно.

Стоит подчеркнуть, что в действующих таблицах предельное значение диаметра для деревьев 5а разряда высот составляет 32 см. В то же время обновленные таблицы не предусматривают каких-либо ограничений, касающихся диаметра ствола.

Действующие объемные таблицы начинают свой отсчет с диаметра на высоте 1,3 метра равном 8 см. В новых таблицах минимальный

диаметр равен 4 см, что позволяет дать более точную оценку объемных характеристик маломерных стволов сфагновых сосняков.

Выводы. На основе экспериментальных данных, полученных по материалам таксации пробных площадей, заложенных в сфагновых сосняках Республики Марий Эл, разработаны математическая модель соотношения высот и диаметров деревьев и шкала разрядов высот.

Новая шкала разрядов высот является основой для разработки местных сортиментных и товарных таблиц для таксации сфагновых сосняков Республики Марий Эл.

Список источников

1. Верхунов П.М. Таксация леса / П.М. Верхунов, В.Л. Черных – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 306 с.

2. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков – Санкт-Петербург: Питер, 2011. – 656 с.

3. Гусев И.И. Методика построения шкалы разрядов высот // Известия вузов. Лесной журнал. 1971. № 6. С. 137–138.

4. Сортиментные и товарные таблицы для лесов центральных и южных районов европейской части РСФСР / Гослесхоз СССР, МЛХ РСФСР, ВНИИЛМ. – М., 1987. – 128 с.

УДК 630*231

Цветкова Д.Э.
Научный руководитель: Домрачева З. Н. канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ

Аннотация. *В статье представлен литературный обзор и анализ эффективности естественного лесовосстановления лиственницы сибирской после пожаров. Установлено, что после пожаров лиственница сибирская самостоятельно может восстановиться, без искусственного вмешательства.*

Ключевые слова: *лесные пожары, лиственница сибирская, естественное лесовосстановление, гари.*

Пожары оказывают многогранное влияние на лесные биогеоценозы, уничтожая органический слой почвы, вызывая ее сильную эрозию и загрязняя атмосферу продуктами горения и являются одним из наиболее мощных экологических факторов. Лесные пожары являются первопричиной многих проблем, одной из главных проблем является самовосстановление лесов. После сильного пожара лес восстанавливался в течение длительного времени [5]

Цель исследования – оценка эффективности естественного лесовосстановления лиственницы сибирской после пожаров путем литературного обзора статей и докладов.

Арефьеф С.П. в своей работы писал, что биоценозы на всех обследованных гарях неоднократно подвергались действию пожаров, но при этом сохранили свои позиции в качестве лесных и редколесных сообществ. Начальный этап послепожарного восстановления лиственничных лесов и редколесий характеризуется вегетативным и семенным возобновлением березы. На старых гарях в составе подроста преобладают хвойные виды деревьев. В смешанных насаждениях сосна возобновляется успешнее лиственницы, что приводит к постепенной смене лиственничников сосняками. При наличии семенных деревьев кедра сибирского он принимает активное участие в лесовозобновлении. Подавляющая часть подроста на старых гарях жизнеспособна. [1]

Матвеева Т.А. в своей работе установила, что сильные и средние по силе пожары положительно влияют на заселение самосевом пройден-

ных огнем площадей, ослабляя уровень корневой конкуренции в растительном ценозе. Слабый огонь не трансформирует фитоценотические факторы, действующие в насаждении, и не оказывает благоприятного воздействия на процесс послепожарного возобновления лесообразующей породы [3].

В работе Зыряновой О. А. рассматриваются особенности послепожарной трансформации лиственничных экосистем криолитозоны, анализируется влияние пожаров на лесообразовательный процесс. Показано, что пожары, предопределяющие соответствующую цикличность в развитии лесных экосистем, создают на гарях благоприятные условия для появления и формирования новых поколений леса. Установлено, что микрорельеф оказывает значительное влияние на пространственную дифференциацию микроэкологических условий, характер восстановления нижних ярусов лесной растительности и естественного возобновления лиственницы [2].

Матвеев А.М, Матвеев П.М, Бакшеева Е.О, Ерохина З.В. выявили следующее: как на равнине, так и в горных условиях после пожаров слабой силы число подроста лиственницы увеличивается, по сравнению с его допожарным количеством. При этом породный состав послепожарного подроста полностью соответствует составу родительского древостоя. Послепожарное возобновление древостоев лиственницы сибирской зеленомошной, разнотравной и кустарничково-моховой групп типов леса, произрастающих в равнинных условиях низменностей и плоскогорий улучшается, если пожар произошел в урожайный, либо предшествующий хорошему урожаю год. При этом количество послепожарного подроста увеличивается с возрастанием силы пожара при условии, что размер гари, образовавшейся в результате сильного пожара, не является препятствием для обсеменения ее поверхности от стен леса. Практически достаточное обсеменение гари семенами лиственницы возможно лишь на участках, удаленных от стен леса до 100 м в направлении господствующих ветров. Если же площадь гари превышает указанные размеры, то она, как правило возобновляется за счет листопадных пород и, в основном, березы. В лиственничниках лишайниковых количество послепожарного подроста также увеличивается по сравнению с его числом до пожара, однако превалирования березы в его составе обычно не наблюдается. В лиственничниках сфагновых возобновление несколько улучшается только после слабых пожаров. Горение более высокой интенсивности, вызывающее массовую гибель деревьев, не приводит к усилению возобновления лиственницы. В древостоях лишайниковой, разнотравной и зеленомошной групп типов леса, произ-

растающих на склонах южных экспозиций, послепожарное возобновление имеет сходный характер и отличается лишь несколько меньшим количеством послепожарного подроста, чем на ровных участках [4].

На основании изучения вышеизложенного материала и приведенных результатов исследований, можно сделать вывод о том, что после пожаров лиственница сибирская самостоятельно возобновляется в лесах. На некоторых участках показатели подроста и всходов значительно выше после пожаров, так как ослабляется уровень конкуренции, а сама лиственница сибирская хорошо адаптируется к жизненным условиям.

Список источников

1. Арефьев С.П. Периодичность пожаров и естественное возобновление светлохвойных лесов и редколесий в Надымском районе Ямало-Ненецкого автономного округа / С.П. Арефьев, М.Н. Казанцева // Сибирский лесной журнал. – 2020. – № 1. – С. 3-15. – DOI 10.15372/SJFS20200101. – EDN ZQXFNN.

2. Зырянова О.А. Влияние пожаров на лесообразовательный процесс в лиственничных лесах севера Сибири / О.А. Зырянова, А.П. Абаимов, Т.Л. Чихачева // Лесоведение. – 2008. – № 1. – С. 3-10. – EDN IBWYNL.

3. Матвеева Т.А. Влияние огня на сохранность почвенного запаса семян сосны и лиственницы / Т.А. Матвеева // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – Т. 38, № 3-4. – С. 102-106. – EDN ARMXSC.

4. Матвеев А.М. Особенности послепожарного возобновления в среднетаежных лиственничниках Красноярского края / А.М. Матвеев, П.М. Матвеев, Е.О. Бакшеева, З.В. Ерохина // Хвойные бореальной зоны. – 2003. – Т. 21, № 1. – С. 10-14. – EDN JVDUTR.

5. Разгонова А.С. Экологическая роль лесных пожаров / А.С. Разгонова // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 12–13 октября 2023 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 397-398. – EDN FXVSPW.

УДК 630.624.3

Черных Л.В., Черных Д.В., Фёдоров А.А.
Научный руководитель: Черных В.Л., д-р. с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

КРИТЕРИИ НАЗНАЧЕНИЯ РУБОК ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ

***Аннотация**. Выполнен анализ нормативных документов, регулирующих назначение рубок ухода, сохранения, обновления и единичных деревьев. Предложены критерии назначения рубок переформирования при проектировании мероприятий по сохранению лесов.*

***Ключевые слова:** лесоустройство, сохранение лесов, проектирование, лесохозяйственные мероприятия, рубки ухода, рубки переформирования.*

Введение. Планирование лесохозяйственных мероприятий, направленных на сохранение лесов, осуществляется в процессе лесоустройства [1]. Критерии для назначения рубок ухода на территории всей страны имеются только для осветлений, прочисток, прореживаний и проходных рубок. Отметим, что для некоторых лесных районов разработаны критерии назначения рубок переформирования, а такие рубки, как сохранения, обновления, рубка единичных деревьев, хотя и упоминаются в Правилах ухода за лесом [2], но из-за отсутствия чётких требований к их назначению и выполнению при лесоустройстве не назначаются. Таким образом, отсутствие полного комплекса мероприятий по сохранению лесов объекта лесоустройства приводит к качественной деградации лесного фонда и неиспользованию потенциала естественного возобновления теневыносливых хвойных древесных пород.

Цель работы – разработать критерии назначения рубок переформирования при лесоустройстве.

Объектом исследования является база данных 2022-2024 годов лесоустройства лесных участков Нижегородской области в южно-таежном и хвойно-широколиственном районах европейской части Российской Федерации, переданных для использования с целью заготовки древесины на площади 30775 га. **Предмет исследования** – объемы рубок ухода в проектах мероприятий по сохранению лесов.

Интерпретация результатов. На исследуемом лесном участке лесные насаждения занимают 97 % всей площади земель и представлены основными лесообразующими породами всех групп возраста. Здесь осуществлены мероприятия, назначенные по материалам лесоустройства, проведенного методом классов возраста. Таксация лесных насаж-

дений выполнялась по 1 разряду глазомерно-измерительным способом в период с 2022 по 2024 год. По результатам таксации лесных насаждений сформирована атрибутивная и картографическая база данных в среде AISPOL [3]. Материалы лесоустройства включены в Государственный лесной реестр в виде цифровой базы данных ФГИС ЛК. Все проекты мероприятий по сохранению лесов прошли согласования в профильных отделах Министерства лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области, а также в Департаменте лесного хозяйства по Приволжскому федеральному округу.

Следует подчеркнуть, что ни в одном из лесотаксационных выделов, согласно утвержденным проектам мероприятий по сохранению лесов, не предусматривалось проведение рубок, направленных на сохранение, обновление, переформирование и реконструкцию лесных насаждений, а также ландшафтных рубок и выборочных рубок деревьев. Такая специфика в назначении мероприятий по сохранению лесов обусловлена рядом факторов, в частности отсутствием этих видов уходов в действующих лесохозяйственных регламентах, а также четких критериев их назначений в Правилах ухода за лесом.

Практически все типы рубок, за исключением рубок переформирования, могут быть заменены выборочными рубками в спелых и перестойных лесных насаждениях при условии их включения в проект освоения лесов.

Повышение продуктивности древостоев в лиственных насаждениях с преобладанием мягколиственных пород может осуществляться посредством рубки переформирования, назначение которых может проводиться по косвенным признакам, указывающим на величину полноты древостоя и наличие подроста хвойных пород.

Целью таких рубок является коренное изменение видового состава леса и создание благоприятных условий для роста ценных древесных пород, перечисленных в пунктах 55-60 Правил ухода за лесами. На основании указанных пунктов предлагаются критерии отбора участков для проведения рубок переформирования (см. таблицу).

Анализ экспериментального лесного участка с использованием предложенного алгоритма и критериев назначения лесохозяйственных мероприятий выявил потребность в проведении рубок переформирования на территории в 480 га. Общий объем древесины, подлежащей изъятию в рамках данных мероприятий, оценивается в 38 тыс. м^3.

В Нижегородской области всего 60 млн м^3 приспевающих мягколиственных насаждений [4]. Если интерполировать наши данные на указанный объем, то в рубках переформирования нуждается из них каждый пятый гектар (21,5 %) со средней выборкой 8 % запаса всех приспевающих мягколиственных насаждений. То есть потенциал рубок переформирования может составлять за ревизионный период 4,8 млн м^3, что составляет 11.4 %

от общего потенциального объема заготовки древесины Нижегородской области [4].

Критерии назначения рубок Переформирования лесных насаждений (ПРФ) в приспевающих мягколиственных насаждениях

Критерии назначения	Эксплуатационные			Защитные
	1 прием	2 приема	3-4 приема	
Относительная полнота	0,6 и менее	более 0,6	0,6 и более	0.8 и более
Наличие угнетенного яруса и (или) подроста при густоте 2 тыс. шт/га и более	+	+	+/-	+
Участие хвойных и (или) твердолиственных пород в составе верхнего яруса ед.	2 и менее	2 и менее	3-4	4 и менее
Объем выборки верхнего яруса, %	90-100	50-60	25-30	до полноты 0.7

В заключение отметим, что установление чётких критериев для проведения мероприятий по уходу за лесами в зависимости от их возраста (приспевающие, спелые, перестойные) обеспечит разработку качественного проекта по сохранению лесов. Это, в свою очередь, повысит эффективность ведения лесного хозяйства и позволит не только формировать ценные лесные насаждения, но и сохранять многофункциональную роль лесов, включая их водоохранную, санитарно-гигиеническую и другие важные функции.

Список источников

1. Приказ Минприроды России от 29.03.2018 № 122 (ред. от 12.05.2020) «Об утверждении Лесоустроительной инструкции».

2. Приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 534 «Об утверждении Правил ухода за лесами».

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020612490 Российская Федерация. Автоматизированная обработка лесоустроительной информации AISPOL: № 2019667371: заявл. 19.12.2019: опубл. 25.02.2020 / Д. В. Черных, Л. В. Черных, В. Л. Черных; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Марлеспроект». – EDN SXZFIC.

4. Указ Губернатора Нижегородской области от 26.02.2024 № 21 об утверждении изменений в Лесной план Нижегородской области, утвержденный Указом Губернатора Нижегородской области от 27 декабря 2018 г. № 179.

УДК 539.376

Шерстнева К.В.
Научный руководитель: Закамский В.А., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСНОЙ РЕКРЕАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШЕЦАРЕВЩИНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *В современную эпоху на человеческий организм оказывается все большее пагубное воздействие от ежедневно развивающего технологического процесса и урбанизации, именно поэтому отдых на природе набирает все большую популярность у населения. Вследствие чего природные территории подвергаются повышенной рекреационной нагрузке, значительно страдают лесные массивы расположенные недалеко от больших городов и крупных населенных пунктов. Периодическое присутствие и деятельность огромных масс отдыхающих вызывает в природном комплексе ряд конфигураций, приводящих к рекреационной дигрессии.*

Ключевые слова: *рекреация, дигрессия, деградация, благоустройство.*

В 2023 году была произведена лесоводственно-рекреационная оценка территории лесного фонда Большецаревщинского участкового лесничества Красноярского лесничества Самарской области, прилегающей к особо охраняемой территории «Царевщинское озеро».

Планируется проведение повторного мониторинга изучаемой ранее территории, для оценки потенциала лесной рекреации.

Для достижения поставленной цели, планируется провести камеральные и натурные работы по лесоводственно-рекреационной оценке компонентов леса Большецаревщинского участкового лесничества Красноярского лесничества.

В связи с тем, что рекреационное лесопользование и его последствия очень многообразны, существуют множество школ и методик по его изучению.

Мной были подобраны несколько более ёмко характеризующих степень рекреационного воздействия показателей. При выборе ориентировалась на то, чтобы объём собранных сведений был достаточным для гарантии точности результатов.

Рекреационная оценка лесной территории проводится согласно – Стандарта отрасли ОСТ 56-100-95 "Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы" (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. № 114) [1].

В ходе исследования планируется определить группы ландшафтов, провести их классификацию по шкале групп и типов ландшафта ВО «Леспроект» [1]. При определении типа ландшафта учитываются закрытые, полуоткрытые и открытые ландшафты.

Эстетическая оценка участка проводится с учетом: положения территории на местности, влажность почвы, проходимость; размер и конфигурация участка; живописность опушек и местности, окружающих открытые пространства; наличие и качество единичных или небольших групп деревьев и кустарников и характер их размещения; качество травяного и мохового покрова; размер и конфигурация водоемов, характер их берегов и окружающей растительности, доступность водной поверхности для отдыхающих, санитарное состояние водоема и возможность его использования для отдыха и купания.

Санитарно-гигиеническая оценка имеет в своей характеристике три класса оценки, дается в результате периодических наблюдений за санитарным состоянием участка.

Класс биологической устойчивости определялся на покрытых лесной растительностью землях и несомкнувшихся лесных культурах. Преобладание 1 класса биологической устойчивости показывает, что лесные насаждения имеют хорошее качество роста и развития с хорошо развитым напочвенным покровом.

Оценка проходимости и просматриваемости ландшафтного участка проводиться во всех категориях земель, кроме рек, ручьёв, водоёмов и земель линейного протяжения.

Руководствуясь ОСТ 56-69-93 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки» [2] на всех участках необходимо заложить безразмерные пробные площади. Согласно Наставлениям по отводу и таксации лесосек (1993) методом сплошного перечета провести таксацию участков по установленным ступеням толщины древостоев в пределах каждого яруса.

Бессистемное, хаотическое использование природных ландшафтов для отдыха, отсутствие элементов благоустройства приводит к нарушению напочвенного покрова, разрушению почвы, загрязнению лесной среды и общему распаду лесных сообществ (лесного фитоценоза). Благоустройство территории – единственный цивилизованный рычаг, позволяющий свести до минимума отрицательное воздействие человека на природу.

Лесная среда, если она предварительно не подготовлена для рекреации, начинает разрушаться при нагрузке свыше 10 чел/га. Поэтому размещаемые по функциональным зонам объекты рекреационного назначения должны иметь площади, позволяющие обеспечить полноценный отдых без нарушения природной среды.

Так же на каждой пробной площади транссектным методом, основанным на измерении протяженности вытоптанной до минерального горизонта поверхности почвы на ходовых линиях, равномерно охватывающих обследуемый участок, и определении отношения площади, вытоптанной до минерального горизонта поверхности напочвенного покрова к общей площади участка через отношение протяженности вытоптанной до грунта поверхности к общей длине ходовых линий [1]. Изучение видового состава основывается на определении доли групп видов, доли участия видов с разной устойчивостью к рекреационному воздействию, изменения жизненных форм.

Лесной фонд Красноярского лесничества по данным от 01.01.2025 года имеет общую площадь 35501 гектаров. Под аренду, безвозмездное и бессрочное пользования переданы участки общей площадью – 12860,8 га, в том числе для осуществления рекреационной деятельности – 201,6 га.

В Красноярском лесничестве имеются особо охраняемые природные территории, общая площадь которых – 1649,5 гектара.

На территориях ООПТ запрещается (не допускается) деятельность, влекущая за собой нарушение сохранности памятника природы, при этом зачастую, данные территории не благоустроенны, но имеют особую популярность у населения.

Нерегулируемое рекреационное лесопользование истощает природную среду, особенно неблагоустроенные их территории, что ставит под угрозу дальнейшее использование лесов для отдыха. Именно поэтому, необходимо регулярно проводить оценку лесных участков наиболее подверженных рекреации, и своевременно проводить мероприятия по недопущению деградации лесной среды под воздействием антропогенных факторов.

Список источников

1. ОСТ 56-100-95 "Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы" (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. № 114).

2. ОСТ 56-69-93 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки».

УДК 630.62

Янаева Д.А., Харламов И.А.
Научный руководитель: Закамский В.А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ДОБРОВОЛЬНО-ВЫБОРОЧНЫМ РУБКАМ В СПЕЛЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЛЕКСА МАШИН

Аннотация. *В статье рассматриваются основные варианты проведения добровольно-выборочной рубки.*

Ключевые слова: *добровольно-выборочная рубка, харвестер, форвардер.*

Анализируя данные объемов рубок в УОЛ ПГТУ за последние 5 лет, можно сделать вывод, что добровольно - выборочные рубки в Учебно-Опытном участковом лесничестве актуальны. Так как за последние года объемы заготовки растут, например, в 2021 году было вырублено 2722 м3, а уже в 2022 году 4204м3 древесины

Главной задачей добровольно выборочных рубок, в конкретном случае изучаемых насаждений направлены на выборку спелых и перестойных частей древостоев, создания благоприятных условий для ускоренного восстановления запасов древесины, сохранения разновозрастной структуры древостоев, их устойчивости.

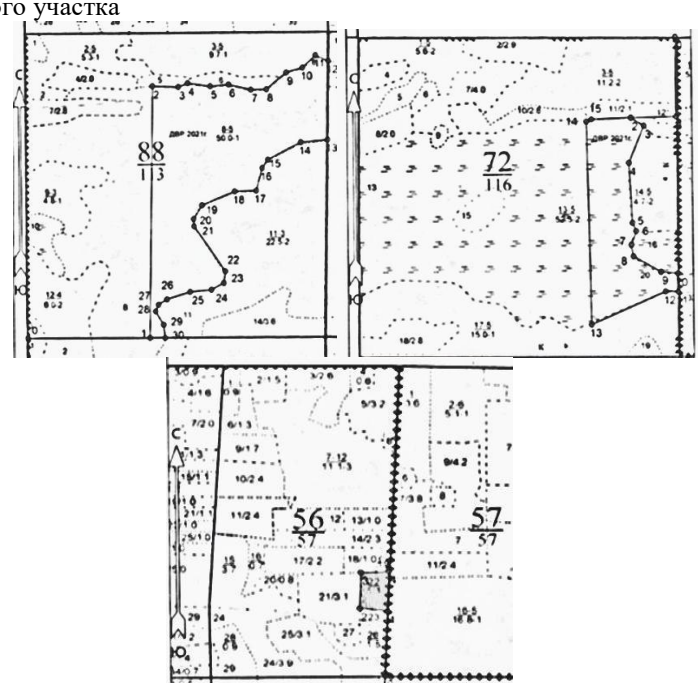
Цель исследования заключается в лесоводственной оценке добровольно-выборочных рубок в сосновых древостоях в условиях на относительно богатых и бедных почвах и совершенствование технологии их проведения.

Для достижения поставленной цели решались следующие

Задачи:

- Изучение структуры таксационных показателей спелых и перестойных сосновых насаждений до и после осуществления рубок.
- Сравнение технологических процессов при лесоводственном установлении технологии проведения добровольно-выборочных рубок.

Объекты исследований квартал 88 выдел 8, квартал 72 выдел 13 Чернушкинского лесного участка, и квартал 56 выдел 22 Нолькинского лесного участка



Сравниваемые технологии заготовки древесины:

А). Базовый вариант:

1.Рубка деревьев харвестером с одновременной обрезкой сучьев, раскряжёвкой на сортименты и пакетированием, трелевкой сортиментов форвардером.

Б). Проектные варианты:

2. Рубка с использованием бензиноматорных пил на валке деревьев, обрезке сучьев и раскряжевке хлыста на сортименты и трелевкой их на форвардере;

3. Рубка с использованием бензиноматорных пил на валке деревьев обрезке сучьев на месте, трелевкой хлыстов тракторам канатно-чокерной установкой и раскряжевке хлыста на погрузочной площадке.

Основные лесоводственно-таксационные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Лесоводственно-таксационные показатели сравниваемых естественно сформированных объектов по типам леса на гарях 2021 года

№п/п	Квартал/ выдел	Площадь, га	ТЛ/ТЛУ	Состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота	Запас, $м^3$/га	Ср. высота, м	Ср. диаметр, см	Назначено мероприятие
1	88/8	27,9	См.чер./В	8С2Б	90,70	I	0,7	320 64	26 26	24 24	ДВР 25%
2	72/13	11,18	$С_{дм}$/ $А_2$	10С+Б	90 90	II	0,7	310	25 24	28 26	ДВР 25%
3	56/22	1,1	Смбр/$В_2$	9С 1Б	105 105	I	0,7	370 37	30 28	36 30	ДВР 20%

Выводы: По результатам исследования под влиянием добровольно выборочной рубкой изменилась таксационная характеристика древостоя, произошло его омоложение, повысились лесоводственные показатели насаждения, наибольшее число деревьев на пробных площадях приходится на ступени толщины 24см.,28см. и 32 см.

При проведении ДВР на территории Учебно-Опытного участкового лесничества скандинавская технология имеет положительные результаты. Но также возможен вариант использования сортиментной технологии заготовки.

Однако, при проведении ДВР целесообразнее использовать скандинавскую технологию заготовки древесины, так как она способствует повышению производительности труда 50,9 человеко-дней 3,5 раза меньше, чем при удмуртской узко пасечной технологии, хоть и является самой затратной 3 538 000 рублей обеспечивает лучшую сохранность насаждений, позволяет организовать прямую доставку древесины потребителям, снижает себестоимость продукции и трудозатраты.

Секция «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 674.8

Бахарева Е.В.
Научный руководитель: Микрюкова Е. В. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ВИДЕ ВЕТОК

Аннотация. *Произведен обзор способов рационального использования древесных отходов в виде веток путем получения различных видов продукции.*

Ключевые слова: *древесные отходы, ветки деревьев, гофрированный кровельный материал, кормовые добавки, полуцеллюлоза, теплоизоляционный материал.*

Ежедневно при валке леса образуется огромное количество древесных отходов, одним из видов которых являются ветки деревьев. В год таких отходов образуется около 12 млн тонн [1]. Часто от таких отходов избавляются путем сжигания.

На самом деле ветки деревьев представляют собой уникальный источник ценного сырья. Их химический состав, богатый целлюлозой, лигнином, гемицеллюлозой и другими органическими соединениями, открывает множество возможностей для использования в различных отраслях промышленности и позволяет получить функциональные материалы. Например, гофрированный кровельный материал, изготавливаемый из измельченных сучьев, вершин и ветвей [2]. Изобретение описывает способ производства гофрированного кровельного материала из отходов лесозаготовок путем измельчения, смешивания древесных отходов с лигнофенольноформальдегидной смолой и прессования под давлением при температуре 145-150°С.

Ветки деревьев являются ценным ресурсом в производстве корма для скота, предоставляя не только питательные вещества, но и разнообразие в рационе животных. Использование древесных веток, таких как ива, тополь или береза, позволяет эффективно утилизировать отходы лесозаготовок и садоводства, превращая их в кормовые добавки [3]. Эти ветки богаты клетчаткой, витаминами и минералами, что способствует улучшению пищеварения и общего состояния здоровья животных.

Также ветки березы и осины используют для получения полуцеллюлозы биосульфитным способом, применяемой в производстве картона.

Особенность материалов из полуцеллюлозы – высокие показатели механической прочности [4].

Современные экологические проблемы и необходимость устойчивого развития требуют поиска новых способов переработки древесных отходов. Один из перспективных подходов заключается в превращении веток деревьев в ценные компоненты, которые могут быть использованы при изготовлении теплоизоляционного материала, основы облицовочного и отделочного материала [5]. Способ получения плит из веток и сучьев включает укладку лесосечных отходов влажностью 25% послойно с 90-градусным смещением. Плиты прессуются при температуре 155-170°C, а затем кондиционируются. Этот метод позволяет значительно уменьшить токсичность готовых плит.

Анализ способов использования древесных отходов в виде веток деревьев, демонстрирует их значительный потенциал как альтернативного сырья в различных отраслях промышленности. Вместо традиционных методов утилизации, таких как сжигание, существует возможность переработки этих отходов в ценные материалы и продукты. Наиболее перспективными на наш взгляд способами переработки лесосечных отходов в виде веток является химическая переработка и изготовление плитных материалов. Таким образом, рациональное использование древесных отходов не только снижает экологическую нагрузку, но и открывает новые возможности для устойчивого развития различных секторов экономики.

Список источников

1. Чернышов С. Полный лес отходов [Текст] / Чернышов С.// Лесной комплекс . – 2014. – № 3. – С. 22-25.

2. Способ изготовления гофрированного кровельного материала Патент N 150354 Советский Союз. МПК D21J3/12(1995.01).. N 763587/29-14,: заявл. 1962.02.06: опубл. 1969.09.30/ Грибанов И.И., Качелкин Л.И., Ковтун В.К., Редкокаша Д.В., Черезова В.М..

3. Эрнст Л.К. Кормовые продукты из отходов леса / Эрнст Л.К., Науменко З.М., Ладинская С.И. – Москва: Лесная промышленность, 1982. – 168 с.

4. Хакимова Ф.Х. Отходы лесозаготовок - сырье для волокнистых полуфабрикатов производства картона / Хакимова Ф.Х., Носкова О.А. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2017. – № 3. – С. 128-142.

5. Способ изготовления плит из растительного сырья. Патент N 1838094 Советский Союз. МПК B27N 3/04(2006.01), B27N 3/02(2006.01). N 4838256,: заявл. 1990.04.04: опубл. 1993.08.30/ Патякин В.И., Шмелев В.И., Долгобородов Г.Н., Долганов В.М., Липман Д.Н..

УДК 674.078

Белоусова М.А.
Научный руководитель: Ефимов А.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ СПИЛОВ ДРЕВЕСИНЫ В ДЕКОРЕ

Аннотация. *Рассматриваются различные способы декорирования деталей и изделий из спилов древесины.*

Ключевые слова: *спил древесины, декор.*

Загородный дом - место, которое ассоциируется с покоем и уютом. Именно поэтому большинство жителей городов стремятся на выходные выехать на природу, насладиться хорошей погодой и общением с семьей. И немаловажную роль в создании такой атмосферы играет декор помещения. Натуральные материалы, которые традиционно используются для строительства и отделки дач, положительно влияют на психологическое состояние человека, действуют на него умиротворяюще [1].

Оптимальным вариантом для начинающих дизайнеров станут древесные спилы.

Спилы дерева - это поперечные срезы бревна или ствола дерева, которые могут использоваться в качестве декора. Их уникальная структура и текстура делают каждый спил неповторимым [2].

Некоторые варианты применения спилов в декоре:

Столешницы и подставки. Спилы подходят для создания уникальных столешниц для кофейных или журнальных столиков.

Настенные панели и декор. Нестандартные панели из спилов дерева могут стать изюминкой комнаты. Например, их можно применять для акцентной стены в гостиной или спальне.

Мебель. Из спилов дерева можно делать даже мебель. Например, журнальный столик из больших спилов с красивой текстурой - это настоящий элемент искусства, который будет центром внимания в любом интерьере.

Подставки и декоры. Одно из самых простых, но эффектных применений - это деревянные подставки. Они могут использоваться под чашки, вазы, свечи и другие мелочи.

Рамки и зеркала. Создавая рамки для фотографий или зеркала из спилов дерева, можно добавить своему интерьеру нотки естественности и индивидуальности.

Светильники. Светильники с элементами из дерева привнесут в дом мягкий, естественный свет. Это могут быть настольные лампы с подставками из спилов или подвесные светильники, декорированные деревянными элементами.

Современная деревянная отделка – это не просто способ отделки интерьера, а целая философия, объединяющая традиции ремесленного мастерства с передовыми технологиями. Натуральное дерево, благодаря своей уникальной текстуре, естественным оттенкам и неповторимой прочности, способно преобразить любое помещение, добавить ему тепла, уюта и индивидуальности.

Выбирая качественные изделия из натурального дерева, вы инвестируете в долговечность и эстетическую выразительность вашего интерьера. Прочные, экологически чистые и устойчивые к времени материалы создают пространство, в котором каждая деталь имеет значение. Современные технологии обработки позволяют добиться невиданной ранее точности и сложности декоративных элементов, а ручной труд мастеров придает изделиям уникальный характер, сохраняя душу ремёсла.

Использование спилов дерева в декоре - это не только дань моде на экологичность, но и возможность проявить свою творческую натуру.

Я в очередной раз убеждаюсь, что дерево красиво само по себе. Нет лучшего художника, чем сама природа!

Для создания элементов декора и мебели из спилов дерева необходимо немного свободного времени и чуточку фантазии. Реализуйте свои самые необычные идеи.

Список источников

1. Ветошкин Ю.И., Газеев М.В., Цой Ю.И. Специальные виды отделки: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 129 с.

2. Глинкин М.С. Декоративные работы по дереву - М.: Лесн. промсть, 1987-208с.

УДК 674.8

Головина А.В.
Научный руководитель: Микрюкова Е.В. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Аннотация. *Произведен обзор способов использования гидролизного лигнина для получения различных древесных материалов.*

Ключевые слова: *гидролизный лигнин, композиционные древесные материалы, наполнитель, связующее.*

Лигнин – это ароматический компонент древесины. После удаления из лигнина экстрактивных веществ и полного гидролиза углеводной части, получается в виде не растворимого остатка. Массовая доля лигнина в древесине хвойных пород составляет в среднем 28…30 %, а в древесине лиственных пород – 18…24 % [1]. Являясь отходом целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, большая часть лигнина просто утилизируется виде нерастворимого остатка.

Гидролизный лигнин может быть использован в сельском хозяйстве при производстве удобрений в растениеводстве и как кормовая добавка в животноводстве. В настоящее время существуют методы использования гидролизного лигнина как одного из компонентов для изготовления различных композиционных материалов. Он в композиционных древесных материалах используется как в качестве наполнителя, так и в качестве связующего компонента.

Как наполнитель гидролизный лигнин совместно с древесной мукой может применяться в производстве древесных пластиков без использования связующих композитов. Полученный материал для внутренней отделки помещений. Оптимальное содержание лигнина 40-60% [2].

Другим направлением является использование лигнина как связующего для производства древесных композитов на полностью биологической основе. Даже несмотря на то, что гидролизный лигнин обладает менее эффективными связующими свойствами по сравнению с фенолформальдегидными смолами, он может быть использован для производства топливных брикетов или древесных плитных материалов [3].

Известен способ получения пресс-композиции из гидролизного лигнина и измельченной древесины путем их активации водным раствором гидрата окиси аммония, далее смешивания с карбомидоформальдегидной смолой и прессования при температуре 180°С. Полученные брикеты имеют повышенную прочность и низкое водопоглощение [4].

Проанализировав способы использования гидролизного лигнина можно сделать вывод, что этот отход целлюлозно-бумажной промышленности обладает значительным потенциалом как экологичное сырье при производстве различных древесных композиционных материалов.

Список источников

1. Архилин М.А. Синтез магнитовосприимчивых адсорбентов на основе гидролизного лигнина: специальность 05.21.03 "Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Архилин Михаил Анатольевич, 2020. – 146 с.

2. Влияние содержания гидролизного лигнина на показатели отделочного материала на основе пластика без связующего / А.В. Артемов, А.В. Вураско, А.С. Ершова, В.Г. Бурындин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 245. – С. 293-307.

3. Использование химически модифицированных гидролизных лигнинов в качестве связующих при получении древесных композитов / И.Г. Судакова, Ю.Ю. Гаврилов, О.Ю. Фетисова, Б.Н. Кузнецов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 518-528.

4. Патент № 2111990 C1 Российская Федерация, МПК C08L 97/02, C08H 5/04. Способ получения пресс-композиции на основе гидролизного лигнина: № 96106520/04 : заявл. 03.04.1996 : опубл. 27.05.1998 / С. П. Горбач ; заявитель Пензенский технологический институт.

УДК 674.815

Кротова В.И.
Научный руководитель: Микрюкова Е. В. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМИНИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Аннотация. *Представлены результаты испытаний физико-механических свойств ламинированных древесно-стружечных плит.*

Ключевые слова: *ламинированная древесностружечная плита, плотность, предел прочности при изгибе.*

В настоящее время производители корпусной мебели сталкиваются с такой проблемой, что древесно-стружечные плиты приходят от поставщиков не той плотности и прочности которою они ожидали получить. Предприниматели часто с этим сталкиваются, это приводит к тому, что при сборке изделий из материалов со свойствами, не соответствующими требований ГОСТа, на выходе может получиться некачественное изделие. Это может проявляться в том, что элементы изделия не выдерживают заявленную нагрузку, либо изделие возможно будет собрать только один раз, плохо будут удерживаться крепежные элементы, что приведет к преждевременному разрушению и сокращению сроков эксплуатации. Потребителям изделий мебели такое конечно не понравится и это приведет к убыткам мебельных фабрик.

Основными физико-механическими свойствами, влияющими на эксплуатационные характеристики плит ЛДСтП и в дальнейшем изделий мебели, являются плотность и предел прочности при изгибе.

Цель исследования: определить плотность и предел прочности плит ЛДСтП на изгиб.

Для исследований были взяты образцы ЛДСтП толщиной 16 мм размерами 100х100мм от производителя ООО «Сыктывкарский фанерный комбинат» в отделке «Дуб выбеленный». Для замера размеров образцов использовали штангенциркуль с ценой деления 0,01 мм, а для определения массы образцов электронные весы, с погрешностью 0,01 г.

Плотность определяли по формуле:

$$\rho = \frac{m}{lbh},$$

где: m – масса образца, кг; l,b,h – соответственно длина, ширина и толщина образца, м.

Средняя плотность образцов составила 706,7 кг/м^3, что соответствует ГОСТ 32289-2013 «Плиты древесно-стружечные, облицованные

пленками на основе термореактивных полимеров. Технические условия», согласно которого плотность должна находиться в пределах от 550 кг/м^3 до 820 кг/м^3.

Для определения предела прочности при изгибе были взяты образцы плит ЛДСтП толщиной 16 мм и размерами 50х250 мм.

Расчет предела прочности при изгибе $\sigma_{изг}$ производили по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

где P – разрушающая нагрузка, Н; L – расстояние между опорами, мм; b, h – соответственно ширина и толщина образца, мм.

Процесс испытания и его результаты показаны на рисунке.

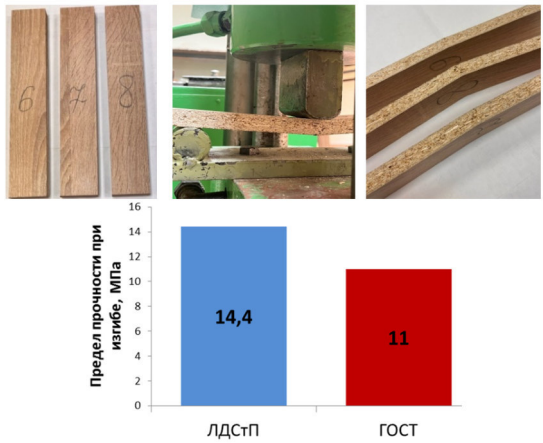


Рис. Определение предела прочности ЛДСтП при изгибе

В соответствии с ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия» предел прочности при изгибе у древесностружечных плит толщиной от 13 до 20 мм должен составлять не менее 11 МПа. По результатам испытаний мы видим что, предел прочности образцов плиты ЛДСтП составил 14,44 МПа, что соответствует ГОСТу.

Таким образом, ламинированные древесно-стружечные плиты, производимые предприятием ООО «Сыктывкарский фанерный комбинат» по показателям плотности и пределу прочности при изгибе соответствуют стандартам, что может гарантировать производителю качественный материал для изготовления мебели, а потребителю высокое качество изделий (при условии соблюдения технологий изготовления), с которыми не возникнет проблем при эксплуатации.

УДК 676.264

Лагунович Д.О., Малашенко А.Д., Бакунович Д.Д.
Научный руководитель: Гордейко С.А., кандт. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АКРИЛОВЫХ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫХ ЛАКОВ НА СВОЙСТВА БУМАЖНО-СМОЛЯНОЙ ПЛЕНКИ

Аннотация. *Изготовлены образцы бумажно-смоляной пленки (далее БСмП) с финишным покрытием, в качестве которого выступили водоэмульсионные акриловые лаки, а также проведено сравнение качественных характеристик полученных лабораторных БСмП с промышленными образцами. Установлена тенденция снижения явления адгезии БСмП к древесно-стружечным плитам (далее ДСтП), подвергаемым облицовке, в зависимости от срока хранения пленок. В результате проведенных исследований было установлено, что применение финишного покрытия акриловыми лаками в технологии производства БСмП позволяет снизить расход дорогостоящей меламиноформальдегидной смолы (далее МФС) без снижения эксплуатационных свойств готового изделия.*

Ключевые слова: *бумажно-смоляная пленка, адгезия, карбамидоформальдегидная смола, меламиноформальдегидная смола, акриловый лак, финишное покрытие, водорастворимая фракция, влажность, эксплуатационные характеристики.*

БСмП являются основным сырьем при производстве ламинированных древесностружечных плит (далее ЛДСтП). Рассматриваемая задача разработки альтернативных технологий изготовления БСмП является актуальной в связи с необходимостью снижения расхода, либо замены используемой в технологическом процессе дорогостоящей МФС, стоимость которой составляет 25–35% от стоимости готовой продукции.

Одной из целей исследования являлось изготовление образцов БСмП с финишным покрытием акриловыми водоэмульсионными лаками BravaAcryl 41 и BravaAcryl 48 с эффектами матового и глянцевого покрытий. Содержание сухих веществ исследуемых лаков составляет 27 и 30% соответственно (ТУ РБ 06075370.004-98), а у пропиточного состава на основе МФС – 50%.

Для придания БСмП финиш-эффекта в лабораторных условиях были проведены следующие операции:

– пропитка бумаги-основы пропиточным составом на основе КФС;

– сушка образца при температуре 110 °С в течение 1 минуты;

– нанесение на поверхность образца покрывающего агента в виде водоэмульсионных акриловых лаков и пропиточного состава на основе МФС;

– сушка полученного образца БСмП при температуре 110 °С в течение 2 минут.

В таблице 1 представлены характеристики полученных образцов БСмП с финишным покрытием. Каждый вид покрытия был нанесен на 8 образцов, в таблице представлены средние значения показателей.

Таблица 1 – Характеристики образцом БСмП с финиш-эффектом

Показатель	Вид покрывающего агента			
	Пропиточный состав на основе МФС	Brava Acryl 41 (глянец)	Brava Acryl 41 (матовый)	Brava Acryl 48
Массовый расход пропиточного состава на основе КФС, г/м^2	104,70	110,58	108,44	110,58
Содержание абсолютно сухого КФС, %	26,05	29,23	28,67	26,29
Массовый расход покрывающего агента, г/м^2	36,86	43,80	44,87	72,12
Общее содержание абсолютно сухих КФС и покрывающего агента, %	67,64	63,92	63,55	74,87
Влажность, %	5,89	5,45	4,73	5,38

Проанализировав таблицу, можно сделать вывод, что расход КФС достаточно стабилен и его отклонение от среднего составляет $\pm$1,63%. Значение влажности готового изделия находится в допустимых значениях и малое отклонение результатов ($\pm$0,47%) свидетельствует о верно подобранных параметрах сушки.

В рамках исследования было определено содержание водорастворимой фракции в лабораторных образцах БСмП по методике, описанной в источнике [1]. Измерение данного показателя проводились в три этапа: сразу же после изготовления образцов пленки, а также через 1,5 и 2,5 месяца. Тенденция изменения содержания водорастворимой фракции при хранении БСмП с финиш-эффектом представлена на рисунке 1. Для промышленных образцов БСмП содержание водорастворимой фракции составляет 25 – 35%.

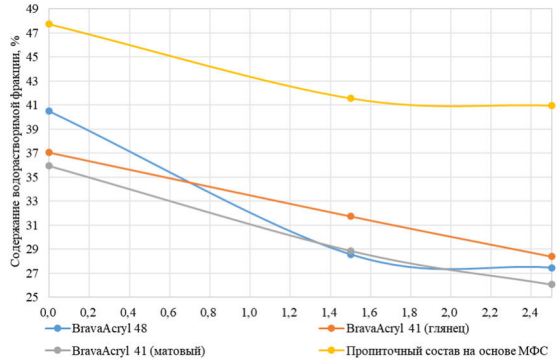


Рис. 1. Тенденция изменения содержания водорастворимой фракции при хранении БСмП с финиш-эффектом

Как видно из рисунка 1 изменение содержание водорастворимой фракции образцов БСмП составило 15 – 30% от начального содержания. По полученным результатам можно сделать вывод, что в случае финишного покрытия на основе МФС основное изменение водорастворимой фракции происходит в течение первого месяца, а в случае покрытия акриловыми водоэмульсионными лаками изменение этого показателя имеет постоянный характер в течении изученного времени (до 2,5 месяца).

Следующим этапом исследования было изготовленные в лабораторных условиях ЛДСтП с образцами БСмП с финишным покрытием исследуемыми водоэмульсионными лаками и МФС, а также промышленными образцами БСмП. У полученных ЛДСтП были определены основные эксплуатационные характеристики: прочность при царапанье, истирании, стойкость к воздействию бытовых жидкостей и табачному дыму, термостойкость. Прочность к истиранию наждачной бумагой зернистостью Р120 для образцов с финишными покрытиями исследуемыми лаками составила 142 сошлифовки до появления просвета подложки, а для образца ЛДСтП с промышленной БСмП – 150 сошлифовок. Таким образом полученные лабораторные образцы ЛДСтП соответствуют требованиям, предъявляемым к эксплуатационным свойствам по перечисленным выше показателям, что свидетельствует о целесообразности замены МФС на финишное покрытие акриловыми водоэмульсионными лаками.

Список источников

1. Никитин А.А., Тришин С.П. Технология отделки плитных материалов. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие, – М.:ФГБОУ ВПО МГУЛ. – 176 с.

УДК 684.4

Луконина А.С.
Научный руководитель: Микрюкова Е. В. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБЗОР ВИДОВ МЕБЕЛИ ДЛЯ КОШЕК

Аннотация. *В статье рассмотрены виды мебели для кошек. Проведен обзор материалов для изготовления комфортной мебели.*

Ключевые слова: *Мебель для кошек, лежанки, когтеточки, домики, игровые комплексы.*

Домашний питомец – кошка ведет самостоятельный образ жизни, важным аспектом в её жизни является наличие своей территории, где она чувствует себя в безопасности и может, есть, спать, играть и проводить время с другими питомцами [2]. Создание комфортной обстановки для кошек включают в себя разные элементы, среди которых особенно выделяются следующие виды мебели: лежанки, домики, когтеточки, игровые комплексы.

Лежанки – это уютные уголки для отдыха, которые обеспечивают питомцу хороший сон [1]. Они обычно изготавливаются из древесины (например, береза или сосна) или древесно-стружечной плиты (ДСтП), что обеспечит прочность конструкции лежанки. Для обивки чаще всего используется мягкие и приятные на ощупь ткани, такие как хлопок и велюр. Этот материал можно легко чистить, что способствует комфорту кошки. Для обеспечения мягкости используют синтепон, ватин, пенополиуретан (поролон), который помещают между обивкой и основой. Также лежанки могут быть изготовлены исключительно из мягких элементов и обивки.

Когтеточка – это идеальный выбор для хозяев, стремящихся создать комфортное условия для своих питомцев. Они не только способствуют поддержанию здоровья когтей кошки, но и помогают избежать повреждения мебели. Материалом для изготовления когтеточки чаще всего являются полимерные трубы (для основы), это создает прочность и устойчивость. В качестве покрытия используют натуральное волокно, такие как сизаль и джут. Эти материалы прекрасно подходят для точки когтей, так как они прочные. Кроме этого существуют когтеточки, изго-

товленные из картона. Они дешевле, но имеют ограниченный срок службы.

Домики для домашнего животного – это уютное укрытия, где питомец сможет спокойно насладится прекрасным сном. Они изготовляются из таких материалов как древесины, древесно-стружечная плита (ДСтП), фанеры, для создания прочной и легкой конструкции домика. В качестве мягкой подстилки используют поролон, он хорошо амортизирует и поддерживает форму. Так же хорошим вариантом для мягкости могут быть использованы флисовые накладки, что добавляет дополнительный слой мягкости и тепла [1].

Игровые комплексы для кошек служат в качестве важного элемента физической активности. Они изготовляются из тех же материалов, что и домики с когтеточками. Для обивки используют мягкий плюш, материалом для обивки столбиков служит сизаль.

В заключение, создание комфортной мебели для домашних кошек — это важный шаг к обеспечению их благополучия и счастья. Удобные лежанки, когтеточки, домики и игровые комплексы не только создают уютные уголки для отдыха и игр, но и способствуют здоровью питомцев, позволяя им поддерживать свои когти и иметь собственное безопасное пространство. Заботливые хозяева могут существенно улучшить качество жизни своих пушистых друзей, обеспечивая им необходимые условия для комфорта и защиты, что, в свою очередь, сделает их дом более гармоничным и уютным для всех его обитателей.

Список источников

1. Лагун Д. Анализ спроса на лежанки для домашних питомцев / Д. Лагун, Е.Л. Зимина // Материалы докладов 57-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов: в двух томах, Витебск, 18–19 апреля 2024 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2024. – С. 106-109.

2. Габуева Л.В. Социальное поведение кошек в современном мире / Л.В. Габуева // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета "Студенческая наука - агропромышленному комплексу": Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета, Владикавказ, 04–05 апреля 2019 года. Том 56/3. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2019. – С. 217-218.

УДК 625.852

Отев К.С.
Ухтинский государственный технический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО - ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗИМНИХ ЛЕСНЫХ ДОРОГ С ПРОДЛЕННЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

Аннотация. *В статье рассматривается проблема повышения транспортно-эксплуатационных характеристик зимних лесных дорог. Предложена новая методика, основанная на применении нейронечетких сетей, для улучшения этих показателей за счет использования измельченной древесины. Разработан обобщенный показатель транспортно-эксплуатационного состояния, учитывающий, как прочностные, так и эксплуатационные параметры дорожного покрытия.*

Ключевые слова*: зимние лесные дороги, коэффициент сцепления, динамический модуль упругости, древесная щепа.*

Общеизвестно, что зимой использование лесоэксплуатационных территорий осложняется проблемами транспортной доступности из-за их удаленности от дорожно-строительных предприятий. Исследования в области технологии лесных дорог преимущественно ограничиваются летним периодом, в то время как зимние дороги остаются недостаточно изученными. Зимняя эксплуатация, в основном, сводится к ликвидации снежного покрова или его снегоочистке, и отсутствуют обоснования для оценок зимних дорожных покрытий и требований к их строительству [1].

С целью снижения затрат на строительство и эксплуатацию зимних лесных дорог предложено использовать различные эксплуатационные материалы для обработки дорожных покрытий. Исследования показали, что применение измельченной древесины может улучшить сцепление и прочность зимних покрытий, а пересмотр технологий строительства может расширить срок их эксплуатации.

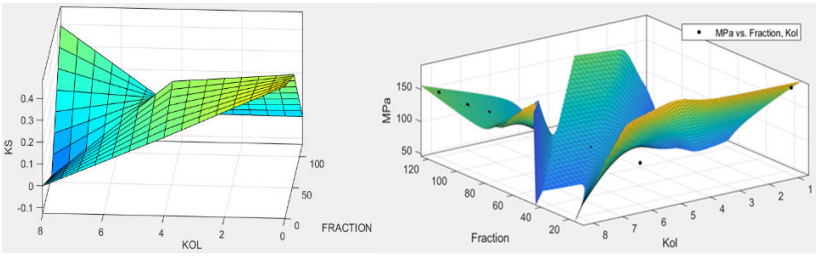
В процессе строительства и эксплуатации лесных дорог из снега необходимо учитывать воздействие различных факторов, включая дорожно-климатические, организационные, технологические и физико-механические свойства покрытия. Для оценки влияния организационно-технологических решений на эксплуатационные показатели зимних дорог требуется инструментальное обследование, в рамках которого измеряются такие параметры, как глубина снега, толщина покрытия, плот-

ность и прочность дорожного покрытия, коэффициент сцепления и температура воздуха [2]. В проведенных исследованиях оценка зимних дорожных покрытий осуществлялась по двум основным критериям: прочностные показатели (модуль динамического прогиба) и эксплуатационные (коэффициент сцепления) с дорожным покрытием. Эти параметры зависят от плотности, размера частиц армирующего материала и температуры окружающей среды.

В ходе опытно-экспериментальных исследований были определены ключевые прочностные показатели и коэффициенты сцепления зимних дорожных покрытий лесных дорог. Прочностные показатели измерялись с помощью электронного динамического плотномера ZFG-3000-10 GPS, а коэффициент сцепления устанавливался с использованием прибора ППК-МАДИ ВНИИБД. Параметры исследований варьировались от свежевыпавшего снега до снежно-ледяных образований, включая разные составы щепы, методы формирования слоя древесного материала и влияние температуры окружающей среды.

Для анализа полученных данных с учетом их неопределенности была предложена модель нейронечеткой продукционной сети ANFIS на базе нечеткой логики и разработанная в среде MATLAB [3]. Для моделирования сформированы обучающие выборки для оценки транспортно-эксплуатационных показателей зимних лесных дорог по критерию коэффициента сцепления.

Графические зависимости изменения динамического прогиба и коэффициента сцепления с зимними дорожными покрытиями представлены на рисунке 1.



а) б)

Рис. 1. Графическая интерпретация изменения коэффициента сцепления и динамического прогиба зимнего дорожного покрытия от плотности распределения щепы и размера частиц измельченной древесины
а –коэффициент сцепления при минус 10 ^{0}C; б –модуль динамического прогиба при минус 10 ^{0}C

В исследовании были зафиксированы участки зимнего дорожного покрытия с одинаковыми показателями прочности и коэффициента сцепления, но различным содержанием измельченной древесины. При выборе коэффициента сцепления и динамического модуля упругости возникла сложность, так как задача по улучшению эксплуатационных характеристик зимних лесных дорог оказалась многопараметрической и неопределенной. Это сделало стандартные методы анализа неприменимыми. Вместо этого предложен метод формирования обобщенного показателя, который представляет собой сумму частных показателей. Для анализа вклада каждого частного показателя используются весовые коэффициенты, сумма которых равна единице. Эти коэффициенты определяются на основе экспериментальных данных.

Таким образом, разработка методов повышения транспортно-эксплуатационных показателей зимних дорожных покрытий лесных дорог представляет собой сложную задачу с множеством взаимосвязанных факторов и неопределенностью данных. Традиционные методы не позволяют адекватно описать влияние физико-механических свойств зимних покрытий на их прочность и сцепление.

Исследования показали, что коэффициенты сцепления зависят от типа измельченного древесного материала и его плотности распределения. Произведены измерения прочности зимних покрытий с использованием динамических методов, выявлены зависимости динамических прогибов и модулей прогибов. Разработан обобщенный показатель транспортно-эксплуатационного состояния, основанный на коэффициенте сцепления и динамическом прогибе.

Список источников

1. Кручинин И.Н. Транспортная инфраструктура лесов / И.Н. Кручинин // Учеб. пособие. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2022. – 134 с.

2. Лабыкин А.А. Разработка требований к уплотненному снежному покрову зимних лесных дорог // А.А. Лабыкин, И.Н. Кручинин, Э.Р. Ахтямов. - Деревообрабатывающая промышленность. – 2023. - № 2. – С.10 - 19.

3. MATLAB® & Simulink® Release Notes for R2014a. - URL: http://www.mathworks.com.

УДК 674.214

Сарычев А.Н.
Научный руководитель: Микрюкова Е. В. канд. техн. наук., доцент
Поволжский государственный технологический университет

МНОГОСЛОЙНЫЕ КЛЕЕНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. *Произведен обзор многослойных клееных материалов на основе древесины.*

Ключевые слова: *клееный брус, древесные материалы, древесная кора.*

Древесина и древесные материалы, такие как фанера, древесностружечные и древесноволокнистые плиты, являются одними из основных для изготовления столярно-строительных изделий. Для снижения расхода материалов и улучшения физико-механических характеристик готовой продукции применяют склеивание древесных материалов. Рассмотрим некоторые древесные материалы, получаемые путем склеивания нескольких видов материалов.

Известен способ получения многослойного клееного стенового бруса, состоящего из трех склеенных между собой слоев древесины, выполненных из лиственницы, сосны и ели. Толщина бруса в целом и ламелей каждой породы определяется требуемыми расчетными прочностными и теплофизическими характеристиками по нагрузкам и характеристикам климатического района строительства. Слои в этом виде бруса располагаются таким образом, чтобы значения плотности и коэффициента теплопроводности убывали по направлению от внутреннего, максимально плотного слоя к наружному с наименьшей плотностью при этом обеспечивая нормальный процесс тепломассопереноса и требуемые расчетные значения сопротивления теплопередачи [1].

Недостатком данного метода являются различия в плотности и теплопроводности слоёв. Многослойный клеёный брус, а именно наружные слои с более низкой плотностью древесины, может подвергаться деформациям под воздействием температуры и влажности, если не учтены все особенности климатических условий строительства.

Другой известные способ изготовления многослойного древесного материала заключается в склеивании наружных слоев из древесных плитных материалов и внутреннего слоев из спрессованной древесной коры. Для изготовления наружных слоев используют листовые или плитные древесные материалы (шпон, древесный щит, фанера, древес-

ностружечная или древесноволокнистая плита и пр.), а для изготовления внутреннего слоя может использоваться древесная кора одной породы или смеси пород. Использование древесной коры во внутреннем слое материала позволит повысить тепло- и звукоизоляционные свойства материала, а также повысить степень комплексного использования древесных ресурсов [2].

Клееный деревянный брус может быть изготовлен из склеенных по пласти деревянных пластин. Наружные слои бруса изготавливаются из древесины твердых пород, таких как лиственница, дуб, ясень, а внутренняя (внутренние) слой или слои из пород низкой плотности, например сосна, ель, пихта. Суммарная толщина наружных слоев бруса составляет 0,04-0,7 от его толщины, а толщина каждого слоя в отдельности не менее 5 мм. Такая конструкция бруса позволяет улучшить его прочностные характеристики [3].

Еще одна конструкция клееного трехслойного бруса выполнена из двух наружных слоев и одного внутреннего слоя. В качестве наружных слоев используются пиломатериалы, а в качестве внутреннего слоя теплоизоляционная древесноволокнистая плита. Склеивание наружных слоев с внутренним производится при помощи полиуретановой смолы. Достоинства такого бруса в его низкой теплопроводности [4].

Новые решения в области конструкций многослойных клееных древесных материалов позволяют расширить ассортимент выпускаемой продукции и в зависимости от требований заказчика использовать оптимальный для каждой задачи вариант многослойного материала.

Список источников

1. Патент на полезную модель № 165965 U1 Российская Федерация, МПК E04C 3/14. многослойный клееный стеновой брус: № 2016123590/03: заявл. 14.06.2016: опубл. 10.11.2016 / А.Н. Макаров, П.Н. Муреев, В.Г. Котлов; заявитель ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет".

2. Патент № 2796684 C1 Российская Федерация, МПК B27N 3/00, B32B 21/00. Способ изготовления многослойного древесного материала: № 2022118272: заявл. 05.07.2022: опубл. 29.05.2023 / Е.В. Микрюкова, Е.С. Шарапов, Э.А. Кириллова; заявитель ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет".

3. Патент № 2168594 C1 Российская Федерация, МПК E04C 3/14. клееный деревянный элемент: № 99127538/03: заявл. 29.12.1999: опубл. 10.06.2001 / Д. В. Орлов.

4. Седов А.Н. Трехслойный профилированный брус для малоэтажного строительства/ А.Н. Седов// Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 4(38). – С. 243-247.

УДК 674.8

Северюхин Д.А.
Научный руководитель: Краснова В.Ф. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПИЛКОБЕТОН ИЗ СУХОСТОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. *В статье рассмотрены физико-механические свойства композиционных материалов из здоровой и сухостойной древесины пихты.*

Ключевые слова: *древесные композиционные материалы, пихта, опилкобетон.*

На сегодняшний день особенно остро встала проблема усыхания больших площадей лесов. Сухостойный лес мешает росту новых деревьев и способствует размножению и распространению вредителей. Зачастую такая древесина не рассматривается как ликвидный материал, а просто сжигается, ввиду своей низкой рентабельности и сложности в обработке.

Производство композиционных материалов является универсальным и совершенным с точки зрения возможностей использования и переработки сырьевых ресурсов, поскольку имеется возможность переработки широкого спектра сырья различных размеров и сортов [1].

Целью данной работы является изучение и определение физико-механических свойств опилкобетона с использованием в качестве органического наполнителя – опилок из здоровой и сухостойной древесины пихты. Задачей исследования является изучение влияния вида наполнителя на прочность при сжатии и плотность опилкобетона.

Технические характеристики опилкобетона определены требованиями ГОСТ 54854-2011 «Бетоны легкие на органических заполнителях растительного происхождения» технические условия [2]. ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него». Общие технические условия [3].

В данной работе изготавливался теплоизоляционный опилкобетон марки М-10 – для строительства одноэтажного дома, плотностью 600-700 кг/м^3, средний коэффициент теплопроводности 0,2-0,22 Вт/(м·°С) фракционный состав и объемные пропорции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав опилкобетона по вариантам

Марка опилкобетона	Материалы на 1 м^3 опилкобетона, кг				
	цемент марки 400	известь гашеная	песок	опилки	вода
М10	100	100	200	200	330

Для определения прочности при сжатии и плотности было изготовлено 2 партии образцов (из здоровой и сухостойной древесины пихты) по 5 блоков опилкобетона в каждой.

Среднюю плотность образцов устанавливали по ГОСТ 12730.1 [4].

Определение прочности на сжатие проводилось на разрывной машине Р-10 по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [5].

Исследования показали, что средняя плотность образцов, изготовлен-ных их опилок здоровой древесины пихты составляет 656,8±7,21 кг/м^3, средняя прочность на сжатие – 1,06 МПа, что соответствует заявленной марке теплоизоляционного опилкобетона М10; а у образцов, изготовленных из опилок сухостойной древесины средняя плотность – 838±16,4 кг/м^3, средняя прочность на сжатие – 0,89 МПа.

Результаты исследований о возможности использования сухостойной древесины в качестве сырья для производства опилкобетона показали, что изготовленные образцы с применением в качестве наполнителя опилок из сухостойной древесины, соответствуют требованиям прочности для опилкобетона марки М5 по ГОСТ 19222-2019 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия».

Список источников

1. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов / Р.Г. Сафин, В.В. Степанов, Э.Р. Хайруллина, А.А. Гайнуллина, Т.О. Степанова// Вестник Казанского технологического университета.– 2014.– № 21, Т. 20.– с. 123-128.

2. ГОСТ Р 54854-2011 Бетоны легкие на органических заполнителях растительного происхождения. Технические условия.–М. Стандартинформ.– 2012.– 20 с.

3. ГОСТ 19222-84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия.– Гос. комитет СССР по делам строительства. – М. – 21 с.

4. ГОСТ 12730.1 – 2020. Бетоны. Методы определения плотности. Издание официальное. : М. Стандартинформ.– 2020.– 12 с.

5. ГОСТ 10180 – 2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 30 с.

УДК 674.059

Семенов И.А.
Научный руководитель: Ефимов А.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПОДБОР РЕЖИМА РЕЗКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛАЗЕРНОМ СТАНКЕ

Аннотация. *Представлены зависимости глубины резания от мощности лазерного излучателя и скорости перемещения лазерного луча при резке фанеры толщиной 4 мм.*

Ключевые слова: *режимы лазерного резания, лазерная резка древесных материалов.*

Лазерный станки CO_2 уже успели завоевать рынок благодаря своей универсальности. С их помощью можно выпускать практически любую продукцию, ограничиваясь лишь фантазией. При этом перечень материалов для резки и гравировки на лазерном станке по-настоящему широкий: фанера, дерево, МДФ и прочее [1].

Такое разнообразие впечатляет, но как правильно подобрать параметры лазерного станка в зависимости от мощности трубки, типа и толщины выбранного материала?

Основной проблемой применения данного метода обработки в деревообрабатывающей промышленности и декоративно-прикладном искусстве является отсутствие научно обоснованной информации о режимах лазерного резания, поэтому встречаются изделия, выполненные в режиме, не пригодном для древесных материалов. В связи с чем изделия имеют низкие эстетические показатели. Причиной тому могут быть либо низкая мощность излучения, либо слишком высокая скорость резания. В результате применения не соответствующих материалу режимов обработки снижается качество обработанной поверхности: обработка лазером происходит не полностью, и требуется повторение операции лазерного резания или, напротив, происходит сильный ожог, обугливание и даже возгорание кромок реза из-за высокой мощности излучения [2].

Объект исследования - процесс лазерного резания фанеры толщиной 4 мм.

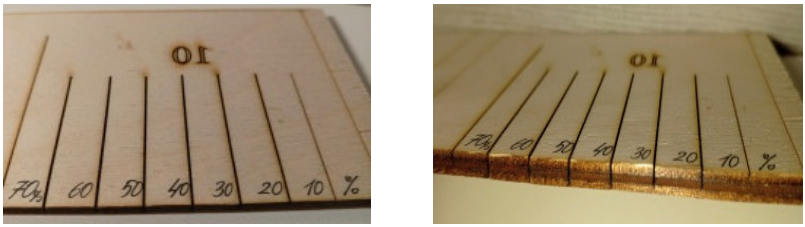
Цель исследования - нахождение зависимости глубины резания от мощности лазерного излучателя и скорости перемещения лазерного луча.

Методика проведения эксперимента. Экспериментальная установка включает в себя лазерно-гравировальный станок MCLaser 3020 RuiDa, воздушный компрессор, персональный компьютер, программное обеспечение RDWorks V8, электронный штангенциркуль ЦИ 0-150 с ценой деления 0,01мм, набора щупов ГОСТ 882-75.

Толщина фанеры измерялась электронным штангенциркулем ЦИ 0-150 мм с ценой деления 0,01, с цифровым индикатором. Скорость движения технологической головки устанавливалась и контролировалась при помощи ПО RDWorks V8.

В ходе проведения эксперимента скорость перемещения лазерного луча (v, мм/с) ступенчато менялась и составляла: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 мм/с. Мощность лазерного излучения (P, %) в ходе проведения эксперимента изменялась ступенчато и соответствовала: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 % от максимальной мощности станка, составляющей 40 Вт.

Измерения глубины реза образцов выполнялись с помощью щупа и штангенциркуля. На рисунке 1 приведен образец, полученный в эксперименте, на котором были сделаны измерения глубины реза.



а) б)

Рис. 1. Образец лазерных резов фанеры толщиной 4 мм
(*P = 10-70 %, v = 10 мм/с*): а - лицевая сторона; б – кромка

По результатам экспериментальных измерений глубины реза (h, мм) в зависимости от мощности (P, %) и скорости лазерного излучения (v, мм/с) на фанеру построен график (рис. 2).

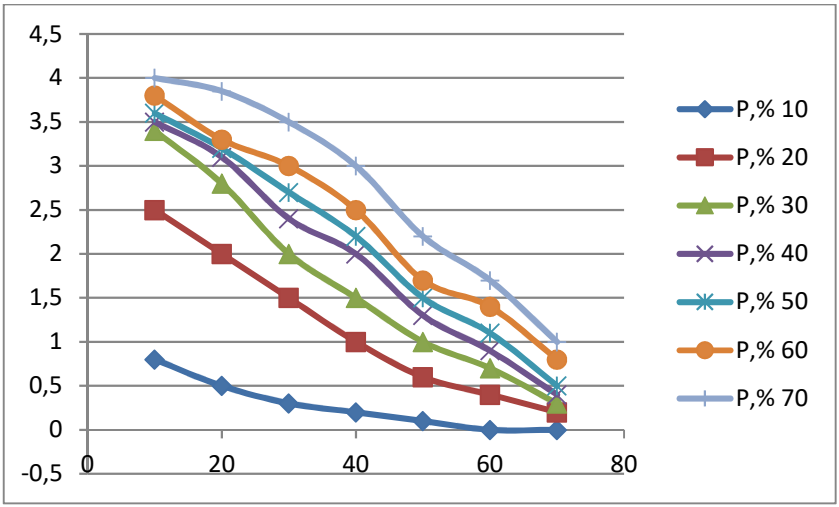


Рис. 2. Зависимость глубины реза от скорости резания
при мощности от 10 до 70% от мощности станка, составляющей 40 Вт

Заключение. Правильный выбор параметров процесса заметно сокращает обгорание кромок фанеры и появление запаха. Проведенные исследования показывают, что для лазерного станка MCLaser 3020 RuiDa с мощностью 40 Вт, качественный рез фанеры толщиной 4 мм возможно при скорости 10 мм/с, мощностью лазерного излучения 70%.

Список источников

1. Кузнецов А.И., Шимон Е.В. К вопросу о технологическо-художественном потенциале лазерного резания древесины // Деревообработка: оборудование, менеджмент XXI века: труды V Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 2010. С. 83-85.

2. Новоселова М.В., Кузнецов А.И., Николаева Т.Ю. Математическая модель режимов лазерного резания древесины березы // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды VIII Международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 2013. С. 94–97.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 539.376

Богатырев А.Д.
Научный руководитель: Поздеев В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ АРМИРОВАНИЯ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КАРКАСНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. *В данной статье исследуются вопросы совершенствования конструктивного решения сборно-монолитных каркасных систем. Рассматривается возможность армирования высокопрочной арматурой узловых соединений ригелей с колоннами.*

Ключевые слова: *высокопрочная арматура, узловое соединение, сборно-монолитный каркас, перераспределение усилий.*

Среди конструктивных решений современных многоэтажных зданий значительную долю занимают сборно-монолитные каркасы (СМК). Возможность изготовления ригелей различной длины, отсутствие сварных соединений позволяет создавать гибкие конструктивные схемы для различных планировочных решений жилых зданий.

Расчет конструктивных сборно-монолитных каркасов выполняется в современных расчетных комплексах. При определении усилий в многоэтажных рамах получают значительные отрицательные моменты в узловых соединениях. Для получения экономичного варианта армирования выполняют перераспределение усилий: уменьшают опорные моменты, переводя их в пролетные сечения [1]. Действующие строительные нормы [2] рекомендуют в статически неопределимых системах армировать узлы сопряжения ригелей с колоннами обычной сталью класса А400, А500 с физическим пределом текучести (рис. 1). Наличие у арматуры данного класса явно выраженной площадки текучести на диаграмме деформирования (рис.2) приводит к возможности появления пластических шарниров на опорах сборно-монолитных каркасов, что, в свою очередь, позволяет производить расчеты с учетом перераспределения (уменьшения) опорных моментов. Но при этом использование обычной стали требует применения арматуры больших диаметров, что затрудняет технологический процесс бетонирования узлов сопряжения ригеля с колонной.

Применение в данном случае высокопрочной арматуры позволит упростить технологический процесс бетонирования стыка.

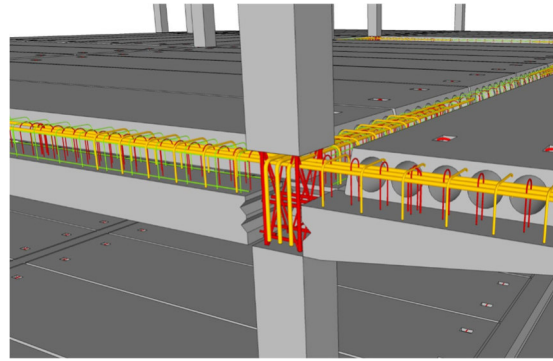


Рис.1. Узловое соединение ригеля с колонной

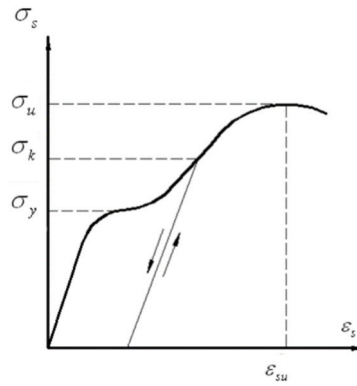


Рис.2. Диаграмма деформирования арматуры класса А240-А500

На сегодняшний день известны исследования, проведенные на лабораторных образцах двухпролетных железобетонных балок с высокопрочной арматурой, которые свидетельствуют о том, что несмотря на небольшие пластические свойства высокопрочной стали, происходит перераспределение усилий в процессе загружения конструкций. Образованию пластического шарнира способствует то, что бетон тоже обладает пластическими свойствами (рис.3, рис.4).

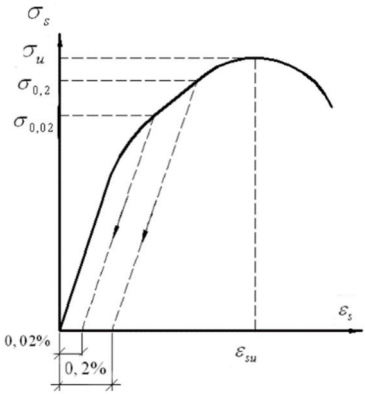


Рис. 3. Диаграмма деформирования высокопрочной арматуры

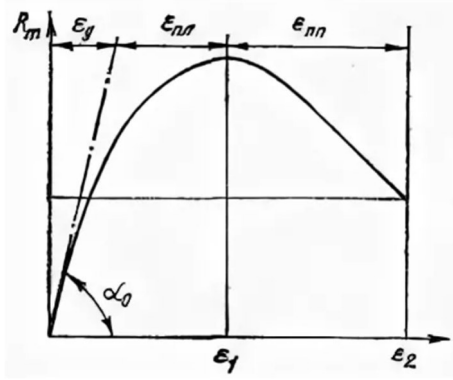


Рис. 4. Диаграмма деформирования бетона

Благодаря этим свойствам появляется возможность образования пластического шарнира в опорном сечении при армировании его высокопрочной арматурой, а значит расчет можно производить с учетом перераспределения (уменьшения) опорных моментов В связи с этим предлагается применить высокопрочную сталь класса А600, А800 в узловых соединениях ригеля с колонной в сборно-монолитных каркасах зданий, что позволит уменьшить диаметры арматуры и, как следствие, упростить технологический процесс бетонирования данного стыка, получить более экономичное армирование.

Выводы.

1. Выдвинута гипотеза о возможности применения высокопрочной стали класса А600, А800 для армирования узловых соединений ригеля с колонной в сборно-монолитных каркасных системах.

Список источников

1. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: общий курс: Учеб. Для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.

2. Руководство по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1975. – 192 с.

УДК 674.039

Быков А.О.
Научный руководитель: Шарапов Е.С., д-р техн. наук, доцент, советник РААСН
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

Аннотация. *Оценена возможность применения ультразвуковых приборов неразрушающего контроля для определения модуля упругости и предела прочности при статическом изгибе древесины сосны. Исследования проводились на стандартных образцах из древесины сосны размерами 20×20×300 мм^3. Получены модели взаимосвязи динамического модуля упругости с модулем упругости и пределом прочности при статическом изгибе с весьма высокой и высокой корреляционной связью, соответственно.*

Ключевые слова: *ультразвуковой неразрушающий контроль, свойства древесины, динамический модуль упругости*

Введение.

Неразрушающие методы контроля все чаще применяются для оценки физико-механических свойств и технического качества различных материалов. Одним из наиболее простых и удобных с точки зрения практического применения является акустический метод прохождения, основанный на излучении и приеме акустических колебаний, прошедших через исследуемый материал. Как отмечается многими исследователями [1, 2, 3], скорость прохождения акустических колебаний через древесину тесно взаимосвязана с её механическими характеристиками. При этом, наиболее доступными являются ультразвуковые приборы, посредством которых можно оценить качество и свойства различных материалов, в частности древесины. В связи с этим, целью данной работы являлась оценка применимости ультразвуковых приборов неразрушающего контроля для определения модуля упругости и предела прочности при статическом изгибе древесины сосны.

Материалы и методы

Исследование проводилось на 176 прямослойных, бездефектных образцах из древесины сосны, имеющим поперечное сечение 20×20 мм^2 и длину вдоль волокон 300 мм, которые кондиционировались до равновесной влажности при температуре 20 °С и относительной влажности

воздуха 65% в климатической комнате согласно ГОСТ 16483.0-89. После кондиционирования образцов определялись их плотность и влажность в соответствии с ГОСТ 16483.1-84 и ГОСТ 16483.7-71.

Скорость прохождения ультразвуковых колебаний вдоль волокон измеряли посредством двух ультразвуковых приборов: Пульсар 2.2 (ООО НПП «Интерприбор», Челябинск, Россия) с номинальной частотой работы ультразвуковых преобразователей 60 кГц и Pundit PL-200 (Proceq SA, Шверценбах, Швейцария) с номинальной частотой работы преобразователей 54 кГц.

Затем, на основании полученных скоростей определялся динамический модуль упругости без учета коэффициентов Пуассона по следующей формуле [1]:

$$E_{дин} = \rho \cdot V^2,$$

где $E_{дин}$ – динамический модуль упругости древесины (МПа); ρ – плотность древесины (кг/м^3); V – скорость прохождения ультразвуковых колебаний вдоль волокон (м/с).

После неразрушающей оценки динамического модуля упругости образцы испытывались на универсальной испытательной машине УТС-111.2-100-62 (ООО «Тестсистемы», Иваново, Россия) для определения модуля упругости и предела прочности при статическом изгибе в соответствии с ГОСТ 16483.3-84 и ГОСТ 16483.9-73.

Обработка полученных результатов производилась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel (Microsoft Corp., Редмонд, Вашингтон, США) и SigmaPlot 14.0 (Systat Software Inc., Сан-Хосе, Калифорния, США).

Результаты.

Средняя влажность образцов на момент проведения испытаний составляла 10,4 %. В результате, между динамическим модулем упругости, полученным посредством ультразвуковых приборов Пульсар 2.2 и Pundit PL-200, была выявлена весьма высокая корреляционная связь с модулем упругости при статическом изгибе (R^2 = 0,91; 0,88) и высокая связь с пределом прочности при статическом изгибе (R^2 = 0,74; 0,68), что согласуется с ранее полученными данными на образцах из других пород древесины [2]. При том, значимых различий между показаниями ультразвуковых приборов выявлено не было (рис. 1).

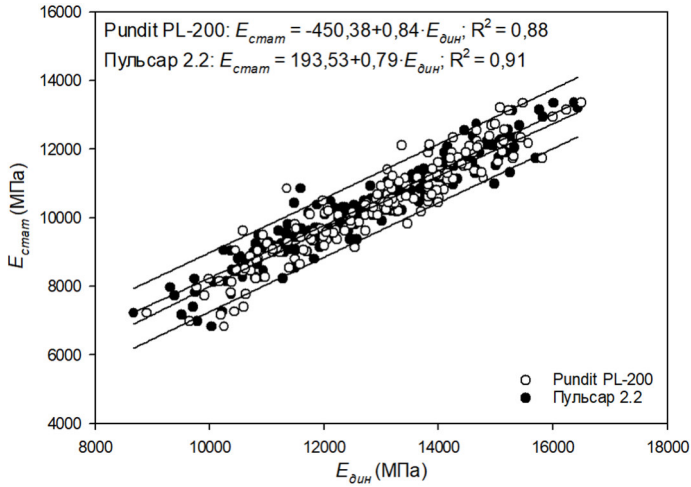


Рис. 1. Модели взаимосвязи динамического модуля упругости с модулем упругости при статическом изгибе

Заключение

Ультразвуковые приборы неразрушающего контроля, основанные на акустическом методе прохождения, применимы для определения модуля упругости и предела прочности при статическом изгибе древесины сосны.

Список источников

1. Arriaga F. Prediction of the mechanical properties of timber members in existing structures using the dynamic modulus of elasticity and visual grading parameters / F. Arriaga, C. Osuna-Sequera, I. Bobadilla, M. Esteban // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 322. – P.126512.

2. Llana D., Use of non-destructive test methods on Irish hardwood standing trees and small-diameter round timber for prediction of mechanical properties / D. Llana, I. Short, A. Harte // Annals of Forest Science. – 2020. – Vol. 77. – P.62.

3. Duong D. The influence of tree age and radial position on the stress-wave velocity and timber properties of *Pinus massoniana* lamb. planted in Vietnam / D. Duong, V. Hoang, M. Hasegawa, E. Sharapov // Wood Research. – 2025. – Vol. 70(1). – P. 117-126.

УДК 624.21.095

Иванов М.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ БАЛОЧНОГО СЕЧЕНИЯ МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ ПОД АКТУАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация. *Рассматривается процесс расчета балочного сечения мостового сооружения с учетом актуальных нагрузок и воздействий. Анализ современных методов расчета позволяет выявить наиболее эффективные подходы к проектированию мостовых конструкций, способных устойчиво выдерживать динамические и статические нагрузки. Учитываются факторы, влияющие на эксплуатационные характеристики мостов, такие как климатические условия, динамика транспортных потоков и долговечность материалов. Применение специализированного программного обеспечения для расчетов позволяет проводить более точное моделирование и оптимизацию конструктивных решений. Исследование включает в себя теоретические основы расчета, а также примеры практического применения на реальных мостовых сооружениях. Основное внимание уделяется анализу зависимости прочности и устойчивости балочных сечений от влияния различных факторов, а также рекомендациям по улучшению конструкции с целью повышения надежности и безопасности.*

Ключевые слова: *балочное сечение, мостовое сооружение, нагрузки, воздействия, расчет, прочность, конструктивные решения.*

Введение. Мостовые сооружения являются важным элементом транспортной инфраструктуры, и их проектирование требует тщательного анализа факторов, влияющих на их эксплуатационные характеристики. Балочные конструкции, благодаря своей простоте и надежности, находят широкое применение в строительстве мостов. Однако, с изменением норм и стандартов, а также увеличением требований к безопасности, актуальность методов расчета балочных сечений становится все более значимой [1].

Современные методики расчета балочных сечений включают как аналитические, так и численные методы. Основное внимание уделяется определению максимальных значений нагрузок, таких как транспорт-

ные, климатические и сейсмические. Использование методов конечных элементов (МКЭ) позволяет достичь высокой точности в расчетах, но требует значительных вычислительных ресурсов [2].

При проектировании мостов целесообразно учитывать не только статические нагрузки, но и их динамические эффекты. В данной статье приведен анализ таких факторов, как колебания от проходящего транспорта и воздействия ветра, которые могут значительно повлиять на устойчивость и прочность конструкции.

Расчет балки мостового сооружения на прочность является важной и комплексной задачей, требующей учета множества факторов. Основной задачей этого расчета является определение способности балки выдерживать нагрузки, действующие на нее в процессе эксплуатации.

Для начала следует установить основные нагрузки, которые будут воздействовать на балку. К ним относятся статические нагрузки, такие как собственный вес конструкции и дополнительные нагрузки от транспортных средств, а также динамические нагрузки, возникающие в результате движения транспорта, влияния ветра, землетрясений и других факторов.

Исходя из норм и стандартов проектирования мостов, необходимо рассчитать основные и дополнительные нагрузки, которые будут действовать на балку. В зависимости от конфигурации и поддержки балки (например, простая балка, балка с консолями или рама), выбирается соответствующая модель для анализа. Основные параметры, такие как длина, высота и ширина балки, также принимаются во внимание.

Расчет на изгиб: Основной расчет производится для определения максимальных изгибных моментов, которые могут возникать в объёме балки. Изгибающие моменты, полученные в предыдущем шаге, используются для определения максимальных нормальных напряжений в сечении балки.

Проверка на прочность: далее необходимо проверить полученное значение нормального напряжения на соответствие прочности материала балки, использовав при этом предел прочности (например, для стали или бетона). Если σ превышает предельное значение, необходимо изменить параметры сечения балки или ее материал.

Учет других факторов: при необходимости следует провести дополнительные расчеты на сдвиг, усталость, устойчивость конструкции в целом и определение предельных состояний. Это особенно важно для длинных балок и сложных конструкций.

Экономические расчеты и оптимизация: после проведения всех расчетов целесообразно проанализировать, можно ли уменьшить массу

конструкции с учетом заданных прочностных характеристик, что приведет к снижению затрат на материалы.

Следует отметить, что конструкция балки всегда должна соответствовать требованиям надежности, долговечности и безопасности, а все расчеты необходимо производить с учетом актуальности и уточнения всех действующих норм и рекомендаций.

В процессе проектирования важно не только обеспечить прочность, но и минимизировать расход материалов. Рассмотрены методы оптимизации форм и размеров сечений, что позволит снизить стоимость строительства и улучшить эксплуатационные характеристики мостов.

В качестве примеров рассмотрены несколько успешных проектов мостовых сооружений, где применялись приведенные методики. Освещены проблемы, возникшие в процессе проектирования, и предложены эффективные решения.

Заключение. Расчет балочных сечений мостовых сооружений под актуальные нагрузки и воздействия представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода. Использование современных методов и технологий позволяет существенно повысить надежность и безопасность мостов, что является ключевым аспектом в их проектировании.

Список источников

1. Власов Г.М., Немировский Ю.В., Соловьев Л.Ю. Об одном подходе к расчету балочных пролетных строений как слоистых стержней диаграммными методами // Известия Транссиба. 2012. №2 (10).

2. Кожушко В.П. Определение изгибной жесткости главных балок балочных пролетных строений автодорожных мостов // Вестник ХНАДУ. 2017. №76.

УДК 691:711(470.343)

Ильина И.А.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И.., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

***Аннотация**. В статье рассматривается понятие «зеленого» строительства, изучены стандарты для сертификации зданий, развитие «зеленого» строительства в России и Марий Эл.*

***Ключевые слова**: «зеленое» строительство, энергоэффективность, экологичное строительство.*

В настоящее время проблемы экологии выходят на первое место, необходимость уменьшения выбросов углекислого газа и поиск наиболее эффективных методов энергосбережения является **актуальным**.

Вот несколько примеров, показывающих необходимость решения данной проблемы в строительной отрасли. Согласно справочным документам Глобального альянса по зданиям и строительству (GlobalABC) в 2019 году выбросы углекислого газа в мире увеличились до 9,95 Гт., причем 38 % всех выбросов приходится на энергетику, связанную со строительной отраслью. По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), чтобы выйти на путь к нулевым выбросам углерода в зданиях к 2050 году, а к 2030 году прямые выбросы CO2 в зданиях должны сократиться на 50%, а косвенные выбросы строительного сектора - на 60%.

В условиях растущего внимания к устойчивому развитию строительная отрасль несет ответственность за принятие мер, направленных как на минимизацию собственного влияния при возведении нового здания, так и за проектирование этого здания для его устойчивой эксплуатации в течение многих лет. В рамках этой концепции появилось понятие «зеленое» строительство.

«Зелёное» строительство — это вид строительства и эксплуатации зданий, подразумевающий минимальное воздействие на окружающую среду. Цель «зеленого» строительства - снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизнен-

ного цикла здания: от выбора участка по проектированию, строительства, эксплуатации, ремонта до сноса.

Существуют три международных стандарта для сертификации зданий, построенных с соблюдением принципов «зеленого» строительства — LEED, BREEAM, WELL.

По данным на апрель 2022 года, в России по системе LEED было сертифицировано 243 здания, по BREEAM — 186. С 2022 года системы сертификации LEED, BREEAM, WELL приостановили деятельность на территории России. В связи с этим, запустили первую российскую систему «зеленого» стандарта «Клевер». На март 2024, по системе «Клевер» сертифицированы 49 объектов общей площадью более 3 млн кв. м. [3]

С 1 ноября 2022 года в России действует национальный стандарт «зеленого» строительства жилых многоквартирных зданий ГОСТ Р70346-2022 «Зелёные стандарты. Здания многоквартирные жилые «зелёные». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации», который разработал Минстрой РФ совместно с «Дом.РФ». [4]

Критериями оценивания являются: архитектура и планировка участка, организация и управление строительством, комфорт и качество внутренней среды, энергоэффективность и атмосфера, рациональное водопользование, материалы и ресурсоэффективность, отходы производства и потребления, экологическая безопасность территории, безопасность эксплуатации здания и инновации устойчивого развития. Всего в документе зафиксирован 81 критерий оценки. Максимальная оценка —163 балла, из которых 68 являются обязательными.

На территории России развитие экологичного строительства сосредоточено в Москве и Санкт-Петербурге, что объясняется большим количеством коммерческой недвижимости и присутствием международных компаний, которые предъявляют требования экологичности к своим помещениям.

Региональные объекты также существуют, но это пока единичные случаи. Отрасль экостроительства в России стала развиваться вместе с ростом интереса бизнеса к принципам устойчивого развития и социальной ответственности. Стимулировать развитие «зеленого» строительства можно увеличивая количество специалистов в этой отрасли и созданием конкретных преимуществ для застройщиков и собственников недвижимости.

Что касается Марий Эл, то здесь «зеленое» строительство пока не получило широкого распространения. Однако, учитывая богатый при-

родный потенциал региона, использование экологически чистых строительных материалов, таких как дерево, может стать перспективным направлением. Необходимо внедрение современных технологий, обучение специалистов и повышение осведомленности населения о преимуществах «зеленого» строительства для устойчивого развития республики.

Таким образом, в настоящее время «зелёное» строительство - слаборазвитое, но перспективное направление в России.

Список источников

1. United Nations Environment Programme (2020). 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards; a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi;

2. Бенуж А.А., Колчигин М.А. Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности // Вестник МГСУ. – 2012;

3. Официальный сайт «Клевер» [Электронный ресурс]. – URL: www.clevercert.ru (дата обращения: 11.05.2024).

4. Российская Федерация. Национальный стандарт. «Зелёные» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зелёные». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации: ГОСТ Р 70346-2022: Дата введения 2022-11-01: Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09.09.2022 г. № 900-ст. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: сайт. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200193111 (дата обращения: 04.04.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

УДК 69.059.1

Казанкина А.С.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Аннотация. *Рассмотрим основные отличия старых и новых версий документов об эксплуатации зданий.*

Ключевые слова: *свод правил, жилищный кодекс, эксплуатация, здания, особенности.*

Правила эксплуатации зданий и сооружений регулируются различными нормативными актами, включая своды правил кодексы. Время от времени законодательные документы в данной области устаревают вследствие развития новых технологий и передовых инструментов измерения и изготовления материалов, а также инженерами приобретается новый опыт, опровергающий действующее законодательные документы.

Рассмотрим то, как менялись правила эксплуатации зданий в разных, по дате выпуска, СП и жилищном кодексе. Ранее действовал СП 13-102-2003 "Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений". В этом документе результаты обследования зданий используются для разработки планов текущего и капитального ремонта, а также для оценки безопасности эксплуатации. Стоит отметить, что в новом документе - СП 255.1325800.2016 "Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения" прописано чёткое определение правил эксплуатации зданий и обозначены группы зданий, так как ранее в СП не было чётких групп зданий, и эксплуатация подразумевалась всех типов зданий – это приносило определённые трудности, как экономические, так и юридические. Согласно новому своду правил 2016 года были выделены следующие группы зданий:

1. Жилые здания (многоквартирные дома, индивидуальные жилые дома, общежития)
2. Общественные здания (школы, больницы, административные здания, торговые центры)

3. Производственные здания (промышленные предприятия и складские комплексы)

4. Транспортные сооружения (мосты, тоннели, эстакады)

Также ранее действовал Жилищный кодекс РСФСР 1983 года, в нём регулировались отношения, связанные с использованием и содержанием жилищного фонда. Он определял права и обязанности жильцов, а также устанавливал порядок предоставления жилья и его приватизации. Один из главных «минусов» этого кодекса – это отсутствие правил управления многоквартирными домами, проведением капитального ремонта (обязанность по финансированию кап. ремонта возложена на собственников помещений. Средства накапливаются либо на специальном счете дома, либо перечисляются региональному оператору капитального ремонта.) и оплатой коммунальных услуг (размер платы за коммунальные услуги определяется исходя из объема потребляемых ресурсов и тарифов, установленных органами местного самоуправления или субъектом федерации), что посодействовало созданию нового документа - Жилищный кодекс РФ 2004 года. Там уже были устранены все недостатки старого кодекса, а также ввели понятие товарищества собственников жилья (ТСЖ) и управляющих компаний, были обозначены правила использования и содержания общего имущества. В состав общего имущества входят помещения общего пользования, крыши, фасады, лифты, инженерные коммуникации и другое оборудование, предназначенное для обслуживания более одного помещения в доме. Собственники обязаны содержать общее имущество в надлежащем состоянии.

Новые своды правил содержат более строгие требования к безопасности и энергоэффективности зданий. Например, введены новые нормы по установке систем противопожарной защиты, повышению теплоизоляции фасадов и использованию энергосберегающих технологий. В новом СП расширили перечень прав и обязанностей собственников, например. Увеличена также и ответственность управляющих компаний за содержание общего имущества и выполнение ремонтных работ, теперь они на законодательном уровне обязаны предоставлять отчетность собственникам и соблюдать установленные сроки выполнения работ. Кроме того, собственники теперь в праве выбрать одну из форм управления домом: непосредственное управление, управление товариществом собственников жилья (ТСЖ) или управляющей организацией. Выбор формы управления осуществляется на общем собрании собственников.

Приватизация жилья – это бесплатная передача в собственность граждан Российской Федерации занимаемых ими жилых помещений в государственном и муниципальном жилищном фонде. В новом жилищ-

ном кодексе упрощаются процедуры приватизации жилья, делая их более доступными для граждан.

Отличие старых и новых сводов правил и жилищных кодексов заключается в более современных подходах к управлению и содержанию зданий, повышении уровня безопасности и комфорта, а также расширении прав и обязанностей участников жилищно-коммунального хозяйства.

Список источников

1. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения. – Москва. – 2017 г. [Электронный ресурс] https://meganorm.ru/Data2/1/4293751/4293751594.pdf (дата обращения: 24.03.2025г.).

2. КонсультантПлюс. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда. – 2003 г. - [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44772/e0a8eaeeda1a7ae8eefacb4c9ffd9057a8e31a23/ (дата обращения: 24.03.2025г.).

3. Министерство юстиции республики Татарстан. Приватизация жилья. [Электронный ресурс]: https://minjust.tatarstan.ru/zhile.htm (дата обращения: 24.03.2025г.).

УДК 624.073

Казанцева А.С.
Научный руководитель: Николаев А.С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИСКИ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ПЛИТ С ПРОДОЛЬНЫМИ ШПОНКАМИ НА ОСНОВЕ САМОНАПРЯГАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

***Аннотация**. Приведены исследования сборных железобетонных дисков перекрытий многоэтажных зданий. Проведён анализ деформативности сборных перекрытий из многопустотных плит в их плоскости. Предлагается применить для заполнения межплитных швов самонапрягающийся бетон для повышения сдвиговой жёсткости межплитных швов. Сообщается о результатах экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность поперечного обжатия межплитных швов.*

***Ключевые слова:** сборные диски перекрытий, самонапрягающийся бетон, пространственная жесткость, деформативность.*

Горизонтальные несущие подсистемы (диски перекрытий) в многоэтажных зданиях выполняют функцию восприятия и перераспределения вертикальных и горизонтальных нагрузок, а также обеспечивают пространственную жёсткость здания, связывая вертикальные элементы в единую систему. Традиционные сборные перекрытия из многопустотных, ребристых или сплошных плит, уложенных по ригелям, обладают повышенной деформативностью из-за податливости соединений на опорах и в межплитных швах. Для повышения их жёсткости в своей плоскости предлагается продольные шпонки замоноличивать самонапрягающим бетоном.

Исследование включает анализ влияния самонапрягающегося бетона на увеличение сдвиговой жесткости межплитных швов в условиях поперечного обжатия, оценку эксплуатационных характеристик перекрытий.

Сборные диски перекрытий из многопустотных плит объединяются бетонными швами или дискретными сварными соединениями. Для улучшения сцепления бетона швов с плитами на их боковых поверхностях устраиваются точечные углубления, образующие шпонки. Экспериментальные исследования [1] показали, что прочность сопряжения в трапециевидных шпонках недостаточна для передачи вертикальных сдвигающих сил, в то время как круглые замкнутые шпонки обеспечивают совместную работу плит на всех стадиях нагружения.

Самонапрягающийся бетон, расширяющийся в процессе твердения, позволяет создать поперечное обжатие межплитных швов, что повышает их прочность и жёсткость при деформациях сдвига. Эксперименталь-

ные исследования [2] подтвердили, что использование самонапрягающегося бетона снижает деформативность швов и увеличивает сопротивление сдвигающим усилиям. Это особенно важно для перекрытий, выполняющих роль связей сдвига между вертикальными конструкциями здания.

Исследования, проведённые в ЦНИИСК [3] показали, что жёсткость сборных перекрытий по сравнению с монолитными снижается в 3-15 раз из-за податливости сопряжений. Для учёта этого эффекта была разработана методика, предполагающая введение пониженного значения модуля упругости. Коэффициент снижения модуля упругости сборного перекрытия (kE) составляет 0,1-0,6 в зависимости от конструктивных решений.

Экспериментальные исследования на моделях перекрытий из плит с продольными шпонками без обжатия межплитных швов, а также с поперечным их обжатием были проведены в работе [4]. Получены эмпирические зависимости, позволяющие определить величины сдвиговых деформаций швов при различных величинах напряжений обжатия.

Применение сборных дисков перекрытий из плит с продольными шпонками, замоноличенными самонапрягающимся бетоном, позволяет существенно повысить прочность, жёсткость и долговечность конструкций. Применение самонапрягающегося бетона для замоноличивания межплитных швов в сборных дисках перекрытий обеспечивает их поперечное обжатие, что снижает их деформативность и повышает прочность швов. Это увеличивает сопротивление перекрытий сдвигающим усилиям и улучшает их роль как связей сдвига между вертикальными конструкциями здания, обеспечивая сопротивление неравномерным смещениям многоэтажного каркаса. Эта технология, как и само конструктивное решение, являются перспективными для использования в многоэтажном строительстве, особенно в зданиях с повышенными требованиями к пространственной жёсткости.

Список источников

1. Кодыш Э.Н., Трёкин Н.Н. Сборные перекрытия из многопустотных плит. – Материалы региональной научно-практической конференции Трансиб-99. – Новосибирск, 1999. – с. 484-487.

2. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов – 3-е изд. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002 – 500 с.

3. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом/Монография. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. - 127с.

4. Николаев А.С. Сопротивление сборных железобетонных перекрытий в их плоскости неравномерным смещениям многоэтажного каркаса: Диссертация на соискание степени кандидата технических наук / Николаев А.С.; Москва: МИСИ. — 1987 — 249 с.

УДК 624.073

Косарева Е.А.
Научный руководитель: Николаев А.С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДЕЙСТВИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ

Аннотация. *Выполнен анализ нормативных документов, регламентирующих расчет прочности изгибаемых железобетонных элементов на действие поперечной силы. Рассмотрены методики расчета прочности элементов прямоугольного сечения по наклонной трещине, возникающей от действия главных растягивающих напряжений.*

Ключевые слова: *нормы проектирования, железобетонные элементы, поперечная сила, наклонная трещина.*

Одним из частных видов разрушения является разрушение по наклонной трещине, вызванной действием главных растягивающих напряжений от действия поперечной силы. Расчет таких элементов включает проверку прочности наклонных сечений и определение необходимого количества поперечной арматуры. Методика расчета основана на теории предельных состояний, которая была введена в нормативные документы в 1962 году [1]. В дальнейшем подходы к расчету уточнялись и дополнялись в последующих редакциях норм.

– СНиП II-В.1-62: Несущая способность сечения по наклонной трещине определялась только способностью имеющейся арматуры, пересекающей эту представляемую трещину [1]:

$$Q = \sum R_a F_0 \sin a + \sum R_a F_x$$

– СНиП II-21-75: Произведен учет работы растянутого бетона и поперечной арматуры [2].

$$Q \le \sum R_{a,x} F_x + \sum R_{a,x} F_o \sin a + Q_б$$

– СНиП 2.03.01-84: Введены более точные формулы для расчета прочности наклонных сечений. Учтена длина проекции наклонной трещины (от центра тяжести растянутой арматуры до низа сжатой зоны бетона) и наклон хомутов [3].

$$Q \le Q_б + Q_{sw} + Q_{s,inc}$$

– СП 52-101-2003: Уточнены методы расчета с учетом современных исследований. Введены новые эмпирические коэффициенты и уточнены формулы для определения прочности [4]. Схема усилий показана на рисунке 3.

$$Q \le Q_б + Q_{sw}$$

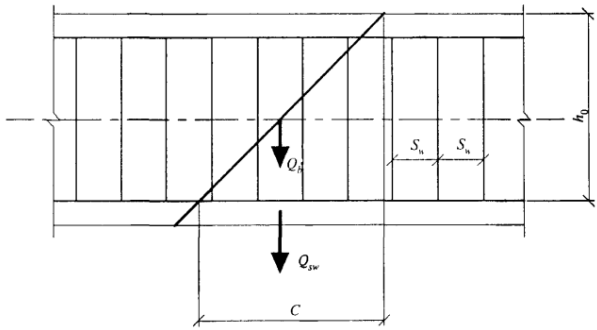


Рис. 3. Схема усилий при расчете железобетонных элементов по наклонному сечению

– СП 63.13330.2018: Введены новые коэффициенты условий работы, учтены нелинейные деформации бетона [5].

$$Q \le Q_б + Q_{sw}$$

где $Q_б$ – поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении на длине проекции трещины c, ограниченной значением между h_0 и $2h_0$; проекция наклонной трещины проходит от центра тяжести растянутой арматуры до наиболее сжатой грани изгибаемого элемента.

Анализ норм проектирования показал, что методики расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов на действие поперечной силы постоянно совершенствуются. Современные подходы, заложенные в СП 63.13330.2018, учитывают сложные физические процессы, происходящие в бетоне и арматуре, что позволяет повысить надежность и долговечность конструкций. Однако возникает вопрос: всегда ли выполняется условие по ограничению длины проекции наклонной трещины от h_0 до $2h_0$, или только при выполнении условий по шагу поперечной арматуры в соответствии с разделом 10 норм [5]. Для изучения этого вопроса на кафедре СКиВ изготовлены опытные образцы железобетонных балок.

Список источников

1. СНиП II-В.1-62. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования : утвержден Госстроем СССР от 31.07.1962 : введен 01.01.1972. – Москва: Стройиздат, 1976. – 102 с.
2. СНиП II-21-75. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования : утвержден Госстроем СССР от 25.01.1972 – Москва: Стройиздат, 1976. – 108 с.
3. СНиП 2.03.01-84. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования : актуализированная редакция СНиП II-21-75: утвержден Госстроем СССР : введен 01.01.1986. – Москва: Стройиздат, 1985. – 79 с.
4. СП 52-101-2003. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры : актуализированная редакция СНиП 2.03.01-84: утвержден Госстроем России от 25.12.2003 №215 : введен 01.03.2004. – Москва : ФГУП ЦПП, 2003. – 59 с.
5. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : актуализированная редакция СП 52-101-2003 : утвержден Минстроем Российской Федерации от 19.12.2018 №832 / пр : введен 20.06.2019. – Москва : НИИЖБ, 2018. – 138 с.

УДК 697.13

Новосёлова В.А., Маданова А.В.
Научный руководитель: Хинканин А.П., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОКИРОВАННЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. *Проектирование блокированных домов требует учета множества факторов, включая климатические условия региона. Разные климатические зоны имеют свои особенности, влияющие на выбор материалов, конструктивные решения и общую планировку зданий. Рассмотрим проектирование блокированного дома на примере Йошкар-Олы с умеренно континентальным климатом и Якутска с экстремально холодным климатом. Особое внимание уделяется теплотехническим расчетам, использованию солнечной энергии и специальным конструктивным решениям для повышения энергоэффективности зданий.*

Ключевые слова: *блокированный дом, климатические условия, архитектура, теплоизоляция, стена Тромба, энергоэффективность.*

Йошкар-Ола характеризуется умеренно континентальным климатом с зимними температурами от -15 до -25°С и летними от +15 до +25°С. Для таких условий крайне важна качественная теплоизоляция.

Средняя температура отопительного периода в Якутске составляет -20,6°С, продолжительность отопительного периода -252 дня, а расчетная температура наиболее холодной пятидневки составляет -52°С. Расчетная температура внутреннего воздуха: $t_в = 21°C$. При таких экстремальных условиях требуются особые подходы к теплоизоляции и конструктивным решениям.

Основным показателем тепловой защиты здания является сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. ГСОП в Якутске: 10483,2. Требуемое сопротивление теплопередаче $5{,}069\ м^2 \times °C/Вт$

Минимальная толщина утеплителя из минераловатных плит для наружных стен в условиях Якутска должна составлять 166 мм. Для обеспечения запаса и удобства монтажа рекомендуется принять толщину утеплителя 170 мм.

Расчет теплотехнических параметров ограждающих конструкций для Йошкар-Олы: расчетная температура внутреннего воздуха $t_в = 19°C$; средняя температура отопительного периода $t_{оп} = -4{,}8°C$; продолжительность отопительного периода $z = 214$ дней. ГСОП в Йошкар-Оле: 5093. Требуемое сопротивление теплопередаче: $R_{тр} = 2{,}73\ м^2 \times °C/Вт$

Итоговая толщина утеплителя составляет 86 мм. Для удобства монтажа рекомендуется округлить до стандартных размеров — например, использовать два слоя по 50 мм.

Коэффициент теплопроводности окон в Якутске должен быть не менее $0{,}9\ Вт/(м^2/°C)$. Рамы окон должны быть выполнены из материалов с низкой теплопроводностью, например, из многокамерного ПВХ профиля или дерева с утеплением. Двери должны быть утепленными, с многоконтурным уплотнением и тепловыми замками. Для Йошкар-Олы требования менее строгие: достаточно использовать двухкамерные стеклопакеты с коэффициентом теплопроводности не менее $0{,}6\ Вт/(м^2/°C)$

Одним из эффективных пассивных методов использования солнечной энергии в холодном климате является стена Тромба. Принцип действия основан на нагреве воздуха в зазоре между стеной и остеклением

под воздействием солнечных лучей. Нагретый воздух поднимается вверх и через специальные отверстия в верхней части стены поступает в помещение, а холодный воздух из помещения поступает в нижнюю часть воздушного зазора через отверстия в нижней части стены. В условиях Якутска стена Тромба может быть эффективна на южной стороне здания, особенно в периоды с достаточным количеством солнечных дней.

Для Йошкар-Олы рекомендуется размещать общие комнаты (гостиные и кухни) с южной стороны для максимального солнечного света, а спальни и кладовые — на северной стороне. Высота потолков должна быть не менее 2,7 метров для создания комфортного пространства, что подтверждается СП 54.13330.2016.

Для Якутска особенности планировки должны учитывать экстремальный климат. Общие помещения, как кухни и ванные комнаты, желательно располагать на южной стороне, чтобы использовать солнечное тепло, а спальни следует размещать на защищенных от ветра участках.

С целью повышения энергоэффективности в условиях Якутска можно использовать: двойные тамбур шлюзы в входных группах, входная группа со стороны господствующих ветров по «зимней розе», максимально увеличенная ширина корпуса с целью снижения численного значения показателя компактности, максимальное объединение функциональных процессов в объеме здания. Для дополнительной защиты жилых помещений от воздействия суровой окружающей среды необходимо применять систему «буферных» зон. Такие зоны - кухни, гардеробные, котельные, гаражи, мастерские и другие помещения, в которых поддерживают меньшие температуры в сравнении с жилыми помещениями. Также стоит отказаться от приквартирных открытых помещений, таких как террасы, лоджии и балконы. В случае их необходимости обеспечить остекление.

Сравнительный анализ требований к проектированию домов в Йошкар-Оле и Якутске показывает, что в условиях экстремально холодного климата необходимы специальные решения для обеспечения теплозащиты зданий и создания комфортного микроклимата. Правильный выбор толщины утеплителя, типа оконных заполнений и дверей, а также использование пассивных систем отопления позволяют создать энергоэффективные и комфортные блокированные жилые дома даже в самых суровых климатических условиях.

Список источников

1. Свод правил СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2020 г. N 859/пр).
2. Соловьев А.К. Пассивные дома и энергетическая эффективность их отдельных элементов / А.К. Соловьев. - (Строительные конструкции, здания и сооружения). - Текст: непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - № 4. - С. 46-53. - Библиогр.: с. 53 (12 назв.).
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт. – Красноярск, 2017. – URL:https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-zdaniy-i-sooruzheniy-v-severnyh-shirotah-s-tochki-zreniya-stroitelnoy-fiziki (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 624(075.8)

Рябчиков Д.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ЗАГРУЖЕННОСТИ И НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВАРАКСИНСКОГО МОСТА Г. ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. *В статье проводится комплексная оценка транспортной загруженности и несущей способности моста г. Йошкар-Ола. Мост является важным транспортным узлом, обеспечивающим связь между различными частями города и являющимся важной артерией для движения грузового и легкового транспорта. С целью оценки его несущей способности были проведены полевые исследования, а также анализ существующих данных о движении транспортных средств. Результатами работы стали выводы о необходимости проведения мероприятий по укреплению мостовой конструкции, а также рекомендации по оптимизации транспортных потоков.*

Ключевые слова: *мостовые сооружения, транспортная загруженность, несущая способность.*

Введение. Мосты являются ключевыми транспортными сооружениями, обеспечивающими безопасное и эффективное передвижение людей и грузов. В условиях постоянного роста автомобильного трафика важно не только поддерживать их функциональность, но и оценивать их состояние и способность выдерживать текущие нагрузки. Вараксинский мост г. Йошкар-Ола, соединяющий две части города, играет значительную роль в транспортной инфраструктуре региона. Изучение его состояния и прогресса загруженности необходимо для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности дорожного движения [1-2].

В ходе исследования использовались методы полевого обследования, анализ существующей нормативной документации и статистические данные о транспортных потоках. Для оценки загруженности моста были проведены замеры интенсивности движения автомобилей в различные часы пик и в обычные дни. Исследование несущей способности осуществлялось с использованием анкетирования, расчета статических и динамических нагрузок на конструкцию моста. Методы расчета основаны на стандартных рекомендациях, включающих анализ природных материалов, из которых изготовлены конструктивные элементы моста.

Рис. 1. Вараксинский мост

Анализ данных показал, что Вараксинский мост г. Йошкар-Ола функционирует в пределах допуска своей несущей способности в часы пик, когда интенсивность движения достигает 1200 автомобилей в час. При этом более 30% всех транспортных средств составляют грузовики,

что создает дополнительную нагрузку на конструкцию. Оценка несущей способности, проведенная по методикам механики деформируемого тела, показала, что большинство элементов моста имеют запасы прочности в пределах нормы, однако присутствует значительное износостойкость, что требует регулярного контроля.

Полученные результаты свидетельствуют о критической необходимости в проведении укрепительных мероприятий. Существующие технологии улучшения несущей способности моста, такие как усиление арматурного каркаса и замена поврежденных элементов, могут значительно продлить срок службы конструкции. Вдобавок к этому, необходимо оптимизировать маршрутное движение из-за высокого коэффициента взаимодействия легкового и грузового транспорта, что может способствовать снижению нагрузки в часы пик.

Заключение. Исследование Вараксинского моста г. Йошкар-Ола показало, что он функционирует на допустимых значениях несущей способности, что подводит к необходимости проведения мероприятий по его укреплению и модернизации. Рекомендуется разработать планы по оптимизации транспортных потоков, включая изменение маршрутов грузового транспорта и внедрение системы мониторинга состояния моста. Эти меры позволят не только продлить срок службы моста, но и повысить безопасность дорожного движения в регионе, что является приоритетной задачей для управления транспортной инфраструктурой г. Йошкар-Ола.

Список источников

1. Кожушко В.П. Оценка несущей способности пролетных строений эксплуатируемых автодорожных мостов // Вестник ХНАДУ. 2006. №34-35. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nesuschey-sposobnosti-proletnyh-stroeniy-ekspluatiruemyh-avtodorozhnyh-mostov (дата обращения: 09.04.2025).

2. Майстренко И.Ю., Манапов А.З. Оценка резервов несущей способности и долговечности эксплуатируемых мостов с учетом индивидуальных особенностей // Известия КазГАСУ. 2009. №2 (12). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezervov-nesuschey-sposobnosti-i-dolgovechnosti-ekspluatiruemyh-mostov-s-uchetom-individualnyh-osobennostey (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 69.059

Снигирева А.А.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ТРЕБОВАНИЯ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ ШКОЛ

Аннотация. *В статье рассматриваются современные требования к общеобразовательным школам, а также положения программы.*

Ключевые слова: *капитальный ремонт, инфраструктура, стандарты, образовательные учреждения.*

В условиях стремительных темпов развития в образовательной среде и внедрения инновационных технологий, требования по капитальному ремонту школ становятся ключевым аспектом для обеспечения качественного образовательного процесса. Устаревшая инфраструктура может стать серьезным барьером для достижения высоких образовательных результатов, что подчеркивает необходимость актуализации норм и стандартов, регулирующих капитальный ремонт зданий школ.

Кроме того, безопасность и здоровье учащихся и педагогов напрямую зависят от состояния школьных помещений. Повышение требований к использованию безопасных материалов в строительстве зданий школ и обустройстве образовательного пространства, к доступности образовательных ресурсов и к увеличению эффективности работы сотрудников подчеркивает необходимость в обновлении и модернизации инфраструктуры школ.

В рамках государственной программы Российской Федерации "Развитие образования" капитальный ремонт образовательных учреждений с использованием экологически чистых материалов и современным технологическим оснащением зданий может быть реализовано проведением комплекса мероприятий по модернизации школьных систем образования при поддержке Министерство просвещения Российской Федерации.

С увеличением требований людей к комфортной образовательной среде сформировалось устойчивое общественное мнение, что устаревшие и плохо поддерживаемые школьные здания могут негативно влиять на учебный процесс и здоровье школьников. В связи с этим возникает необходимость пересмотра действующих норм и стандартов, регулирующих капитальный ремонт образовательных учреждений.

Разберём причины проведения капитального ремонта в образовательных организациях с точек зрения специалистов, работающих в разных сферах деятельности. Старая инфраструктура может представлять опасность. Капитальный ремонт позволяет устранить риски, связанные с аварийным состоянием каких-либо частей здания. Обновление систем отопления, электроснабжения и водоснабжения может снизить эксплуатационные расходы организации и оптимизировать распределение соответствующих ресурсов.

С течением времени корректируются строительные нормы и стандарты для конкретных зданий. Для того, чтобы соответствовать им, необходимо своевременно обновлять фасад зданий, внутреннюю и внешнюю инфраструктуру.

Износ строительных материалов приводит в негодность эксплуатацию производственных помещений организации. Использование современных ресурсов для строительства и отделки, применение новых технологий и инновационного оборудования улучшит качество выполненных работ и повысит срок полезного использования здания. Обновлённые классы могут быть оснащены современным оборудованием и интерьером, что позволит внедрять новые методики обучения в образовательный процесс.
Комфортные условия труда могут привлечь преподавателей, тем самым решив проблему нехватки квалифицированных специалистов в образовательной среде.

Достижение цели и решение задач Программы осуществляется путем реализации следующих взаимоувязанных по срокам исполнения, ресурсам и источникам финансового обеспечения мероприятий Программы:

Мероприятие 1. Проведение капитального ремонта зданий региональных (муниципальных) общеобразовательных организаций.

Мероприятие 2. Оснащение отремонтированных зданий общеобразовательных организаций средствами обучения и воспитания, соответствующими современным условиям обучения.

Мероприятие 3. Обеспечение в отношении объектов требований к антитеррористической защищенности.

Мероприятие 4. Обеспечение дополнительного профессионального образования педагогических работников, осуществляющих образовательный процесс.

Мероприятие 5. Обновление 100% учебников и учебных пособий.

Мероприятие 6. Привлечение обучающихся, их родителей (законных представителей), педагогических работников к обсуждению дизайнерских и иных решений в рамках подготовки и проведения капитального ремонта.

Денежные средства на реализацию работ по каждому мероприятию программы выделяются из федерального бюджета. Общая выделяемая сумма составляет 418,0 млрд. руб. за 2022-2026гг.

Таким образом, мероприятия по модернизации школьных систем образования позволят улучшить техническое состояние объектов, обновить оснащение организаций, повысить антитеррористическую защиту.

Список источников

1. Приказ Минпросвещения России N 15, Минстроя России N 25/пр от 19.01.2022 "Об утверждении программы "Модернизация школьных систем образования", https://legalacts.ru/doc/prikaz-minprosveshchenija-rossii-n-15-minstroja-rossii-n-25pr/ Дата обращения 31.03.2025г.

2. Результаты программы «Модернизация школьных систем образования», https://edu.gov.ru/modernization Дата обращения 31.03.2025г.

УДК 69.033

Снигирева А.А.
Научный руководитель: Титова А.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В АРКТИКЕ: ОБЗОР РЕШЕНИЙ И ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ

Аннотация. *В настоящем исследовании рассматривается актуальность использования быстровозводимых конструкций в современном строительстве в условиях сурового арктического климата. Работа направлена на обзор существующих типов сборно-разборных конструкций и оценку их функциональности и устойчивости в данных условиях.*

Ключевые слова: *строительство в Арктике, быстровозводимые здания, сборно-разборные конструкции, экстремальные климатические условия, модульное строительство, контейнерные здания, ЛМК, CLT панели.*

С каждым годом арктический регион привлекает все больше внимания как в контексте экологических изменений, так и с точки зрения экономических возможностей. Для ускоренного и эффективного освоения этих территорий необходимо решение задач строительства зданий и сооружений, обеспечивающих комфортное и безопасное пребывание людей в условиях сурового климата, экстремальных температур и удаленности от основных инфраструктурных центров. Оптимальным решением этой задачи является применение быстровозводимых зданий. Сборно-разборные конструкции представляют собой одно из наиболее перспективных технологических решений, обеспечивающих быстрое и эффективное строительство в Арктике благодаря мобильности и высокой скорости возведения.

Сборно-разборные конструкции представляют собой временные или постоянные здания и сооружения, спроектированные с учетом сложных климатических условий Арктического региона и изготавливаемые на заводе по заранее разработанному проекту. Эти конструкции обладают рядом специфических характеристик для обеспечения комфортного и безопасного функционирования в условиях низких температур, сильных ветров и значительных колебаний климата. К ключевым требованиям

относятся: высокая теплоизоляция, устойчивость к ветровым и снеговым нагрузкам, коррозионная стойкость и возможность быстрой сборки/разборки в условиях ограниченной инфраструктуры.

Сборно-разборные конструкции, используемые в Арктике, включают в себя различные типы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Модульные здания представляют собой предварительно изготовленные блоки-модули, которые легко транспортируются и собираются на месте. Благодаря высокой степени заводской готовности, такие сооружения возводятся и демонтируются в короткие сроки, что позволяет их повторно использовать на различных площадках. Несмотря на ограничения по этажности и сложности транспортировки крупногабаритных модулей, они широко применяются для строительства жилых, коммерческих и промышленных объектов. Для северных модульных зданий характерна высокая эффективность теплоизоляции, достигаемая за счет использования пенополиуретана или пенополистирола толщиной не менее 150-200 мм. Примером могут служить модульные жилые контейнеры, эксплуатируемые на Ямале, которые имеют усиленную теплоизоляцию и рассчитаны на температуры до -50 °С.

Контейнерные здания – это сооружения, созданные на основе специальных блоков из стальных конструкций с панельными или каркасными стенами и перекрытиями. Их главными достоинствами являются относительная дешевизна и доступность. Но в отличие от модульных каркасов, блок-контейнеры ограничены в размерах и сроках эксплуатации. Такие конструкции нуждаются в тщательном контроле утепления на заводском этапе для предотвращения образования парового конденсата, коррозии и плесени. Некоторыми способы продления срока службы контейнерного здания: усиление рам (утолщение нижней и верхней металлической рамы контейнера), утепление пола и потолка базальтовой ватой.

Каркасные здания из легких металлических конструкций (ЛМК) – экологичные быстровозводимое сооружение, состоящее из металлических каркасов и профилей. Из-за легких материалов (профили из стали или алюминия) снижается нагрузка на фундамент, позволяя строить на ограниченных участках. Такие конструкции обладают высокой жесткостью и устойчивостью к внешним нагрузкам: снеговым и ветровым, крайне важным параметрам для строительства сооружения в условиях Арктики. Однако при строительстве на Крайнем Севере необходимо учитывать, что элементы каркаса зданий по технологии легких тонкостенных конструкций создают многочисленные мостики

холода. Для решения этой проблемы предлагают использовать многослойные теплоизоляционные системы.

Здания из деревянных CLT-панелей – перспективный материал для арктического строительства, представляющий собой клееную перекрестно-слоеную древесину, отличающуюся высокой теплоизоляцией и малым весом. Преимуществами являются независимость монтажа от температуры и экономия на логистике и фундаменте. Ограничением выступает текущая нормативная база, лимитирующая этажность. Области применения включают мало- и среднеэтажное жилищное и социальное строительство. Для расширения использования CLT-панелей в Арктике необходимы нормативные изменения и комплексные исследования по оптимизации конструктивных решений.

В заключение следует отметить, что сборно-разборные конструкции представляют собой перспективное решение для строительства в Арктическом регионе. Каждый из рассмотренных типов конструкций имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе оптимального решения для конкретного проекта. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку новых материалов и технологий, позволяющих повысить энергоэффективность, долговечность и экологичность сборно-разборных зданий, предназначенных для эксплуатации в экстремальных климатических условиях Арктики.

Список источников

1. Варич Э.С. Технологии строительства модульных зданий в условиях крайнего севера / Э.С. Варич, Г.В. Михеев, П.А. Антипин, Н.А. Шендрик, А.П. Пелипенко, Д.С. Суслов // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1.

2. Курманова Е.Е., Таратута В.Д. Модульные здания: преимущества и недостатки // Вестник науки. 2020. Т. 3, № 6(27). С. 158-160. EDN BTHZBQ.

3. Боровская С.Г., Козинская Д.О. Проблемы и преимущества модульного строительства // Молодежный исследовательский потенциал 2023: Сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 23 февраля 2023. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2023. С. 374-379. EDN MASKKG.

УДК 674.039

Тимаков П.Г.

Научный руководитель: Шарапов Е.С., д-р техн. наук, доцент,
советник РААСН
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ И СТАТИЧЕСКОЙ ТВЁРДОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ МЕТОДОМ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА И УПРУГОГО ОТСКОКА

Аннотация. *Проведена оценка взаимосвязи плотности и статической твёрдости древесины сосны со склерометрическим индексом и энергией удара, измеренных методами ударного импульса и упругого отскока. Исследование проводилось на стандартных образца 50×50×50 мм^3, изготовленных из древесины сосны. Получены модели взаимосвязи с заметной корреляционной связью между склерометрическим индексом радиальной поверхности образцах и плотностью древесины сосны.*

Ключевые слова: *неразрушающий контроль, свойства древесны, метод ударного импульса, метод упругого отскока.*

Введение. Определение физико-механических свойств древесины является одной из задач при обследовании деревянных конструкций зданий и сооружений, а так же при оценке технического качества древесины в конструкционных пиломатериала и лесоматериалах. Однако, традиционные методы оценки свойств древесины являются разрушающими и требуют изъятия образцов. Сегодня для оценки свойств древесины, таких как плотность и твердость, наиболее перспективным с точки зрения простоты использования и интерпретации полученных результатов являются методы ударного импульса и упругого отскока [1, 2]. Метод ударного импульса реализованый в приборе ОНИКС-2.6 (ООО НПП «Интерприбор», Челябинск, Россия) [3], основан на регистрации энергии удара, возникающей при соприкосновении ударного бойка и поверхности исследуемого материала. Метод упругого отскока применяемый в приборе Proceq Silver Schmidt («Proceq SA», Шверценбах, Швейцария) основан на определение отношения скорости удара и отскока бойка от поверхности материала, и представляет собой склеро-

метрический индекс [4]. Целью даной работы являлось оценка взаимосвязи плотности и твёрдости древесины сосны с показателями приборов неразрушающего контроля, основаных на методах ударного импульса и упругого отскока.

Материалы и методы. Для проведения исследования было изготовлено 100 образцов из древесины сосны размерами 50×50×50 мм^3. В соответствии с ГОСТ 16483.0-89 образцы кондиционировались при температуре 20 ± 2 ºС и относительной влажности воздуха 65 ± 5 % до нормализованной влажности в климатической комнате. После кондиционирования измеряли плотность и влажность согласно ГОСТ 16483.1-84 и ГОСТ 16483.7-71.

Энергию удара определяли с помощью прибора ОНИКС-2.6 [3] основанного на методе ударного импульса, а склерометрический индекс оценивали методом упругого отскока с помощью прибора Proceq Silver Schmidt [4] на торцовой, радиальной и тангенциальной поверхностях образцов.

После определения плотности, энергии удара и склерометрического индекса образцы в соответствии с ГОСТ 16483.17-81 испытывали на статическую твердость, внедряя на глубину 2,82 мм в образец металлический шарик радиусом 5,64 мм на универсальной испытательной машине УТС-111.2-100-62 (ООО «Тестсистемы», Иваново, Россия).

Полученные результаты обрабатывались с использованием программного обеспечения Microsoft Excel (Microsoft Corp., Редмонд, Вашингтон, США).

Результаты. Установлено, что максимальный коэффициент детерминации (R^2=0,49) получен для линейной модели взаимосвязи склерометрического индекса радиальной поверхности образцов с плотностью древесины. Умеренная корреляционная связь выявлена между склерометрическим индексом и твёрдостью радиальной поверхности образца (R^2 = 0,12), а также между энергией удара о радиальную поверхность образца и плотностью древесины сосны (R^2 = 0,11). Теснота взаимосвязи параметров энергией удара о торцовую, радиальную и тангенциальную поверхности образца взаимосвязи со статической твердостью была незначительной или отсутствовала.

Заключение. По данным эксперимента выявлено, что при помощи прибора Proceq Silver Schmidt, основанном на методе упругого отскока, можно определить плотность древесины сосны при взаимодействии бойка прибора с радиальной поверхностью образца.

Список источников

1. González J.-C. Estimación de la densidad de la madera de pino radiata a través de un esclerómetro de impacto. Título de Ingeniero Civil / Universidad del bio-bio facultad de ingenieria departamento ingenieria civil y ambiental // Concepción. – 2016.

2. Martins, I. Janka hardness of hardwood species evaluated by the non-destructive sclerometric method / I. Martins, L. Deldotti, J. Soriano1, D. Faria // Materials and Structures. – 2022. – №55:227. DOI: https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-022-02064-x.

3. Патент № 52182 Российская Федерация, МПК G01N 3/40 (2006.01). Датчик склерометрический : № 2005135668/22 : заявл. 16.11.2005 : опубл. 10.03.2006 : Губайдуллин Г.А. – Текст : непосредственный.

4. Brandestini M. (11.09.2012) Method and apparatus for the non-destructive measurement of the compressive strength ofa solid. Patent, No. US8261620B2.

УДК 627.522

Шамиданов К.Э.
Научный руководитель: Турлов А.Г., канд. техн. наук
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ В ВОЛНОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ НА АКВАТОРИЯХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Аннотация. *В статье рассматриваются современные технологии преобразования волновой энергии, приходящейся на пассивные берегозащитные сооружения, с целью поиска наиболее эффективных направлений её использования. Проведен анализ существующих технических решений, предложена схема оборудования для преобразования волновой энергии в гидравлическую, а также определены перспективы применения таких систем для орошения прибрежных территорий. Определены основные направления дальнейших исследований по оптимизации параметров подобных установок.*

Ключевые слова: *волновая энергия, берегозащитные сооружения, преобразование энергии, гидравлическая энергия, орошение, волновые электростанции, технические решения, эффективность.*

Введение. Пассивные берегозащитные сооружения воспринимают значительные динамические воздействия. При этом гасится большое количество энергии [1]. Поэтому актуальным является вопрос о возможности использования этой энергии.

Цель работы состоит в определении перспективного направления использования волновой энергии, приносимой к сооружениям для защиты берега от волнения.

Задачи исследований:

1. Проанализировать существующие технологи и технические средства использования волновой энергии;
2. На основе данного анализа оценить наиболее доступные направления использования волновой энергии;
3. Разработать принципиальную схему оборудования берегозащитных сооружений устройствами для преобразования энергии волны в гидравлическую энергию.

Наибольшее распространение получили устройства, преобразующие волновую энергию в электрическую [2]. При этом применяются механические передачи на основе качающихся рычагов с поплавками на конце, закрепленных шарнирно за неподвижный причал. Или с использованием шарнирно соединенных между собой плавучих оснований. При этом из-за разности параметров волн сложно обеспечить непрерывное вращение вала электрогенератора с постоянной скоростью. Более гибкими оказываются системы с использованием промежуточного рабочего тела в виде воздуха или воды. В первом случае волна заполняет полость в берегозащитном сооружении вытесняя из этой полости воздух, который и направляется на лопасти воздушной турбины. Образовавшиеся воздушные потоки пропускаются через лопасти реверсивной турбины низкого давления Уэллса. Когда возникает откат воды, воздух возвращается в камеру, минуя все те же турбинные лопатки. При этом сохраняется направления вращения вала турбины вне зависимости от направления движения волны, что обеспечивает непрерывность передачи крутящего момента на вал генератора.

При использовании в качестве промежуточного рабочего тела воды используют два поплавка. Один из которых закрепленный на якоре соединен с корпусом поршневого насоса, а другой качающийся на волнах с поршнем этого насоса. Насос поднимает воду в расходный бак, из ко-

торого она попадает на гидротурбину, вращающую генератор. Такая схема позволяет сгладить различную амплитуду и частоту волн.

Однако кпд волновых электростанций достаточно низкий. А оборудование набережных подобными сооружениями достаточно сложно и это изменит их архитектурный вид. Более рациональным представляется использование энергии волны только для подъема воды для орошения прилегающих территорий. При этом можно использовать не только конструкцию встроенного в набережную поршневого насоса. Но и конструкции на основе гидротаранного эффекта.

Для определения оптимальной формы и параметров такой конструкции необходимо на основе анализа метеорологических параметров оценить вероятностные параметры волнения. Во всем диапазоне высоты волны.

Определить параметры энергии, приносимой волнами на берегозащитные сооружения.

Разработать принципиальную схему преобразования энергии волны в полезную энергию.

Разработать принципиальную схему преобразования энергии волны в гидравлическую энергию.

Математически смоделировать процесс.

Выводы. Выполнен анализ систем использования ветроволновой энергии. Определены перспективные направления преобразования энергии волн в берегозащитных сооружениях. Определены направления исследований по определению оптимальных параметров предложенной системы.

Список источников

1. Турлов А.Г., Какаджанов Г.Б. Анализ возможности использования энергии ветровых волн на плавучих островах//Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России: материалы VI Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 10-13 ноября 2020 г.) Часть 5, С.124-125, 2020 г., Йошкар-Ола, Издательство: ПГТУ

2. Агеев В.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (курс лекций): учеб. пособие. Саранск, 2014. 184 с.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ»

УДК 726.03

Авдалян Э.Г.
Научный руководитель: Макров А.И., профессор
Московский архитектурный институт
(Государственная академия)

СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕРВЫХ ПОЛКОВЫХ БАЗИЛИК НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ

Аннотация: *В статье рассматривается опыт внедрения полковых базиликальных храмов в военное духовенство Российской империи 20 века. Были рассмотрены труды предшествующих архитекторов, которые активно повлияли на формообразования и архитектуру образцового проекта Ф.М. Вержбицкого.*

Ключевые слова: *полковые базилики, Российская империя, формообразование, архитектура, образцовый проект, военное духовенство.*

Начало периода строительства базиликальных военных церквей попадает на XX век, и именно в это время формируется новая архитектурная традиция. История строительства церкви 6-го Кубанского пластунского батальона, разработанная архитектором А.И. фон Гогеном, открывает особую страницу в военном церковном строительстве второй половины XIX века. Проект, выполненный в византийском стиле, был возведен вернакулярно, что добавляло уникальности и специфики всему процессу, однако это и повлияло на качество строительства.

Фон Гоген предложил сохранить исторические несущие наружные стены, разгрузить среднюю часть храма и ввести мотивы русских национальных форм. Такое решение позволило не только уменьшить нагрузку на конструкцию, но и реформировать уже начатое строительство.

В результате архитектурной трансформации над средокрестием не появляется купол, что создает эффект трехнефной базилики с луковичной главкой, смещенной к плоскости фасада. Этот аспект архитектурного решения отдаленно напоминает приемы, примененные Д.И. Гриммом в его ранних работах, где акцент делался на функциональность и простоту форм, а не на сложность декора.

Декор церкви, выполненный с учетом экономических факторов, характеризуется скромностью исполнения. Пилястры над окнами и карниз с "зубчиками" на западном фасаде дополняют общий визуальный ряд, делая акцент на практическом назначении. Таким образом, можно наблюдать, как перед архитектором стояла задача, основанная на сугубо практическом подходе — построить церковь с минимальными затратами, что в конечном итоге отразилось не только в архитектурных формах, но и в духе той эпохи.

Позднее, к концу XIX века, в городе Ашхабад была возведена церковь Святого Михаила Архангела, при 17-м Туркестанском стрелковом полку. Эта утраченная на сегодняшний день церковь обычно приписывается известному русскому архитектору Д.И. Гримму. Объемно-пространственная композиция храма отчетливо показывает влияние стиля, присущего работам Гримма. В частности, звонница, оформленная на западном фасаде, напоминает проект церкви в Старожилове, который также принадлежит Гримму.

Базилика в Геворгаване, расположенная в нынешнем Нагорном Карабахе, была построена в начале XX века для 1-го Сунженско-Владикавказского полка казачьего войска. Храм, к сожалению, утрачен, сохранились лишь фундамент и основание на уровне цоколя. Архивные фотографии дают возможность представить, что это была однонефная базилика, венчанная луковичной главкой, увенчивающей алтарь. Колокольня, находившаяся над западным входом, завершалась двумя небольшими главками, что придавало зданию особую выразительность.

Выше рассмотренные базилики отличаются уникальным применением и адаптацией композиционных и планировочных структур, что отвечало нуждам полковых церквей. В этот период базилики стали возводиться активно, однако процесс их апробации и узаконивания не был должным образом организован. Каждая церковь строилась по индивидуальным проектам, соответствующим специфическим обстоятельствам и требованиям каждой конкретной ситуации. В результате строители зачастую сталкивались с проблемами, связанными с недостатком единой методологии и регламентации.

Только в начале XX века политика возведения базилик обрела новый мотив. Военное храмостроительство стало применяться более активно, и это было во многом связано с деятельностью военного министра того времени, А.Н. Куропаткина. Отсутствие капитальных храмов связывалось с ухудшением нравственного воспитания военнослужащих и снижением их морального духа.

Разработка образцового проекта церкви для воинских частей была поручена гражданскому инженеру, надворному советнику Ф. М. Вержбицкому. Возможно, в разработке проекта также принимал участие известный столичный зодчий И. С. Китнер, который был совещательным членом комиссии по устройству казарм с 1893 года.

Проект, разработанный Ф. М. Вержбицким, представлял собой однонефную базилику, развивавшуюся с запада на восток, что дает ей четкую и функциональную организацию пространства. Основным материалом для возведения служил красный кирпич, что не только обеспечивало долговечность конструкции, но и придавало ей характерный вид. Высокая колокольня с шатровым завершением, увенчанная луковичной главкой, была декорирована в мотивах «узорочья» XVII века, что свидетельствует о внимании к историческим и культурным традициям в архитектуре. С востока базилика завершалась граненым барабаном с ступенчатым карнизом, также увенчанным луковичной главкой, но с более широким пролетом, что создавало эффект воздушности и легкости.

Объемно-пространственное решение Вержбицкого отсылает к ранее приведенному проекту Л.Н. Бенуа — Георгиевскому собору, который также представлял собой базилику с вертикалями на западе и востоке, но отличался трехнефной композицией. Объемно-планировочная система решена максимально лаконично – однонефная без трансепта базилика, развитая с запада на восток трехчастного деления, была обращена к принципу «корабля» – типу православного храма. Для такой типологии характерна вытянутая форма основного объема, к которому примыкают на западном фасаде колокольня, на восточном – световой барабан и объем апсиды по одной оси. Это создает контраст с базиликами Гримма, в которых такой расстановки вертикальных акцентов не наблюдается. Одной из отличительных черт проектов Вержбицкого и Бенуа является наличие шатровой колокольни и приделов, уравновешивающих алтарную граненую апсиду.

Список источников

1. Антонов В.В Святыни Санкт-Петербурга . - 3-е изд. - СПБ: Чернышева, 1977. - 208 с.

2. Клавинг В.В Военные храмы России. - 1-е изд. - СПБ: Чернышева, 2002. - 161 с.

3. Лапин В.В. Военная столица Российской империи XIX - начала XX века.. - СПБ: Лики России, 2008. - 240 с.

4. Цитович Г.А. Священные храмы армии и флота России. - Пятигорск: Типо- литография А. П. Нагорова., 1913. - 320 с.

УДК 726.03

Авдалян Э.Г, Торосян В.Г.
Научный руководитель: Макров А.И., профессор
Московский архитектурный институт (Государственная академия)

АЛЕКСАНДРОПОЛЬ КАК ПРИМЕР ВЕРНАКУЛЯРНОГО ИСТОРИЧЕСКИ СФОРМИРОВАННОГО ГОРОДА В ПЕРИОД XIX – НАЧАЛО XX ВЕКА

Аннотация: *В статье рассматривается контекстный период существования и развитие города Гюмри, республика Армения в период существования Российской империи и СССР и практика возведений оборонительных сооружений российских вооруженных сил на пограничных территориях Александрополя в перо*

Ключевые слова: *Гюмри, Российская империя, СССР, 19 век, вооруженные силы России, пограничные территории, оборонительные сооружения.*

Город Александрополь (нынешний Гюмри) по древнегреческим историкам существовал в 8 веке до нашей эры. Гумры (с 18 по начало 19века). Крепость Александрополь основана в 1835 году, город учрежден в 1840 г. Позже – Ленинакан (1924-1991 гг.) В начале 20 века Ленинакан являлся одним из крупных городов, где масштабно дислоцировались военные гарнизоны Российской империи на границе с Османской империей, присоединенный еще в 19 веке к России в составе Восточной Армении. Историческая застройка города имеет морфотип вернакулярной застройки. Как правило, это малоэтажные каменные дома в один, максимум три этажа, возведенные из вулканического туфа на известковом растворе. В фундаментах жилых домов использовался бут и базальт. Существенные разрушения Александрополь получил в следствие землетрясения в 1929 и 1988 гг. 20 века. Помимо землетрясений на развитие города повлияли экономические и политические проблемы во времена СССР.

После присоединения Восточной Армении к Российской империи в 1829 году Александрополь получил много квалифицированных специалистов по комню, что позволило развивать локальную архитектуру исторических городов на границах с Османской империей. В современном Гюмри традиционное вернакулярное строительство продолжается по-

томками мастеров. Чаще, такое строительство встречается на юге города.

Изучая развитие вернакулярного строительства города можно выявить некоторые этапы:

1. До присоединения к Российской империи. Александрополь в 1830-1870-е года образовал генеральный план с регулярной прямоугольной застройкой и начал застройку первыми каменными домами, выложенные из вулканического местого туфа на глиняном и известковом растворе.

После присоединения к Российской империи. Период датируется 1880-1910-е гг. когда началось строительство железной дороги до Карса. Морфотип застройки города не изменял традициям армянской архитектуры, 19 век прошел с минимальными внедрениями новых архитектурный стилей в характер архитектуры города.

2. После присоединения к СССР. В 1920-1950-е года после присоединения Армении к СССР была выявлена политика советского государства, которое не регламентировало вернакулярное строительства. Однако, строительство продолжалось и несло компенсационный характер, вопреки новой Советской политике.

3. Неовернакулярный период (с 1990- по сегодняшний день). Начало 21 века принесло городу влияние модернизма и в тоже время активно возраждается строительство многоквартирных жилых домов из черного туфа. Несмотря на то, что уже начали активно работать специалисты в области архитектуры, вернакулярное строительство не прекращалось.

После того, как Российские войска под командованием князя Цицианова вступили в Гумры в 1805 году, произошел захват Шорагяла и его цетра Артик. Во время дислокации на этих землях Российским войскам необходимо было основать крепость, план которой составил инженером проектировщиком Готшельдом. Об идее основании крепости Цицианов доложил императору и попросил выделить средства сенату для строительства.

Практика возведение крепостей на завоеванных территориях Россией насчитывало к 19 веку около семи объектов. Шестой должна была стать Александропольская крепость, на тот момент крепость в Гумрах на границе с Турцией.

Уже к 1828 году Гумры был обращен в сборный военный пункт, куда сходились полки Российской империи, назначавшиеся в состав военного корпуса Азиатской Турции. После вторжения в Гумры персидских военных город потерял торговый путь с Карсом. Татары, населявшие

Гумры помимо армян, ушли в Карс в результате персидской войны, армяне – в Дежал- Оглы. Таким образом город начал пустеть.

К 1828 году Гумры был обособлен каменными стенами, однако сам город внутри все равно оставался руинированный. Чуть меньше сотни армянских жителей к 1830-ому году населяли тогда восстанавливающийся форштадт.

По военной энциклопедии 1911 года Александрополь упоминается как крепость- склад и уездный город Эриванской губернии на Возвышении Шулаверского плато. Железнодорожные пути соединяют Александрополь с Карсом через Тифлис. А от Карса отходит путь на Начичеван к персидской границе. Еще во времена персидской войны на территории была турецкая крепость, план которой упоминается в энциклопедии. Крепость также упоминается в числе штатных крепостей второго класса 1832 года.

Уже при правлении Николая I было распоряжение начать проектирование нового проекта крепости Гумры. На территории крепости было предложено построить православный храм, из воспоминаний генерала-адьютанта и государственного деятеля при Николае I графа Банкендорфа следует то, что император лично заложил камень первый камень церкви Александры Великомученицы в Гумры, которая действует и по сей день уже в Гюмри. Строительство храма было завершено к 1837 году.

Список источников

1. Андрей И.И. Вернакуляр черного туфа. – 1-е изд. – Ереван: 2021. – 170 с.

2. Исмаил-Заде Д.И Население городов Закавказского края в XIX - начале XX Москва. 1991. - 168 с.

3. Лапин В.В. Военная столица Российской империи XIX - начала XX века.. - СПБ: Лики России, 2008. - 240 с.

4. Токарский Н.М. Архитектура Армении IV-XVI вв. – Ереван: Армгосиздат, 1961. – 378 с.

5. Цитович Г.А. Священные храмы армии и флота России. - Пятигорск: Типо- литография А. П. Нагорова., 1913. - 320 с.

УДК 711.4(470.343)

Грязева А.Г.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЗАСТРОЙКЕ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДЕ ЙОШКАР-ОЛЕ

***Аннотация**. В статье рассматривается программа по комплексному развитию территории. Приведен анализ территории города Йошкар-Олы, выделены зоны с наибольшим скоплением аварийных домов. Для некоторых зон даны рекомендации по их развитию.*

***Ключевые слова**: комплексное развитие территории, аварийный жилищный фонд.*

Жилищный фонд является важнейшей составляющей уровня социально-экономического развития государства. Благосостояние страны и качество жизни населения во многом зависит от скорости и эффективности решения вопросов и проблем в данной сфере. Существующий на сегодняшний день жилищный фонд в Российской Федерации имеет значительную степень износа, так как зачастую строился, как временный либо построен давно и не отвечает современным требованиям. Несмотря на то, что темпы строительства в последние годы растут, ежегодный объем ввода в действие нового жилья остается меньше площади аварийного жилищного фонда. При этом ввод нового жилья лишь в малой степени происходит взамен аварийного. Региональная адресная программа по переселению граждан из аварийного жилищного фонда медленно справляется с поставленной задачей, поэтому комплексное развитие территорий позволит переселить большую часть населения из аварийного жилищного фонда и на месте снесенных домов построить новые социально и экономически развитые районы.

Комплексное развитие территории (КРТ) — это совокупность мероприятий, направленных на обновление и устойчивое развитие неэффективно используемых территорий. В рамках КРТ происходит снос или реконструкция ветхих строений и постройка на их месте новых объектов, а также благоустройство прилегающей к застройке земли.

На территории города Йошкар-Олы можно выделить наиболее явные зоны скопления аварийных домов (рис. 1):

Для более детального анализа были выбраны зоны номер 1, 2 и 8.

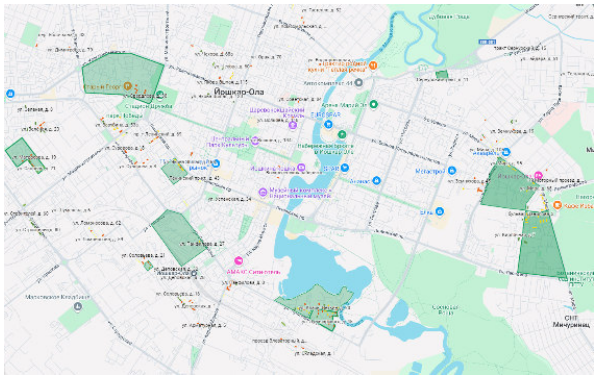


Рис. 1.

№	Характеристика
1	квартал, ограниченный улицами Зарубина, Логинова, Лобачевского и Ленинским проспектом
2	квартал, ограниченный улицами Панфилова, Герцена, проспектом Гагарина и железнодорожными путями
3	квартал, ограниченный улицами Прохорова, Баумана, Чкалова и Краснофлотской
4	квартал, ограниченный улицами Красноармейской, Машиностроителей, Свердлова и Ползунова
5	квартал, ограниченный улицами Лебедева, Героев Сталинградской битвы, Мира и бульваром Данилова
6	квартал, ограниченный улицами Карла Либкнехта, Мира, Героев Сталинградской битвы и бульваром Данилова
7	квартал, ограниченный улицами Луначарского, Клары Цеткин, переулком Лени Голикова и рекой Малая Кокшага
8	квартал, ограниченный улицами Клары Цеткин, Луначарского, переулком Лени Голикова и проездом Какшан

Территория квартала номер 1, занимаемая аварийными домами, имеет площадь 11095,6 м², на ней расположены 2 аварийных дома и 3 потенциально аварийных дома (рис. 2). В общей сложности в данных домах расположено 48 квартир. Инфраструктура развита, в пешей доступности

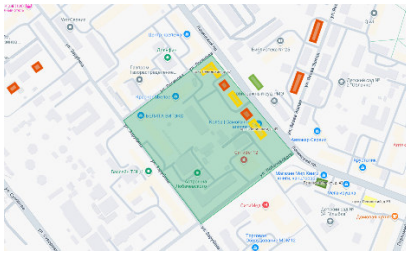


Рис. 2.

расположен центральный рынок, магазины, остановки общественного транспорта, гимназии № 4, 14, 26, детские сады «Рябинушка»,

«Облачко», «Улыбка». Площадь территории позволяет разместить на ней 2 многоквартирных 4х подъездных 9ти этажных дома. Осуществить обустройство двух детских площадок, парковочных мест, освещения, озеленение и установку малых архитектурных форм (МАФ).

Территория квартала номер 2, занимаемая аварийными домами, имеет площадь 4068 м², на ней расположены 1 аварийный дом и 1 потенциально аварийный (рис.3). В общей сложности в данных домах расположено 16 квартир. Инфраструктура развита, в пешей доступности

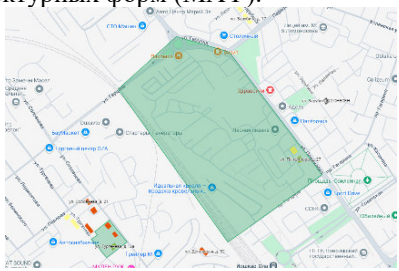


Рис. 3.

расположены магазины, остановки общественного транспорта, гимназия № 26, детские сады «Солнышко», «Вишенка», «Колосок», «Кече», железнодорожный вокзал, сквер им. Наты Бабушкиной, Юбилейная площадь. Площадь территории позволяет разместить на ней 1 многоквартирный 2х подъездный 9ти этажный дом. Осуществить обустройство двух детских площадок, парковочных мест, освещения, озеленение, МАФ.

Территория квартала номер 8, занимаемая аварийными домами, имеет площадь 46819,94 м², на ней расположены 12 аварийных домов и 5 потенциально аварийных (рис. 4). В общей сложности в данных домах расположено 156 квартир. Инфраструктура частично развита, в пешей доступности

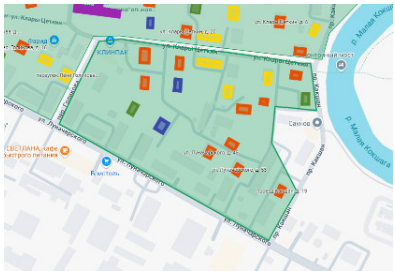


Рис. 4.

расположены магазины повседневного спроса, остановки общественного транспорта, школа № 13, детский сад «Рябинушка». Площадь территории позволяет разместить на ней 8 многоквартирных 4х подъездных 9ти этажных дома. Осуществить обустройство двух детских площадок, парковочных мест, освещения, озеленение, МАФ, а также разместить школу на 1100 мест и садик на 320 мест

Таким образом, реализуя программу по КРТ в городе Йошкар-Оле, можно расселить 24 аварийных домов, обновить территории, создать комфортную городскую среду, привлечь инвестиции для строительства, создать новые рабочие места, увеличивая налоги в бюджет.

УДК 72.05

Деревянных И.В.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АРХИТЕКТУРА БЕЗ ЗРЕНИЯ - ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧЕРЕЗ ТАКТИЛЬНОСТЬ И ЗВУК

Аннотация: *В статье рассматриваются принципы проектирования пространств, ориентированных на восприятие через тактильность и звук, как альтернативу традиционной визуальной составляющей. На примере исторических и современных объектов, рассказываются методы создания инклюзивных пространств.*

Ключевые слова: *тактильность, звук, вибрации, материалы, слепые, пространство.*

Архитектура традиционно ассоциируется с визуальным великолепием: изогнутые линии, игра света, контраст форм. Однако для миллионов людей, лишённых зрения или живущих с его ограничениями, эти элементы остаются абстракцией. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 2,2 миллиарда человек в мире имеют нарушения зрения, из них 36 миллионов — полностью слепы. Для них пространство — это не картина, а сложный пазл из звуков и текстур. Современная архитектура начинает осознавать эту реальность, переходя от стандартов «доступности» к созданию подлинно инклюзивных сред, где мультисенсорный опыт становится основой проектирования. Этот подход не только решает функциональные задачи, но и переосмысливает саму суть архитектуры. «Архитектура — это искусство, обращающееся ко всем чувствам одновременно, а не только к зрению», - Юхани Уолеви Палласмаа, финский архитектор, бывший профессор архитектуры.

Тактильное восприятие — первый язык, через который человек познаёт мир. Для слепых он становится основным инструментом навигации и эмоциональной связи с пространством. Тактильное проектирование — это не просто добавление рельефных поверхностей. Это философия, где кожа становится глазами, а пространство — языком тела. Архитекторы, работающие в этой сфере, используют комбинации материалов, температур, вибраций и масштабов, чтобы создать «тактильный мир», который направляет, информирует и вдохновляет.

Один из ключевых подходов тактильного дизайна — иерархия текстур и форм, которая превращает стены и полы в карту. Так, например растет популярность у тактильных плит для слабовидящих, которые располагаются в подходах к зданиям, в самих зданиях, на пешеходных переходах, и в самых различных городских зонах. Эти плиты — своего рода наземные указатели и дорожные знаки, обладающие направляющими и предупреждающими функциями. Тактильные плиты оснащаются особыми углублениями, канавками и рельефными элементами, которые передают тактильные сигналы. Это позволяет слабовидящим людям ориентироваться в пространстве, тем самым повышая безопасность и комфорт при перемещении. Также, вертикальные деревянные рейки на стенах меняющие интервалы: узкие зазоры предупреждают о повороте, а широкие — приглашают идти прямо. Это не просто декор, а язык, где грубый камень у входа предупреждает об опасности и внимании, а мягкие волны дерева в зоне отдыха подсказывают остановиться и расслабиться. Такие текстуры становятся азбукой, которую пальцы учатся читать быстрее, чем глаза распознают вывески.

Тактильный дизайн не ограничивается текстурой и формой. В общественных пространствах часто используются температурные маркеры, которые добавляют ещё один слой понимания. Например, холодная керамическая плитка под ногами ведёт людей к общим зонам с основной функцией, а тёплая пробка мягко останавливает их в зонах отдыха. Это гениально в своей простоте: тело запоминает контраст между прохладой и теплом, превращая его в подсознательный компас.

Также одним из приёмов тактильной архитектуры можно считать вибрационные подсказки. Интеграция вибротактильных элементов в полы и перила, как пример, в метро Токио тактильные плитки не только направляют, но и вибрируют при приближении поезда, предупреждая об опасности.

Если тактильность — это кожа архитектуры, то звук — её голос. Для слепых акустика становится картой, компасом и источником эмоций. Архитектура, ориентированная на слуховое восприятие, использует акустические свойства материалов и форм для создания «звуковых ландшафтов». Например, в японских храмах XVII века монахи размещали «поющие» полы угуисубари, которые издавали звуки при ходьбе, предупреждая о приближении чужаков. Сегодня этот приём адаптирован в общественных пространствах: тактильно-акустические плитки на тротуарах не только помогают незрячим ориентироваться, но и формируют звуковые маркеры, разделяя зоны движения, например, тактильно-акустические плиты не просто вибрируют под ногами — их ритм и

тембр меняются в зависимости от зоны: у пешеходных переходов звук становится низким и густым, а у входов в здания — высоким и звонким, создавая интуитивную «карту» города для незрячих.

Одним из ключевых методов проектирования становится управление акустикой пространства. Архитекторы играют с реверберацией, поглощением и отражением звука, чтобы помочь человеку «увидеть» помещение без глаз. Находясь в таких комнатах, посетители чувствуют разницу в масштабах: короткие отзвуки сигнализируют о узком коридоре, а длительные — о просторном зале.

Важную роль играет и выбор материалов. Стекло, металл и бетон, традиционно ценимые за визуальную эстетику, переосмысливаются через их акустические свойства. Например, перфорированные панели на фасадах не только пропускают свет, но и «фильтруют» звук: уличный шум смягчается, превращаясь в фоновый гул, а внутренние пространства наполняются приглушёнными тонами.

Обобщая вышесказанное, можно прийти к выводу, что проектирование пространств, направленных на опору не только на зрение, но также на тактильные чувства и звук требует переосмысления стандартов. Согласно исследованиям более 70% незрячих людей сталкиваются с трудностями в общественных зданиях из-за непродуманной акустики и отсутствия тактильных подсказок. Таким образом, современная архитектура, ориентированная на звук и тактильность, оказывается всё более востребованной и популярной. Она становится лабораторией для экспериментов, где пространство обретает голос и характер, а человек — новые способы восприятия окружающего мира.

Список источников

1. Кочнева А.С., Панкина М.В. Феномен тактильности в искусстве и его переосмысление в дизайне: проблемы психологии восприятия // Учёные записки. - 2021. - №3.

2. Лазовская Н.А., Агальцова Л.В. Формирование архитектурной среды для слепых и слабовидящих: Проблемы и пути их решения // Наука и техника. - 2004. - №5. - С. 15-18.

3. Практическая феноменология Стивена Холла // archi.ru URL: https://archi.ru/world/66898/prakticheskaya-fenomenologiya-stivena-holla (дата обращения: 28.03.2025).

УДК 725:692.25

Деревянных И.В.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСФОРМИРУЮЩИХСЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация: *В статье приводится исследование применения трансформирующихся ограждающих конструкций в проектировании общественных зданий как инструмент повышения адаптивности и функциональности архитектурных пространств, а также приводятся результаты работы над проектом музея современного искусства с использованием трансформирующихся ограждающих конструкций.*

Ключевые слова: *трансформируемость, конструкции, перепрофилирование, многофункциональность, перегородки, стены, музей.*

В условиях растущей урбанизации и изменяющихся социальных запросов архитектура общественных зданий сталкивается с необходимостью гибкости и адаптивности. Трансформирующиеся конструкции, способные менять форму, размер или функциональность, становятся всё более важным инструментом для создания многоцелевых пространств. Современные многофункциональные помещения, такие как конференц-залы, выставочные залы, стадионы, концертные площадки требуют динамичного зонирования, которое невозможно без трансформирующихся перегородок. Эти конструкции позволяют оперативно менять планировку, адаптируя пространство под разные сценарии использования.

Трансформирующиеся конструкции делятся на несколько типов, каждый из которых решает уникальные задачи. Первый тип – это раздвижные стены, состоящие из независимых друг от друга панелей, которые перемещаются вручную из зоны хранения. Их ключевое преимущество — возможность разместить зону складирования в нише, за углом или даже в надпотолочном пространстве. Второй же тип более популярен и имеет больше преимуществ — раздвижные перегородки, часто называемые «гармошки» представляют собой соединённые петлями панели, которые двигаются по напольному или потолочному рельсу. Такие перегородки могут быть выполнены из различных материалов, и

иметь различные степени светопрозрачности: непрозрачные - ЛДСП, гипсоакрил, гипсовинил и прочие, прозрачные - закаленное стекло и триплекс.

Эффективность перегородок напрямую связана с их акустическими свойствами. Современные раздвижные стены и перегородки «гармошки» обеспечивают звукоизоляцию до 52 дБ, что близко к показателям кирпичной кладки (56 дБ). Напольные рельсы, несмотря на простоту монтажа, часто нарушают эстетику пространства, поэтому в публичных зонах предпочтение отдаётся потолочным системам, которые исключают необходимость нарушать целостность пола. Однако такие решения требуют более тщательной проработки узлов примыкания, что увеличивает затраты на реализацию.

Для помещений с менее строгими акустическими требованиями разработаны складные мягкие перегородки. Их поверхность изготавливается из текстиля, винила или кожзаменителя, а конструкция фиксируется в любом положении благодаря напольному упору. Такие перегородки раскрываются как от центра к стенам, так и вдоль всего помещения, обеспечивая максимальную свободу. Они имеют минимальные затраты при монтаже и также просты в эксплуатации. Главным их недостатком является показатель звукоизоляции – до 36 дБ. Они идеальны для временного зонирования, например, в офисах или выставочных залах, где важны эстетика и простота использования.

При проектировании важно учитывать цели использования. Раздвижные стены подходят для зон, где требуется высокая мобильность, «гармошки» — для баланса функциональности и бюджета, а мягкие перегородки — для визуального разделения пространства без жёстких акустических норм.

Рассмотрим применение трансформирующихся ограждающих конструкций на примере предлагаемого мною музея современного искусства в г. Йошкар-Ола. Сам объект представляет из себя крупный выставочный центр общей площадью более 8000 м^2, имеет 2 крупных основных выставочных зала площадью 3450 м^2, а также дополнительные мультифункциональные пространства, основными функциями которых являются соединения между помещениями. Благодаря большим площадям в выставочных залах широко применяются различные типы трансформирующихся конструкций: раздвижные стены, перегородки «гармошки» (прозрачные и непрозрачные) и мягкие складные перегородки. Пунктирными линиями выделены потолочные направляющие, по которым происходят перемещения по помещениям. Трансформирующиеся перегородки и стены разделяют помещения на условные зоны, они

обеспечивают быструю и гибкую адаптацию под любой запрос и функцию помещения.

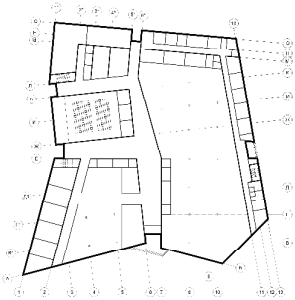


Рис. 1. План на отметке 0.000

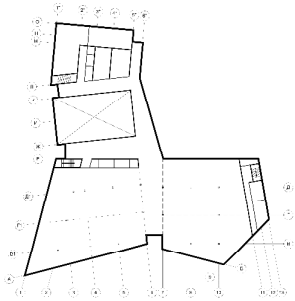


Рис. 2. План на отметке 4.500

Трансформирующиеся ограждающие конструкции становятся всё более востребованным и нужным инструментом в проектировании общественных зданий, обеспечивая гибкость, экономию ресурсов и адаптивность пространства под меняющиеся потребности. Их преимущества — многофункциональность и оперативная реконфигурация. Несмотря на повышенную стоимость, долгосрочная выгода и потенциал трансформирующихся конструкций расширяет возможности архитектуры и становится инструментом создания адаптивной среды, отвечающей запросам современного строительства.

Список источников

1. Трансформирующиеся перегородки // KnowHouse.ru. URL: http://www.know-house.ru/info.php?r=pereg&uid=3 (дата обращения: 01/04/2025).

2. Трансформируемые сборные перегородки из стекла для зонирования пространства в офисе // Glass строй. URL: https://www.glasstroy.ru/office-partitions/transformiruemye-sbornye-peregorodki-iz-stekla-dlya-zonirovaniya-prostranstva-v (дата обращения: 01/04/2025).

3. Marios C. Phocas, Maria Matheou Transformable structures and envelopes in architecture and civil engineering // Frontiers in Built Environment. — 2023. — №. 9.

УДК 72

Ефремова Г.Г.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ САКРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА. КАК АРХИТЕКТУРА ВЛИЯЕТ НА ВОСПРИЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА ЧЕЛОВЕКОМ

Аннотация: *В статье рассматривается концепция создания сакрального пространства и влияние архитектуры на восприятие окружающей среды человеком. Автор анализирует, как архитектурные элементы, такие как форма, свет, текстура и пропорции, формируют эмоциональный и духовный опыт пользователей.*

Ключевые слова: *сакральное пространство, архитектура, восприятие пространства.*

Сакральная архитектура — это не просто строительство зданий, а создание пространств, которые призваны вдохновлять, успокаивать и соединять человека с высшими силами. Музеи сакрального искусства становятся важными центрами, где можно исследовать это взаимодействие и осмысливать значение сакрального пространства в современном мире.

Сакральная архитектура охватывает широкий спектр стилей и форм, от древних храмов до современных церквей и мечетей. Однако все они имеют общие черты, которые делают их сакральными:

1. Пространственная организация. Сакральные здания часто проектируются с учетом символики. Например, крестовая форма христианских церквей или круглая форма буддийских ступ могут отражать духовные концепции.

2. Свет. Свет играет ключевую роль в создании атмосферы святости. Использование естественного света через окна или световые шахты может создавать эффект божественного присутствия.

3. Материалы. Натуральные материалы, такие как камень, дерево и стекло, часто используются для создания ощущения связи с природой и вечностью.

4. Звуки. Звуковая среда также важна для сакральных пространств. Эхо шагов по мраморному полу или звуки колоколов могут усиливать чувство святости.

5. Иконография. Изображения святых, библейские сцены или символы религии служат не только украшением, но и средством передачи духовных истин.

Сакральная топика (иеротопика) городского пространства – отдельная тема для гуманитарных исследований. Иерото́пия (др.-греч. ἱερός — священный и др.-греч. τόπος — место, пространство) — это создание конкретных сакральных пространств, рассматриваемое как особый вид творческой деятельности. Результатом иеротопического творчества как правило являются церкви и святилища, но могут быть также сакральные ландшафты, архитектурные комплексы, и даже города и страны. [1] Например, кремль – это не просто крепость, предназначенная для защиты исторического начала и жизненного центра города: его ворота украшаются иконами (как при входе в храм или монастырь), его башни посвящаются святым или праздникам. [2]

Иеротопия включает прежде всего процесс осознанного творчества, формирования сакрального пространства при помощи архитектуры, изображений, обрядов, света, запахов и иных медиа. При помощи понятия иеротопия, предметы сакрального искусства, «пребывающие ныне в состоянии музейной разобщенности, вновь собираются в своем времени и в своем месте». [1]

Музеи сакрального искусства играют важную роль в сохранении и интерпретации религиозного наследия различных культур. Они становятся местами встречи для людей разных вероисповеданий и культурных традиций, способствуя диалогу и взаимопониманию.

Архитектура музеев сакрального искусства должна отражать их миссию — быть местом для размышлений и изучения. Вот несколько ключевых аспектов:

1. Интеграция с окружающей средой. Музей должен гармонично вписываться в ландшафт, подчеркивая связь между природой и духовностью.

2. Создание зон для медитации. Важно предусмотреть пространства для тихих размышлений или медитации, где посетители могут остановиться и погрузиться в атмосферу умиротворения.

3. Интерактивные элементы. Современные технологии могут быть использованы для создания интерактивных выставок, которые помогут посетителям глубже понять контекст произведений искусства.

4. Световые инсталляции. Использование света как художественного элемента может создать уникальную атмосферу внутри музея, подчеркивая красоту экспонатов.

Сакральные пространства — это не только места поклонения или хранения искусства; они становятся центрами трансформации для людей. Посещение таких мест может вызывать глубокие эмоциональные переживания, способствовать саморефлексии и даже изменять восприятие мира.

В условиях глобализации и культурного разнообразия музеи сакрального искусства становятся важными площадками для межкультурного диалога. Они помогают людям понять различные религиозные традиции через призму искусства, что способствует уважению к различиям и укреплению связей между культурами.

Заключение

Архитектура сакральных пространств — это искусство создания мест, где вера находит свое выражение через форму, свет и материал. Музеи сакрального искусства играют ключевую роль в сохранении этого наследия и служат центрами для изучения духовности в современном мире. Создание таких пространств требует глубокого понимания как архитектурных принципов, так и культурных контекстов, что делает их уникальными не только как здания, но и как места встречи человеческой души с вечным.

Список источников

1. Иеротопия / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org (дата обращения: 27.03.2025).

2. Аванесов С.С. Сакральная архитектура как средство визуальной коммуникации [Текст] / С.С. Аванесов // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. — 2013. — № 4 (12). — С. 153-157.

УДК 711.4.01

Лебедева Ю.А.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМА ПАРКОВОК В ГОРОДЕ. КАК СДЕЛАТЬ БЕЗОПАСНЕЕ И ОЗЕЛЕНИТЬ ДВОРЫ

Аннотация: *В современных городах России стоит проблема нехватки мест для парковки автомобилей в городах, рекомендации по решению проблемы.*

Ключевые слова*: архитектура, город, двор, парковка, паркинг, нехватка.*

В наше время уже каждый второй уже имеет автомобиль, и с улицы городов становятся более загруженными транспортом. Создается ощущение как будто машины вытесняют пешехода. Автомобили ставят на газонах во дворах, и вместо зелени развороченная земля, грязь , собранная с дорог, и разрушенный бордюрный камень.

В результате роста автомобилизации возникло множество проблем с парковкой. Благодаря непродуманной многоэтажной застройке без подземных паркингов число машин во дворах всё прибавляется. И это относится не только к мегаполисам. Например, в нашем небольшом городе Йошкар-Оле и других городах с таким же числом населения,

ненамного отстает по уровню автомобилизации. Автомобили уже не умещаются в самих дворах, они занимают крайнюю полосу улицы, мешают движению по тротуарам.

Каждый водитель хочет ставить свою машинку у себя под окнами. И не многие задумываются, что по этому же двору ходят люди, мамы с детишками и колясками, бабушки с авоськами, собачники. И часто всем не разойтись.

Целью данного проекта является изучение и применение опыта других городов по решению проблемы транспортных парковок. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Изучить и провести анализ состояния парковочных мест нашего города.

2. Разработать рекомендации.

Проблемы парковочных мест.

Брошенный автомобиль. Нужно, чтобы участковые выполняли свои прямые обязанности - отслеживали, насколько брошен автомобиль, есть ли у него владелец и т. д. Заодно они бы проверили, кто где живет, есть ли прописка и есть ли у людей право льготной парковки. И надо сделать так, чтобы на одну семью выделялось по одному паковочному месту.

При каких условиях город может быть безопасным для всех

Надо отметить, что, например, в Москве выработан определенный принцип организации дорожного движения (ОДД), при котором на первое место ставятся безопасность и комфорт, а снижение аварийности является безусловным приоритетом. И есть решения, которые внедряются уже на этапе проектирования. Например, обеспечивать «треугольник видимости», позволяющий водителю при повороте заранее заметить пешехода, заблаговременно снизить скорость и затормозить. Хороший эффект имеет ограничение скоростного режима в городе. Также один из рабочих инструментов — разделение зон на улице, когда машины, средства индивидуальной мобильности и пешеходы не мешают друг другу. Сейчас нередко на пешеходных тротуарах встречаются и парковки машин, и движение электро-самокатов и велосипедов.

Парковка коммерческого транспорта во дворах. Очень часто мы наблюдаем картину, когда таксисты и грузовые автомобили, иногда и автобусы паркуются во дворах, дабы не платить за платную парковку.

Нарушение норм СанПиНа. Ярким примером в нашем городе является спортивные площадки школы №7. Гаражи расположены на их границе вопреки нормам.

Между границами школьных участков и гаражей минимальная санитарно-защитная зона должна составлять 25 м при мощности гаража до 20 машин и 50 м - при мощности гаражей до 50 машин. При большей мощности гаражей вопрос о степени их удаления от школы должен быть согласован с органами госсанэпиднадзора. (СанПиН 2.4.2.576-96)

Способы решения проблемы.

1 способ. **Шлагбаум**

2 способ. **Борьба с автохламом.** Иногда мы замечаем, что машина долгое время простаивает и просто ржавеет, а хозяин не спешит сдавать в утилизацию.

В данном случае обращаться за помощью в ГИБДД. Транспортное средство за нарушение правил стоянки (парковки) должно быть перемещено на специализированную стоянку.

3 способ. **Нанесение паковочной разметки.** Навести порядок поможет разметка паковочных мест, дающая понять автомобилистам, где стоять можно. Паковочную разметку необходимо сделать везде, где разрешена парковка, а за стоянку в неположенных местах нужно неуклонно штрафовать.

4 способ. **Постройка многоэтажных парковок или подземных парковок во дворах** дает возможность сверху проектировать хорошее благоустройство дворовой территории детские.

Заключение. Все это могло бы улучшить городскую среду. Это бы могло добавить больше места для отдыха взрослого населения или спокойного отдыха с детьми. Но стоит отметить, что полностью избавиться от парковок пока очень затруднительно. В данной статье описана лишь общая концепция борьбы с проблемой нехватки парковочных мест в городских районах. Однако она требует скорейшего решения, т.к. количество транспортных средств растет

Список источников

1. Панцырь А.А. Проблемы парковки во дворах, как исправить // Вестник науки. 2019. №10 (19). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-parkovki-vo-dvorah-kak-ispravit (дата обращения: 05.04.2025).

2. Галкина А.В. Городские парковки - способы решения проблемы // Экономика и социум. 2016. №4-1 (23). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gorodskie-parkovki-sposoby-resheniya-problemy (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 721.054

Смолякова В.Д.
Научный руководитель: Титова А.А., ст. преподаватель.
Поволжский государственный технологический университет

АДАПТИВНЫЕ УЧЕБНЫЕ ПРОСТРАНСТВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ В ИНСТИТУТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Аннотация. *Анализируются организации учебных пространств в Институте строительства и архитектуры (ИСА) в контексте современных требований педагогики и обучения, с целью выявить недостатки образовательной среды и разработать рекомендации по адаптации пространств для повышения эффективности обучения. Выявлены ключевые проблемы и предложены рекомендации по адаптации учебных пространств, направленные на повышение эффективности обучения.*

Ключевые слова: *учебные пространства, адаптивное обучение, эргономика, образовательная среда, методы обучения, вовлеченность, мультимедийные технологии.*

В современном образовании наблюдается тенденция к переходу от традиционных, ориентированных на пассивное восприятие информации, методов обучения к активным, стимулирующим самостоятельность, критическое мышление и сотрудничество студентов. Важным фактором, влияющим на эффективность обучения, является организация учебного пространства. Исследования показывают, что адаптивные учебные пространства, характеризующиеся гибкостью, комфортом и наличием современного оборудования, способствуют повышению вовлеченности студентов, улучшению их успеваемости и развитию креативности.

Однако, многие высшие учебные заведения, в том числе и институт строительства и архитектуры ПГТУ, до сих пор вынуждены проводить занятия в учебных пространствах с устаревшими моделями организации, не отвечающими современным требованиям педагогики и обучения. Это проявляется в наличии неудобной мебели, отсутствии необходимого оборудования для проведения проектных работ и групповых обсуждений, а также в фиксированной планировке классов, ограничивающей возможности применения разнообразных методик обучения.

Необходимость исследования проблем организации учебных пространств и адаптации к современным требованиям обусловила цель:

выявление основных недостатков существующей образовательной среды в ИСА и разработка рекомендаций по созданию адаптивных учебных пространств, способствующих повышению эффективности обучения.

В ходе работы был проведен анализ научных статей и монографий по теме адаптивных учебных пространств и современных методов обучения. А также организован и проведен анонимный опрос среди студентов и преподавателей ИСА с использованием онлайн-платформы. В опросе приняли участие 40 студентов и 15 преподавателей. Вопросы опроса были направлены на выявление проблем, связанных с организацией учебных пространств, таких как удобство мебели, наличие оборудования, возможности для групповой работы и т.д. Примеры вопросов: "Насколько удобна мебель в ваших учебных аудиториях?", "Достаточно ли в ваших аудиториях оборудования для проведения проектных работ?", "Есть ли в вашем распоряжении зоны для групповой работы вне занятий?".

Анализ научной литературы показал, что адаптивные учебные пространства характеризуются следующими ключевыми характеристиками:

Гибкость: возможность трансформации пространства в зависимости от задач обучения (лекция, семинар, групповая работа, проектная деятельность и т.д.).

Комфорт: наличие эргономичной мебели, обеспечивающей удобство и комфорт студентов и преподавателей.

Технологичность: наличие современного мультимедийного оборудования (проекторы, интерактивные доски, компьютеры, доступ к интернету), позволяющего использовать разнообразные методы обучения.

Вариативность: наличие различных зон для индивидуальной и групповой работы, отдыха и общения.

Результаты опроса студентов и преподавателей ИСА выявили следующие основные проблемы существующих учебных пространств:

Неудобная мебель: большинство студентов (75%) отметили, что мебель в учебных аудиториях неудобна и что лавки без спинки не способствуют комфортной работе.

Отсутствие современного оборудования: более половины студентов (60%) отметили недостаток оборудования для проведения проектных работ и групповых обсуждений. Преподаватели также отмечают, что отсутствие бесперебойного доступа к интернету, электросети и мультимедийным устройствам ограничивает возможности использования современных методов обучения. "Приходится приносить свою технику, но даже ее не всегда есть куда подключить, розеток очень мало," - отмечает один из преподавателей.

Недостаток зон для групповой работы: Большинство студентов (80%) и преподавателей (70%) отметили отсутствие зон для групповой работы вне занятий. "Нам негде собраться и обсудить проект, кроме как в коридоре или в столовой ВУЗа," - написал один из студентов.

Фиксированная планировка классов: преподаватели отмечают, что такая планировка ограничивает возможности применения разнообразных методик обучения. "Учащиеся всегда сидят в рядах, сложно организовать дискуссию или групповую работу" – написал в опросе преподаватель.

На основе анализа литературы и результатов опроса были разработаны следующие рекомендации по адаптации учебных пространств в ИСА:

Замена устаревшей мебели на современную, эргономичную мебель с использованием стульев и столов, регулируемых по высоте.

Оснащение учебных аудиторий современным мультимедийным оборудованием: установка проекторов, интерактивных досок, компьютеров с доступом к интернету, а также обеспечение достаточным количеством розеток для подключения оборудования.

Организация зон для групповой работы: рекомендуется выделить отдельные зоны в коридорах для организации групповой работы студентов.

Проведенное исследование выявило основные проблемы организации учебных пространств в ИСА, связанные с использованием устаревшей мебели, отсутствием современного оборудования, недостатком зон для групповой работы и фиксированной планировкой классов. На основе результатов анализа литературы и проведенного опроса были разработаны рекомендации по адаптации пространств, включающие использование эргономичной мебели, мультимедийного оборудования и гибких планировочных решений.

Внедрение предложенных рекомендаций позволит создать адаптивные учебные пространства, способствующие повышению вовлеченности студентов, улучшению их успеваемости и развитию креативности.

Список источников

1. Иванов А.В. Проектирование адаптивных образовательных сред: теория и практика / А.В. Иванов, С.П. Петрова. — Москва: Образование-Центр, 2019. — 256 с.

2. Тимофеева О.А. Гибридные форматы обучения: трансформация учебных помещений / О. А. Тимофеева // Высшее образование сегодня. — 2019. — № 7. — С. 34–39.

3. Шевченко В.Г. Эргономика и дизайн учебных аудиторий: подходы к адаптации / В. Г. Шевченко // Дизайн и архитектура. — 2022. — № 2. — С. 67–74.

УДК 725.381.3

Столбушинская П.В.
Научный руководитель: Нестерова И.М.
Поволжский государственный технологический университет

НАЗЕМНЫЕ МНОГОЭТАЖНЫЕ ПАРКИНГИ В РОССИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЙОШКАР-ОЛЫ

Аннотация: *В данной статье рассматривается роль наземных многоэтажных паркингов (НМП) в решении проблемы дефицита парковочных мест в российских городах. Представлен проект трёхуровневого паркинга в Йошкар-Оле (450 мест) с интеграцией сервисной зоны.*

Ключевые слова: *наземные многоэтажные паркинги, дефицит парковочных мест, энергоэффективность, климатические ограничения, градостроительные стандарты.*

Рост автомобилизации в России, особенно в мегаполисах, таких как Москва, Санкт-Петербург и Казань, обострил проблему дефицита парковочных мест. По данным Росстата (2023), плотность автомобилей в Москве достигает 420 единиц на 1000 жителей, что в 1.5 раза выше, чем в среднем по стране. Традиционные решения, такие как подземные паркинги, сталкиваются с высокими затратами на строительство и сложностями согласования в исторических центрах городов. Наземные многоэтажные паркинги (НМП) становятся альтернативой, однако их внедрение требует учета климатических, экономических и социальных особенностей. В статье анализируется роль НМП в России, приводятся статистические данные и описывается проект паркинга, разработанный для Йошкар-Олы.

1. Исторический контекст и российские реалии

Первые многоэтажные паркинги в России появились в 1990-х годах, однако их массовое строительство началось лишь в 2010-х. Согласно исследованию Ковалева (2021), к 2023 году доля НМП в общем парковочном фонде Москвы составила 15%, тогда как в Европе этот показатель достигает 30–40%. Основные причины отставания — недостаток финансирования, климатические ограничения (морозы, снеговые нагрузки) и низкая осведомленность о современных технологиях.

2. Архитектурные особенности и инновации

Современные российские НМП проектируются с учетом климата и урбанистических требований:

- Конструкции: монолитный железобетон (устойчивость к перепадам температур), стальные каркасы с антикоррозийным покрытием.

- Энергоэффективность: интеграция солнечных панелей и систем рекуперации энергии.

- Социальная интеграция: многофункциональные пространства на крышах (детские площадки, коворкинги).

3. Экологические аспекты

Согласно исследованию Григорьевой (2020), НМП в России могут снизить углеродный след на 25–30% за счет:

- Сбора дождевой и талой воды для технических нужд.

- Использования энергоэффективных материалов (светодиодное освещение, датчики движения).

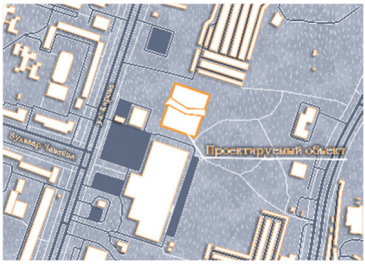
Однако в Сибири и на Дальнем Востоке внедрение таких технологий осложнено экстремальными температурами.

4. Проект наземного паркинга для города Йошкар-Ола

В Йошкар-Оле, городе с населением 250 000 человек, остро стоит проблема нехватки парковочных мест. С увеличением плотности застройки и численности населения эту проблему необходимо решать.

Я предлагаю разместить паркинг на свободной территории, граничащей с жилыми кварталами и общественной зоной, где находятся торговые центры. Это поможет облегчить размещение автомобилей как для местных жителей, так и для гостей города.

Паркинг расположен в микрорайоне Театральный на пересечении улицы Кирова и бульвара Чавайна в зоне высокой транспортной нагрузки. Объект интегрирован в окружение, включающее ТЦ «Эссен» (ТЦ «YOLKA»), ТЦ «Квартет» и жилую застройку. Архитектурное решение сочетает монолитный бетон, стекло, стальные конструкции с акцентами на динамичную геометрию фасадов и остекление. Трехуровневая структура (вместимость — 450 автомобилей) обеспечивает функциональность за счет зонирования и системы навигации. Проект направлен на снижение дефицита парковочных пространств, балансируя урбанистические потребности с экологической устойчивостью, а интеграция сервисной зоны (автомастерской) повышает комфорт пользователей, сокращая необходимость перемещения по городу для базового обслуживания транспорта. Учтены градостроительные стандарты, указанные в СП 113.13330.2016.



Ситуационная схема

Перспективный вид

5. Экономика и социальные вызовы

- Стоимость: Средние затраты на строительство НМП — 120–150 тыс. руб./м² (Минтранс РФ, 2022).
- Доходность: Платные паркинги в Москве приносят до 1.5 млрд руб. ежегодно.
- Социальное сопротивление: 68% жителей Санкт-Петербурга выступают против строительства НМП в жилых зонах (СПбГУ, 2022).

Для минимизации конфликтов требуется активное вовлечение горожан в обсуждение проектов.

Заключение. Наземные многоэтажные паркинги — перспективное решение для российских городов, но их успех зависит от адаптации международного опыта к локальным условиям. Внедрение «зеленых» технологий, таких как в проекте «Экопарк», и учет социальных факторов позволят НМП стать элементом умной городской инфраструктуры. Необходима поддержка научных исследований и государственных программ для преодоления существующих барьеров.

Список источников

1. Росстат. Транспорт в России – 2023. Москва: Росстат.
2. Минтранс РФ. Отчет о развитии парковочной инфраструктуры за 2022 год. URL: https://www.mintrans.ru.

УДК 725.91

Столбушинская П.В.
Научный руководитель: Осокина В.А.
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЗЕЕВ: ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЭСТЕТИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Аннотация: *Статья посвящена исследованию принципов проектирования современных музеев искусств, акцентируя внимание на архитектурных особенностях экспозиционных пространств. Статья демонстрирует, что проектирование музеев сегодня — это синтез эстетики, функциональности и технологий, направленный на превращение культурных объектов в динамичные общественные центры.*

Ключевые слова: *музеи, инклюзивность, градостроительные стандарты, мультифункциональность.*

Современный музей искусств давно перестал быть статичным хранилищем артефактов. Сегодня это динамичное пространство, где архитектура не просто обрамляет экспонаты, но становится активным участником культурного диалога. Проектирование таких объектов требует глубокого понимания того, как форма, свет и материал влияют на восприятие искусства, а также как создать среду, адаптирующуюся к меняющимся запросам общества.

Эволюция музейной архитектуры отражает трансформацию роли культуры в обществе. Если раньше музеи, подобные парижскому Лувру или петербургскому Эрмитажу, воплощали идею «храма искусства» с монументальными фасадами и анфиладой залов, то в XXI веке акцент сместился на гибкость и интерактивность. Например, Museo Soumaya в Мехико, спроектированный Фернандо Ромеро, демонстрирует отказ от традиционной иерархии залов: его спиралевидная структура объединяет произведения разных эпох в едином потоке, стирая границы между классикой и современностью. Этот подход подчеркивает, что музейное пространство должно не разделять, а соединять.

Ключевой принцип проектирования современных музеев — гибкость и мультифункциональность. Экспозиционные залы больше не закреплены за определенными коллекциями. Вместо этого архитекторы предлагают модульные решения, позволяющие трансформировать про-

странство под временные выставки. В лондонской Tate Modern мобильные перегородки и подвесные системы освещения дают кураторам свободу менять конфигурацию залов, создавая новые нарративы. Такая адаптивность особенно важна в эпоху, когда искусство все чаще выходит за рамки картин и скульптур, включая инсталляции, цифровые проекты и перформансы.

Несмотря на прогресс, проектирование музеев сталкивается с вызовами. Один из них — конфликт между традицией и инновацией. Реконструкция ГМИИ им. Пушкина в Москве, где подземные залы с динамическим освещением соседствуют с историческими интерьерами, вызвала споры о сохранении аутентичности. Другой вызов — устойчивость. Архитекторы все чаще используют переработанные материалы, как в Музее искусств Сан-Паулу, и внедряют энергоэффективные системы, но баланс между экологией и потребностями экспонатов остается сложной задачей.

В Йошкар-Оле, столице Республики Марий Эл, насчитывается около 40 музеев, большинство из которых сосредоточены на узкой тематике. Однако современные вызовы городской среды требуют новых подходов к культурным пространствам. Предлагаемый мною проект музея призван стать многофункциональным центром, объединяющим экспозиционную, образовательную и социальную функции, чтобы выйти за рамки традиционного музейного формата.

На первом этаже расположено мультифункциональное пространство, где гармонично сочетаются коворкинг для работы и творчества, лекторий для образовательных мероприятий и площадка для тематических событий — от кинопоказов до мастер-классов. Это позволяет музею стать точкой притяжения не только для ценителей искусства, но и для активных горожан. Второй этаж решен как гибкая экспозиционная зона: классические выставочные залы дополнены «мягкими» зонами отдыха с удобными диванами и интерактивными панелями, где посетители могут углубиться в изучение материалов или просто расслабиться. Отдельное внимание уделено научной составляющей: в здании размещены исследовательский центр и реставрационная мастерская, обеспечивающие сохранность и изучение коллекций.

Инклюзивность — ключевой принцип проекта. Вместо традиционной лестницы центральным элементом стал широкий винтовой пандус, который обеспечивает беспрепятственный доступ для маломобильных посетителей и работников, одновременно выступая архитектурной доминантой интерьера. Дополнительно предусмотрены тактильные экспонаты, адаптированные экскурсии и навигация для слабовидящих.

Архитектура музея диалогирует с природным ландшафтом. Часть здания «парит» над водной гладью, создавая эффект легкости и динамики, а фасад, обращенный к реке, выполнен с панорамным остеклением. Это решение не только наполняет интерьер естественным светом, но и визуально объединяет внутреннее пространство с окружающей средой, усиливая связь между искусством и природой.

Современный музей искусств — это больше, чем здание. Это пространство, где архитектура, технологии и общество взаимодействуют, создавая новые формы культурного диалога. Открытые планы, инклюзивные решения и «умные» материалы не только отвечают запросам сегодняшнего дня, но и закладывают основу для музеев будущего, где каждый посетитель становится соавтором художественного опыта.

Список источников

1. Новикова А.В. Архитектура музеев: от модернизма к цифровой эпохе. Москва: Архитектура-С, 2021. 320 с.

2. Koolhaas R. Elements of Museum Design. Rotterdam: NAi Publishers, 2019. URL: https://www.naibooks.nl (дата обращения: 20.11.2023).

3. ICOM. Рекомендации по климат-контролю в музеях. 2022. URL: https://icom.museum (дата обращения: 20.11.2023).

4. ГОСТ Р 56891-2021. Музеи. Требования к проектированию экспозиционных пространств. Москва: Стандартинформ, 2021.

5. Pallasmaa J. The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. Chichester: Wiley, 2012.

УДК 728.1

Токарева С.Е.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЖИЗНЬ НА МОСТУ: ИННОВАЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ

Анотация. *В последние годы архитектура меняется и стремится к гармонии с окружающей средой. Одним из самых ярких примеров таких нововведений стали дома-мосты — уникальные сооружения, которые соединяют два берега, создавая не только функциональные, но и эстетически привлекательные объекты.*

Ключевые слова: *архитектура, природа, мост, дом, рельеф, сооружение, постройка, конструкция, река, опора.*

Мосты – инженерные сооружения, предназначенные для переправы через овраги, реки, и т.п. С древнейших времён они служили важными составляющими, которые помогали развитию торговли, культуры и коммуникаций. Но мост может служить человеку и в качестве дома. Порою рельеф на участке застройки имеет такую сложную форму, что выравнивание земли будет трудным и дорогим. Поэтому люди строят так называемые «дома-мосты», которые «парят» над оврагами и руслами. Рассмотрим некоторые из них.

Дома мосты – более экологичные постройки. Они не требуют больших вмешательств в природу и сохраняют тот же облик участка. Пример этому трёхуровневый дом-мост в США, Калифорния (Рис. 1).

Рис. 1. Дом-мост в штате Калифорния, США, 2022г.

Дом опирается на две скалы, между которыми протекает ручей. В конструкции отсутствуют колонны. Вместо этого используются сталь-

ные балки, которые держат здание над землёй и не препятствуют течению воды. Панорамные окна визуально делают постройку более лёгкой: крыша и перекрытия будто бы парят в пространстве. Здание прекрасно вписывается в природу и никак не нарушает её.

В Росси тоже строятся подобные здания. Дом-мост в Тульской области был построен биоархитектором Иваном Овчинниковым (Рис. 2). Постройка располагается на небольшой речке, ширина которой 22 метра, и представляет собой мост, на котором возведён дом.

Рис. 2. Дом-мост Овчинникова, Тульская область, Россия, 2018г.

Несущая конструкция состоит из дерева и представляет фермы, между которыми был вписан жилой дом. Мост опирается только на берега реки и не имеет под собой колонн. На фотографиях дома отсутствуют радиаторы. Здание выступает в качестве дополнительного домика на участке. Возможно, в доме присутствуют электрические обогреватели, ведь без них проживание в зимний период может быть затруднительным. Интересной фишкой постройки могло выступать дерево, проходящее сквозь террасу дома (Рис. 3), но судя по всему от нее решили отказаться из-за трудностей при постройке.

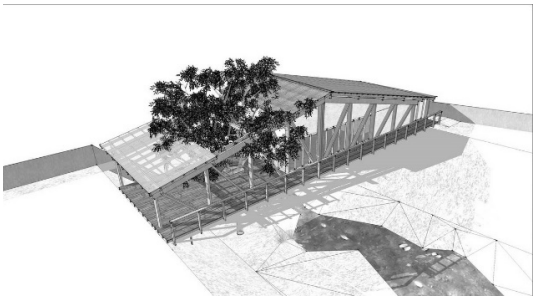


Рис. 3. Эскиз проекта дома-моста.

Дома-мосты представляют собой уникальное сочетание архитектурного гения и функциональности, позволяя не только преодолевать физические преграды, но и создавать новые пространства для жизни и взаимодействия. Эти необычные сооружения, встраиваясь в природный ландшафт, демонстрируют гармонию между человеком и окружающей средой. С каждым новым проектом дома-мосты становятся не только символами прогресса, но и важными элементами устойчивого развития, способствуя сохранению природных ресурсов и минимизации воздействия на экосистему. В будущем мы можем ожидать, что такие конструкции будут становиться все более популярными, отражая стремление человечества к более гармоничному сосуществованию с природой.

Подобное сооружение может быть возведено в городе Йошкар-Ола на реке Малая Кокшага рядом с Дубовой рощей. Ширина русла реки в тех местах составляет около 20 метров, а невысокие берега помогут облегчить строительство конструкции. Размещение ресторанов и кафе в таких постройках, наличие зон отдыха привлекут к себе не только туристов, но и граждан города, желающих посмотреть на необычную архитектуру. Дубовая роща дополнит своими красивыми массивами данные заведения и укроет людей от городского шума и суеты.

Таким образом, дома-мосты не только служат функциональными пространствами для жизни, но и вдохновляют нас на создание более устойчивого и взаимосвязанного мира. Уникальная природа и эстетика делают их важной частью современного архитектурного ландшафта, способствуя развитию новых идей и подходов в строительстве.

Список источников

1. Кожушко В.П., профессор, к.т.н.,ХНАДУ, «Оценка несущей способности пролётных строений, эксплуатируемых автодорожных мостов» -[https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-nesuschey-sposobnosti-proletnyh-stroeniy-ekspluatiruemyh-avtodorozhnyh-mostov/pdf].
2. Куликов О.О., «Дом-мост» -[https://elibrary.ru/item.asp?id=41548979].

УДК 725.945.1

Токарева С.Е.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПАМЯТНИК КАК СИМВОЛ ПАМЯТИ В АРХИТЕКТУРЕ

Анотация: *Военные памятники занимают особое место в архитектурном ландшафте городов, выступая не только как символы памяти и уважения к подвигам защитников Отечества, но и как важные элементы архитектурной среды. Эти сооружения становятся ее неотъемлемой частью, придают ей характер и глубину.*

Ключевые слова: *памятник, память, сооружение, образ, символ, набросок, крылья, герой, архитектура, эскиз.*

Малые архитектурные формы — это неотъемлемая часть городской среды, которая играет важную роль в создании комфортного и эстетически привлекательного пространства. Скамейки, беседки, декоративные ограждения, не только выполняют функциональные задачи, но и формируют облик общественных мест, парковых зон и улиц города. В условиях стремительного роста городов и изменения общественных потребностей малые архитектурные формы становятся важными инструментами для улучшения качества жизни горожан.

Люди возводят малые архитектурные формы не только для красоты и удобства. В каждом населенном пункте можно увидеть памятники, посвященные определённым событиям и людям. Они становятся центрами общественной жизни, местами, где люди собираются, чтобы почтить память павших героев, а также обсудить уроки истории.

Памятники героям СВО играют важную роль в формировании правильных моральных ориентиров у молодежи. Они подчеркивают значение мужества, отваги и чувства долга.

Сейчас проводится много студенческих конкурсов, целью которых является патриотическое воспитание и развития культурных ценностей граждан нашей страны.

В марте 2025 года проводился Всероссийский конкурс эскизов памятника участникам СВО. По его условиям в композиции обязательным было изображение крыльев ангела, которые «символизируют за-

щиту от зла и тяжёлых испытаний». Ими солдат должен укрывать своих близких от врага, тем самым крылья также выражают значимость заботы и любви семьи в поддержке защитников. Сами солдаты специальной военной операции говорят о том, что именно поддержка близких людей даёт возможность сохранять силу духа на поле боя и по возвращении домой.

Работа выполнения эскизов началась с маленьких набросков. Было важно определить композицию, которая в дальнейшем будет прорабатываться (Рис. 1,2).

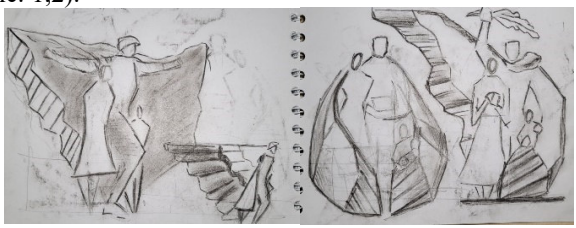


Рис. 1,2. Наброски, поиск образа памятника.

Главные трудности – правильное расположение людей, их движение и жесты. Ошибки в композиции могли нести негативный характер в образе памятника. Опорой служили советские памятники. Некоторые из них «минималистичны»: непроработанные одежда и лица, упрощённые формы оружия. Эффектности добивались за счёт позы, эмоций и масштабов сооружений. После долгих попыток был определён лучший набросок. В нём солдат одним крылом и рукой закрывает семью, что символизирует защиту близких от врага. Другое крыло гордо поднято вверх и символизирует силу духа и бесстрашие героя.

Следующей задачей стала детальная проработка эскизов. Из скульптурного пластилина была вылеплена небольшая модель памятника (Рис. 3,4).

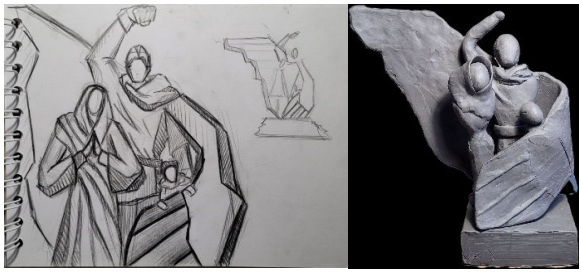


Рис. 3,4. Проработка образа.

На объёмной фигуре проще определить падающий свет и тени, а фактура материала дополняла облик.

Фотография обрабатывалась в программе «Photoshop»: были проработаны тени, дорисованы некоторые элементы, выполнена композиция проекта в целом (Рис. 5).

Рис. 5. Готовая работа.

Творческая группа работала увлеченно, тщательно выбирая каждый элемент памятника. На всю работу ушло около двух недель. Передать идею авторов так, чтобы её понял зритель – задача трудная. Но в данном случае она была достигнута.

Памятники играют важную роль в нашей культуре и истории, служат напоминанием о значимых событиях, личностях и ценностях, которые влияли на жизнь нашего общества. Они не только сохраняют память о прошлом, но и вдохновляют будущие поколения, побуждая их размышлять о своих корнях и идентичности. Памятники, как символы, объединяют людей, создавая пространство для диалога и осмысления. Важно бережно относиться к этим историческим артефактам, сохраняя их для будущих поколений, чтобы они могли продолжать выполнять свою миссию — быть мостом между прошлым и настоящим.

Список источников

1. Михеева И.В., «О понятии «культовые памятники» и их типологии» - [http://www.unn.ru/pages/vestniki_journals/9999-0195_West_pravo_2001_1(3)/21.pdf].

2. Галкова О.В., «Понятие «памятник культуры»: современные подходы к интерпритации» -[https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-pamyatnik-kultury-sovremennye-podhody-k-interpretatsii/viewer].

УДК 711.4.01

Чуприна А.Е.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЖИЛЫХ КВАРТАЛОВ: ПУТЬ К КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Анотация: *В данной статье рассматривается модернизация жилых кварталов, как реконструкция позволит повысить качество городской среды и уровень жизни в городах и существенно сэкономит бюджетные средства. В каждом мегаполисе, городе, поселке есть большое колличество старых кварталов, которые не соответствуют современным требованиям и нормам. Например: неблагоустроенные детские и спортивные площадки, отсутствие мест для отдыха, нехватка парковочных мест. Поэтому модернизация- это важный шаг к созданию современных, безопасных и комфортных городских пространств.*

Ключевые слова: *реконструкция, квартал, архитектура, благоустройство, строительство, городская среда.*

В настоящее время в век современных технологий, развития инфраструктуры, мало внимания уделяется самым основным и базовым потребностям человека – комфортной, безопасной городской среде. Жилые типовые пятиэтажные здания и кварталы уже не соответствуют современным требованиям. Отклонение от действующих норм по площади квартир (СП 54.13330.2022: «СНИП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные» (с изменениями № 1, 2), дефицит автопарковочных мест, отсутствие пешеходных дорожек, доступной среды для маломобильных групп населения, архитектурного облика и так далее. Модернизация квартала включает в себя множество задач, которые направлены на улучшение качества жизни. Выделим основные из них, которые необходимы при проектировании. 1) Анализ территории, (анализ озеленения, функциональный анализ территории, также небходимо выявить потребности жителей, провести обследование состояния инфраструктуры и жилых зданий. 2) Проектирование нового благоустройства квартала. Разработка и поиск идей. 3) Реконструкция жилых зданий. Можно модернизировать практически любой жилой дом более ранней постройки; улучшить качество дома, его внешний вид, заменить все коммуни-

кации, увеличить площадь существующих квартир. Подробнее я рассказывала в статье «Новый взгляд на советскую архитектуру старых зданий». Эти задачи, которые помогут городской среде создать удобные условия для проживания.

В качестве примера для реконструкции рассмотрим часть жилого квартала на улицах Первомайская и Бульвар Победы, дома 114,120, 122, город Йошкар-Ола, РФ. Дом 114, 120 построены 1958 году, дом 122 в 1960. Все здания являются кирпичными многоквартирными домами, 4х этажными. В доме № 114 43 жилых помещений, в доме № 120 47, в доме № 122 55.

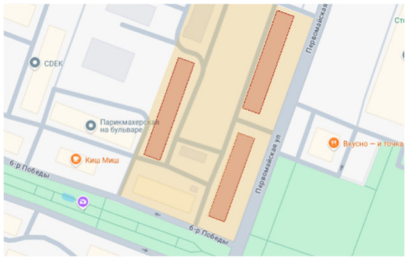


Рис. 1. Проектируемый квартал

Рис. 2. Фото обьекта

Проведем анализ территории для благоустройства: рельеф участка равнинный-пологий, без холмов и оврагов. Территория не имеет капитальных строений подлежащие сносу. Общая площадь участка для благоустройства: 4272,76 кв.м.. Функциональный анализ территории участка включает: детскую площадку, спортивную площадку, площадку для отдыха, парковочные места, мусорные баки, озеленение. Площадки для детей и для спорта в очень плохом состоянии, элементы лестницы на горку, качелей, сломаны и имеют острые края. Мусор, грязь, осколки бутылок и отсутствие уборки может привеси к серьезным травмам. Отсутствуют зоны отдыха для старшего поколения. Серые фасады хрущевок портят архитектурную эстетику городской среды, а также не соответствуют современным нормам.

Шаги в переобразовании: 1) реконструкция жилых зданий, которую можно осуществить для каждого дома по-отдельности, а также кварталов в целом. Готовые модернизированные здания возьмем из моего проекта, «Новый взгляд на советскую архитектуру». Свежие, яркие, фасады. Улучшение эстетической, функциональной и планировочной структуры повысит качество городской среды и уровень жизни граждан. Рис. 3

Рис.3 проект «Новый взгляд на советскую архитектуру"

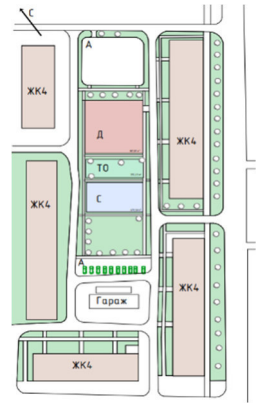


Рис.4 Благоустройство

2) Элементами благоустройства является: площадки отдыха взрослого населения, детские игровые площадки (площадки для игр детей дошкольного и младшего школьного возраста, , площадки для занятий физкультурой взрослого населения (в том числе спортивные), элементы озеленения, пешеходные дорожки, стоянки автомобилей. Рис.4

Озелененные территории общего пользования формируются в виде непрерывной системы, которая включает: участки зеленых насаждений вдоль пешеходных и транспортных коммуникаций (газоны, рядовые посадки деревьев и кустарников), озелененные площадки вне участков жилых домов и жилых групп, площадки для занятий физкультурой взрослого населения и детские игровые площадки, площадки отдыха взрослого населения.

Новая жизнь микрорайона-это комплексный процесс, который включает в себя обновление инфраструктуры, строительство новых объектов, вовлечение жителей и заботу об экологии. Таким образом, реконструкция жилых кварталов является важным шагом к созданию современных, безопасных и комфортных городских пространств.

Список источников

1. Свод правил 476.1325800.2020 «Территории городских и сельских поселений» -[https://tiflocentre.ru/download/sp_476.1325800.2020.pdf]

УДК 721.01

Ятманова А.В.
Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Аннотация. *В данной статье рассматривается градостроительное решение новой точки притяжения. Примером такой точки является проект, в котором представлен симбиоз искусства и развития.*

Ключевые слова: *архитектура, музей, медицина,* градостроительство*, развитие, туризм.*

Данная статья написана с целью проведения анализа влияния градостроительных решений на привлечение туристов в город Йошкар-Ола. Одним из акцентов может стать музей анатомических открытий и экспериментов на берегу реки Кокшага.

Развитие туристического потенциала региона невозможно без учета градостроительных решений, которые влияют на формирование инфраструктуры, доступность объектов, а также на общее впечатление туристов. Культурный туризм – это форма туризма, цель которого состоит в знакомстве с культурной средой места посещения, включая ландшафт, традиции жителей и их образ жизни. Это вызывает необходимость для каждого города искать собственные пути, методы и средства улучшения привлекательности городской среды, создания новой содержательной идеи города, формирования его образа, имиджа и бренда [1].

Современная тенденция в развитии музеев — увеличение количества зданий, созданных на базе памятников искусств и архитектуры, которые являются самыми посещаемыми среди общего числа культурных объектов. Эти комплексы, представляющие городскую художественную среду, становятся частью общественного центра города и задают новые цели для архитектурно-градостроительного развития.

Последние 10-15 лет во всем мире наблюдается истинный «бум» в области музейного строительства. Именно сегодня во многих городах рассматриваются проекты радикального расширения и перестройки существующих музеев и создаются новые с целью привлечения туристов.

Среди множества возведенных в последние годы сооружения искусств в первую очередь обращают внимания на себя здания, претендующие на роль духовного центра в культурном пространстве. Их внешний облик и оформление нередко вызывают сильные чувства и становятся предметом дискуссий, подчёркивая роль современного искусства в культурной жизни народа. Они претендуют как на статус градостроительной доминанты, так и на символическую маркировку территории, являющуюся центром современной культуры, местом, где рождается новое искусство [2].

Таким, к примеру, является Музей искусств Милуоки, построенный по проекту Сантьяго Калатравы в 2001 году. Главной изюминкой белоснежного здания является «Солнечный бриз» - своеобразные «крылья», которые раскрываются в солнечную погоду и складываются в пасмурную или просто ночью [2].

Рис.1. Музей искусств Милуоки, архитектор Сантьяго Калатрава, 2001 год

Современные архитектурные решения могут привлечь туристов благодаря созданию новых направлений музейной деятельности. Одним из интересных направлений для привлечения туристов является создание уникальных культурных объектов, таких как музей анатомических искусств. Специфическая архитектура этих зданий включает элементы, отсылающие к его тематике, — использование прозрачных материалов, органические формы и гармоничное сочетание с природным окружением. Например, использование стеклянных элементов позволит создать эффект «прозрачности» и открытости, что может эффективно подчеркнуть философию музея.

Я представляю градостроительный анализ музея анатомических искусств. Сооружение стоит на берегу реки Кокшаги в городе Йошкар-Оле.

Наш город растет, центр становится шире и разнообразнее. Музей анатомических искусств может стать одной из точек притяжения посетителей города и республики. Он расположен таким образом, чтобы вся

выставочная сторона была обращена на восхитительный панорамный вид реки. Одной из особенностей является то, что вся выставочная часть расположена на северо-востоке, так прямые солнечные лучи не попадут на экспонаты, и они смогут прослужить намного дольше. Выбор темы анатомического музея связан с тем, что в нашей республике медицинское обслуживание находится на недостаточно высоком уровне, также отсутствуют высшие учебные заведения данного направления. Таким образом, музей анатомических открытий и экспериментов зарождает у молодежи интерес к медицине и мечту стать врачом.

Сооружение представляет собой не только выставочное пространство, но и образовательный центр. Основная идея заключается в том, чтобы раскрыть красоту человеческой анатомии с помощью произведений искусства, скульптур, интерактивных экспозиций и мультимедийных инсталляций, что привлечёт дополнительную аудиторию и поддержит имидж региона как центра научного и творческого развития. Посетители смогут не только наблюдать, но и взаимодействовать с экспонатами, что позволит глубже понять как анатомическое строение, так и художественные приёмы. Музеев такой направленности за рубежом и в России очень мало, поэтому интерес к этой тематике вызовет большой интерес у туристов.

Создание музея анатомических искусств на берегу реки, благодаря своему грамотно разработанному градостроительному решению и запоминающемуся образу, способно значительно повысить туристический потенциал региона. Этот проект не только обогатит культурную жизнь местных жителей, но и станет магнитом для туристов, что приведёт ко многим положительным изменениям в экономике и социальной среде. Таким образом, комплексный подход к проектированию и реализации этого музея может стать успешным примером синергии градостроительства и туризма.

Список источников

1. Геманченко О.В., Вяткина Б.М. Роль городского дизайна и малых архитектурных форм в развитии туристической индустрии/ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», 2014. — 10 с.

2. Петрова Д.А. Роль музея в туристской деятельности/ "Актуальные проблемы гуманитарных наук", 2012. – 89-93 с.

Секция «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

УДК 528.47

Архипова Е.А.
Научный руководитель: Заварин Д.А., канд. эконом. наук, доцент
Вологодский государственный университет

ОБЪЕКТЫ ВОДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СИСТЕМЕ КАДАСТРОВОГО УЧЕТА

Аннотация. *В статье рассматривается на примере р.Волги важность кадастрового учета объектов водной инфраструктуры, таких как водохранилища и шлюзы, для эффективного управления водными ресурсами.*

Ключевые слова: *река Волга, водохранилища, шлюзы, кадастровый учет.*

Кадастровый учет объектов водной инфраструктуры – это систематизированный процесс регистрации, учета и контроля за состоянием и использованием объектов, связанных с водными ресурсами, таких как водохранилища, шлюзы и другие инженерные сооружения. Этот учет позволяет обеспечить эффективное управление водными ресурсами, их защиту и рациональное использование.

Например, река Волга, будучи крупнейшей водной артерией России, включает в себя 9 водохранилищ: Верхневолжское, Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское, Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское водохранилище, которые играют ключевую роль в управлении ее водными ресурсами. Водохранилища создаются для достижения нескольких целей: регулирования стока, обеспечения судоходства, выработки электроэнергии, а также создания дополнительных ресурсов для водоснабжения и орошения. [1]

Однако, чтобы обеспечить наиболее эффективное использование водохранилищ и поддерживать судоходство на реке, необходимы дополнительные инженерные решения. Здесь на помощь приходят шлюзы это специальные сооружения, представляющие собой систему камер, позволяющих судам переходить из одного уровня воды в другой. [2]

На Волге существует множество шлюзов, каждый из которых имеет свою уникальную историю. Некоторые из них, например, шлюз в Рыбинске, являются памятниками архитектуры, а другие, являются современными гидротехническими сооружениями, отвечающими всем требованиям безопасности и надежности.

Таблица 1 - Судоходные шлюзы, расположенные на р. Волге

№	Название шлюза	Регион	Город	Кадастровый номер
1	Шлюз №1 Канала имени Москвы	Московская область	Дубна	50:40:0000000:5648
2	Шлюз №10У Угличского гидроузла	Ярославская область	Углич	76:22:020107:22
3	Шлюз №11 и №12 Рыбинского гидроузла	Ярославская область	Рыбинск	76:20:010106:2
4	Шлюз №13 и №14 Городецкого гидроузла	Нижегородская область	Городец	52:15:0100102:33
5	Шлюз №15 и №16 Городецкого гидроузла	Нижегородская область	Городец	52:15:0100102:32
6	Шлюз №17 и №18 Чебоксарского гидроузла	Чувашская Республика	Новочебоксарск	21:02:010105:66
7	Шлюз №21 и №22 Жигулевского гидроузла	Самарская область	Жигулевск	63:09:0000000:10158
8	Шлюз №23 и №24 Жигулевского гидроузла	Самарская область	Жигулевск	63:09:0000000:10157
9	Шлюз №25 и №26 Саратовского гидроузла	Саратовская область	Балаково	64:40:010407:4
10	Шлюз №30 и №31 Волжского гидроузла	Волгоградская область	Волжский	34:35:030101:42

Таблица содержит информацию о 10 шлюзах на реке Волга, расположенных от Московской области до Волгоградской области, покрывая значительную часть ее протяженности.

Каждый шлюз, как правило, состоит из двух камер (например, "№13 и №14" или "№21 и №22"), что позволяет одновременно пропускать суда в обоих направлениях. Названия шлюзов (например, "Шлюз №10У Угличского гидроузла") указывают на их принадлежность к конкретному гидроузлу, что подчеркивает их интегральную роль в системе управления уровнем воды на Волге.

Все объекты, включая шлюзы, подлежат кадастровому учёту, что позволяет фиксировать информацию о них и упрощает управление водными ресурсами. На публичной кадастровой карте шлюз обозначается как объект инфраструктуры, имеющий уникальный кадастровый номер, адрес, площадь, категорию земель, вид разрешенного использования и кадастровую стоимость. Эти обозначения позволяют легко находить и идентифицировать шлюзы, а также получать информацию о них через кадастровые системы. [3]

Кадастровый учет объектов водной инфраструктуры, таких как водохранилища и шлюзы, играет важнейшую роль в управлении водными ресурсами, обеспечении безопасности судоходства и охране окружающей среды. Он создает прозрачную и упорядоченную систему информации о гидротехнических сооружениях, что способствует эффективному планированию, контролю и принятию решений в сфере водного хозяйства. Наличие достоверных и актуальных данных в кадастре необходимо для устойчивого развития и рационального использования водных ресурсов.

Список источников

1. Попова А.С. Река волга / А.С. Попова, Г.В. Вяткина. — текст: непосредственный // вклад молодёжи в развитие АПК региона. — Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. — С. 82-84.

2. Ворошилова М.И. Особенности пропуска речных и морских судов через судоходные шлюзы / М. И. Ворошилова, К. Оливье. — текст: непосредственный // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. — 2023. — № 3. — С. 32-37

3. Матросова Ю.А. Использование публичной кадастровой карты, как справочного средства исследования инфраструктурного развития территории / Ю. А. Матросова, Д.А. Заварин. — текст: непосредственный // современные тенденции в кадастре, землеустройстве и геодезии. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. — С. 16-20.

УДК 539.376

Ахадуллаев А.Э.
Научный руководитель: Белощенко Д.В., ст. преподаватель
Сургутский государственный университет

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. *В статье рассматриваются вопросы повышения безопасности при проведении работ на опасных производственных объектах нефтегазодобывающего управления. Представлены результаты разработки и внедрения инструмента, направленного на минимизацию рисков и повышение эффективности производственного контроля: «Книги Допуска» для строительно-монтажных организаций. Описан практический опыт реализации данного проекта на объектах нефтегазодобывающей промышленности. Предложены рекомендации по масштабированию представленного решения на другие объекты нефтегазоконденсатных месторождений.*

Ключевые слова: *промышленная безопасность, опасные производственные объекты, меры безопасности, строительно-монтажные работы, Книга Допуска, нефтегазодобыча.*

Обеспечение безопасности на опасных производственных объектах (ОПО) является приоритетной задачей для предприятий нефтегазовой отрасли. Несмотря на существующие нормативные требования и регламенты, анализ производственного контроля регулярно выявляет нарушения, потенциально приводящие к авариям и несчастным случаям [1]. В связи с этим, разработка и внедрение эффективных мер по повышению безопасности, основанных на практическом опыте и адаптированных к конкретным условиям эксплуатации, представляется актуальной и востребованной.

Методы исследования. Для достижения поставленных задач были использованы следующие методы:

- детальный анализ действующих нормативных документов в области промышленной безопасности и охраны труда.
- выездные проверки при осуществлении производственного контроля с целью выявления типичных нарушений и формирования базы фотоматериалов.

- систематизация и визуализация информации в форме шаблонов документов.

Анализ проблем и постановка задач. Эксплуатация опасных производственных объектов (ОПО) обязывает строгое соблюдение регламентированных норм и правил, направленных на предотвращение ущерба как для работников, так и для окружающей среды. В число процессов с повышенной опасностью на ОПО включаются сварочные работы [2]. Неправильное выполнение установленных стандартов в данной области представляет серьезную угрозу для здоровья человека, поскольку сварка сопряжена с рисками возникновения возгораний, электрических ударов, отравления токсичными газами, воздействия ультрафиолетового облучения и повреждения зрения [3].

С учетом вышеизложенного были разработаны специальные требования к проведению сварочных работ на опасных производственных объектах. Аварии на ОПО чаще всего происходят по организационным причинам, в частности, из-за человеческого фактора, включая нарушения производственной дисциплины, неосторожные или несанкционированные действия сотрудников, а также несоблюдение стандартов безопасности и охраны труда. Основной причиной таких нарушений является отсутствие знаний или неполное понимание некоторых производственных процессов. В области, максимально сопряженной с рисками, как сварка, любые отклонения недопустимы, поскольку последствия могут быть катастрофическими. Таким образом, крайне важно обеспечить работников информацией о последствиях несоблюдения норм и правил в процессе выполнения сварочных работ.

В ходе анализа производственного контроля в области обеспечения безопасности в сфере строительно-монтажных работ наблюдались проблемы, связанные с утерей и некорректным оформлением допускающей документации, что увеличивало риски нарушений требований охраны труда и промышленной безопасности. В связи с этим, была поставлена следующая задача: разработка «Книги Допуска», содержащей готовые шаблоны документов для оформления допуска строительно-монтажных организаций к работе на ОПО.

Результаты и обсуждение. В результате проведенной работы был разработан следующий инструмент: **«Книга Допуска» для строительно-монтажных организаций.** Данная книга содержит готовые шаблоны бланков допускающих документов, разработанных в соответствии с актуальными требованиями нормативных документов РФ и нефтегазодобывающей промышленности Внедрение «Книги Допуска» было осуществлено на опасном производственном объекте.

Практическая реализация и оценка эффективности. Внедрение «Книги Допуска» обеспечило значительное сокращение времени на оформление допускающей документации и ее сохранность в полном объеме на весь период проведения строительно-монтажных работ.

Заключение. Разработанный и внедренный инструмент – «Книга Допуска» для строительно-монтажных организаций – показал свою эффективность в повышении безопасности и оптимизации производственных процессов на опасных производственных объектах нефтегазодобывающего управления.

Данная разработка рекомендуется к реализации на всех строительных площадках, расположенных на кустовых площадках нефтегазоконденсатных месторождений.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку аналогичных инструментов для других видов работ и объектов, а также на автоматизацию процессов оформления и контроля документации.

Разработка и внедрение «Книги Допуска» являются эффективным мероприятием по повышению безопасности на опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли. Представленное решение позволяет упростить оформление документации и повысить общий уровень промышленной безопасности. Реализация данных проектов продемонстрировала положительное влияние на безопасность и эффективность производственных процессов.

Список источников

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» №116-ФЗ от 21.07.1997 г.

2. Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999 г. № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22260/ (дата обращения 05.02.2025).

3. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.

УДК 532.5, 622.692

Беляков А.А.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ПОТОКА НА УЧАСТОК ТРУБОПРОВОДА

Аннотация. *Проведено экспериментальное исследование динамического влияния потока на участок трубопровода. Выполнена статистическая обработка его результатов.*

Ключевые слова: *подводный переход, нефтепровод, динамическое влияние потока, эксперимент, статистическая обработка.*

Источниками нарушения природного равновесия являются подводные переходы магистральных нефтепроводов, которые подвергаются динамическому воздействию потока. В этой связи экспериментальное исследование динамического влияния потока на трубопровод является актуальной задачей.

Целью работы является проведение эмпирических исследований динамического воздействия потока на трубопровод подводного перехода и статистическая обработка результатов.

Для экспериментального определения силового воздействия потока на участок трубопровода в зависимости от средней скорости потока была изготовлена экспериментальная модель, устанавливаемая в гидравлическом лотке (рис. 1). Моделирование проводилось по числу Рейнольдса, поскольку преобладающими являются силы трения [1]. Лабораторные испытания выполнялись в стеклянном гидравлическом лотке прямоугольного сечения глубиной 470 мм и шириной – 300 мм. В рабочей части лотка устанавливалась модель трубопровода в различных положениях. По тарировочной кривой прямоугольного водослива определялся расход потока. Измерение скоростей производилось гидрометрической вертушкой ГМЦМ-1м. Лобовое сопротивление трубопровода определялось из показаний электронного динамометра.

Программа эксперимента включала определение силы лобового сопротивления в диапазоне расходов от 5,3 л/с до 11,4 л/с при расположении трубы в траншее, на дне и выше дна.

Рис. 1. Экспериментальная установка

На первом этапе выполнена проверка статистических характеристик, включая показатели представительности результатов, точности значений, достоверности данных, однородности ряда измерений, изменчивости показателей и характера получаемых значений силы лобового сопротивления. В результате вычислены величина выборочной дисперсии, среднеквадратичного отклонения, вариационного коэффициента, величины средней ошибки, относительной величины погрешности результатов измерений при заданной доверительной вероятности.

Ряд является малой выборкой, поскольку число ее членов n<30. Величина доверительного интервала оценена по коэффициенту Стьюдента. Значение доверительной вероятности 0,95 при числе измерений n=20 позволило найти табличную величину $\alpha_{ст}$=2,09 [3]. Интервал доверительных значений равен $\mu_{ст} = \pm 0{,}004 \cdot 2{,}09 = \pm 0{,}008$ л/с. Величина относительной погрешности данных серии измерений составила $\delta = 2{,}06$ %. Наименьшее число измерений при точности в 5 % $N_{min} = \left(k_в{}^2 \cdot \alpha_{ст}{}^2\right)/5^2 = 6{,}79 \approx 7$ измерений.

После проведения семи серий измерений силы лобового сопротивления при расположении трубы в траншее, на дне и выше дна проверялась воспроизводимость по критерию Кохрена $k_{кр} = \max D_i / \sum_i^m D_i = 0{,}4$. Число степеней свободы $q = n - 1 = 7 - 1 = 6$. В пяти сериях экспериментов при шести степенях свободы критерий Кохрена $k_{кт} = 0{,}48$. Выполнение условия 0,4<0,48 подтверждает их воспроизводимость [3].

В среде CurveExpert получены уравнения регрессии $v = f(P_x)$ для случая «труба в траншее» $x(y) = (0{,}081 + 0{,}784 \cdot y)/(1 - 1.8 \cdot y + 32.06 \cdot y^2)$, случая «труба на дне» $y = 1/(889 - 973 \cdot x^{0{,}05})$ и случая «труба выше дна» $y = 1/(818 - 896 \cdot x^{0{,}05})$, при этом коэффициент корреляции составил 0,88, а средняя ошибка – 0,15% (рис. 2).

Для определения адекватности уравнений использован статистический критерий согласия Фишера. В результате дисперсия адекватности

составила $D_a = \sum_1^n (y_{iт} - \bar{y}_{iэ})^2 / (n-d) = 0{,}12$. Средняя дисперсия всего эксперимента $D_{ср} = \sum_1^n \sum_1^m (y_{iэ} - y_{iT})^2 / mn = 0{,}01$. Опытный критерий Фишера $k_{фэ} = D_a / D_{ср} = 17{,}49$.

Теоретическое значение критерия Фишера при степенях свободы $q_1 = n - d = 5 - 3 = 2$ и $q_2 = n(m-1) = 5(7-1) = 30$ равно $k_{фт} = 19$. Модель адекватна, поскольку $k_{фэ} = 17{,}49 < k_{фт} = 19$.

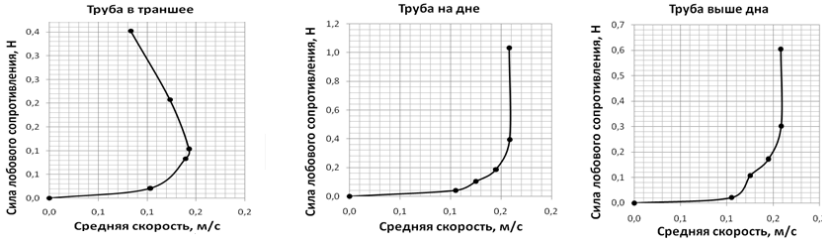


Рис. 2. Зависимости силы лобового сопротивления от средней скорости потока

Таким образом, для безопасной эксплуатации трубопроводов при транспорте нефти необходима разработка средств защиты подводных переходов, учитывающих динамическое воздействие потока на трубопровод. Динамические средства управления потоком могут включать перемещаемые решетки, которые установлены на понтоны. Перемещение устройства по длине русла может производиться лебедкой и канатами, удерживаемыми якорями [2].

Список источников

1. Леви И.И., Моделирование гидравлических явлений, Москва-Ленинград: Госэнергоиздат, 1966 – 210 с.

2. Поздеев А.Г., Совершенствование оценки экологического состояния линейных частей нефтепроводов на территориях с интенсивным карстообразованием / А.Г. Поздеев, С.Я. Алибеков, С.Ф. Киркин, Ю.А. Кузнецова// Вестник МарГТУ. Серия «Лес. Экология. Человек». – №2, 2011. – С. 84-93.

3. Родионов П.М., Основы научных исследований: Учебное пособие/ П.М. Родионов. – Ленинград: ЛТА, 1989. – 100 с.

УДК 534.631

Березина Т.А.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ

Аннотация. *В статье описано влияния акустического воздействия на процесс горения.*

Ключевые слова: *горение, акустические волны, пламя, температура, скорость.*

Горение — это экзотермическая реакция, в ходе которой происходит окисление топлива с выделением тепла и света. Этот процесс играет ключевую роль в энергетике, промышленности и быту. Однако, несмотря на его широкое применение, многие аспекты горения остаются недостаточно изученными. Одним из таких аспектов является акустическое воздействие на процесс горения. В последние годы все больше исследований посвящено влиянию звуковых волн на характеристики горения, что открывает новые горизонты для оптимизации процессов сжигания и повышения их эффективности.

Акустические волны — это механические колебания среды, которые распространяются в виде волн. Они могут быть как продольными, так и поперечными, в зависимости от характера колебаний частиц среды. Частота звуковых волн может варьироваться от инфразвука (менее 20 Гц) до ультразвука (более 20 кГц). В контексте горения наиболее интересными являются звуковые волны в диапазоне слышимых частот (20 Гц — 20 кГц), так как они могут оказывать значительное влияние на динамику процессов сжигания.

Влияние акустических волн на процесс горения

1. *Увеличение скорости горения*. Исследования показывают, что звуковые волны могут увеличивать скорость горения за счет улучшения перемешивания топливно-воздушной смеси. Акустические колебания способствуют созданию микровихрей, которые усиливают турбулентность потока и способствуют более равномерному распределению реагентов. Это приводит к более полному сгоранию топлива и снижению выбросов вредных веществ.

2. *Снижение температуры пламени*. Интересным эффектом является возможность снижения температуры пламени под воздействием звуковых волн. Это связано с тем, что акустические колебания могут вызывать изменения в структуре пламени, приводя к его стабилизации и уменьшению локальных перегревов. Такой эффект может быть полезен в промышленных установках, где требуется контроль температуры для предотвращения повреждений оборудования.

3. *Улучшение качества сгорания*. Акустическое воздействие также может привести к улучшению качества сгорания. Применение звуковых волн позволяет снизить уровень углерода и других продуктов неполного сгорания. Это особенно актуально для дизельных двигателей и котлов, где высокие выбросы CO и других загрязняющих веществ представляют собой серьезную проблему.

4. *Пламенные колебания и их контроль*. Одним из наиболее интересных аспектов акустического воздействия на горение является возможность контроля пламенных колебаний. Звуковые волны могут вызывать резонансные явления в пламени, что позволяет управлять его формой и стабильностью. Такой подход может быть использован для оптимизации процессов горения в котлах и газовых турбинах, что повышает их эффективность и снижает выбросы.

Для изучения акустического воздействия на процессы горения проводятся различные экспериментальные исследования. Одним из методов является использование акустических генераторов для создания звуковых волн определенной частоты и амплитуды. Исследователи фиксируют изменения в характеристиках пламени, таких как температура, скорость распространения пламени и уровень выбросов.

Результаты исследований акустического воздействия на процесс горения могут быть применены в различных областях:

1. *Энергетика:* Оптимизация работы котлов и газовых турбин для повышения их эффективности и снижения выбросов.

2. *Автомобильная промышленность*: Улучшение процессов сгорания в двигателях внутреннего сгорания для снижения загрязнения воздуха.

3. *Промышленное производство*: Повышение качества и стабильности сжигания в промышленных печах и установках.

Заключение: Исследование акустического воздействия на процесс горения открывает новые горизонты для оптимизации технологий сжигания. Понимание механизмов влияния звуковых волн на характеристики пламени может привести к разработке более эффективных и экологически чистых технологий. Важно продолжать исследования в этой

области для дальнейшего улучшения процессов горения и снижения их негативного воздействия на окружающую среду.

Список источников

1. Голуб В.В. Воздействие акустического поля на развитие пламени и переход в детонацию / В.В. Голуб, Д.И. Бакланов, С.В. Головастов. К.В. Иванов, М.Ф. Иванов, А.Д. Киверин, В.В. Володин // ТВТ, 2010. – Т. 48. – № 6. – С. 901–907

2. Володин В.В. Влияние отраженных акустических возмущений на ускорение фронта пламени / В.В. Володин, А.Е. Коробов, С.В. Головастов, В.В. Голуб // Письма в ЖТФ, 2015. – Т. 41, вып. 21. – С. 60–65.

3. Гейдон А.Г. Пламя, его структура, излучение и температура / А.Г. Гейдон, Х.Г. Вольфгард. – М., 1959. – 333 с

УДК 614.84

Васильев С.В.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДЕТСКИХ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ И СПОСОБЫ ИХ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. *В статье описаны основные аспекты противопожарного состояния объекта и методы обеспечения пожарной безопасности.*

Ключевые слова: *детские развлекательные центры, оценка пожарной опасности, комплекс мер обеспечения пожарной безопасности.*

Обеспечение пожарной безопасности в детских развлекательных центрах, где всегда происходит массовое скопление людей, а именно детей, проводящих время за играми и развлечениями в игровых комнатах, различных игровых зонах, является приоритетным направлением в профилактике пожаров, а также при разработке мер по безопасной эвакуации посетителей.

Детские развлекательные центры (ДРЦ) требуют особого внимания к пожарной безопасности из-за большого скопления людей и наличия горючих материалов. За последнее время произошли пожары такие как: в ТЦ «Дейли» в Мытищах Московской области, где загорелись детские батуты в развлекательной зоне «Замания», откуда дети, спасаясь от огня, через лабиринт босиком выбегали на улицу; ТРЦ «Зимняя вишня» в Кемерово, где так же пожар начался с детской развлекательной зоны, унесшие десятки жизней, на которых получили травмы, отравления. В большинстве случаев причиной пожара является нарушение требований пожарной безопасности. Немаловажным фактором в распространении пожара является использование полимерных материалов, которые способствуют более быстрому наступлению предельно допустимых значений опасных факторов пожара таких как дальность видимости, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения. Данные факторы усложняют эвакуацию детей и работу пожароспасательных подразделений.

Оценка пожарной опасности и разработка эффективных мер противопожарной защиты являются ключевыми для обеспечения безопасности в таких учреждениях.

Оценка пожарной опасности объекта определяет вероятность возникновения или развития пожара на основе анализа соответствия технических решений требованиям пожарной безопасности.

Анализ противопожарного состояния объекта включает в себя несколько основных направлений:

- Технологическая часть: изучение технологических регламентов, схем производства, показателей взрывопожароопасности веществ и материалов, а также конструктивных особенностей оборудования.

- Строительная часть: оценка степени огнестойкости зданий, пределов огнестойкости строительных конструкций, пожарной опасности строительных материалов и наличия противопожарных преград.

- Инженерное оборудование: проверка работоспособности и соответствия нормам противопожарного водоснабжения, вентиляции, противодымной защиты, электроснабжения и молниезащиты.

- Пожарная автоматика: оценка наличия и исправности автоматических установок пожарной сигнализации (АУПС), автоматических установок пожаротушения (АУП) и систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ).

Для обеспечения пожарной безопасности в детских развлекательных центрах необходимо реализовать комплекс мер, включающий:

Организационные мероприятия:

- Разработка и строгое соблюдение противопожарного режима.
- Обучение персонала мерам пожарной безопасности и правильным действиям при эвакуации.
- Проведение регулярных тренировок по эвакуации.
- Организация добровольных пожарных дружин (ДПД).

Технические мероприятия:

- Оборудование зданий автоматическими установками пожарной сигнализации и пожаротушения.
- Установка систем оповещения и управления эвакуацией.
- Обеспечение наличия и исправности первичных средств пожаротушения (огнетушители, пожарные гидранты).
- Поддержание в надлежащем состоянии эвакуационных путей и выходов.
- Применение строительных материалов с низкой пожарной опасностью.
- Обеспечение огнезащиты строительных конструкций.

Контроль и надзор:

- Регулярные проверки состояния электрооборудования и проводки.
- Контроль за соблюдением требований пожарной безопасности.
- Проведение инструктажей и разъяснительной работы с персоналом.

Важно отметить, что для зданий, к которым отсутствуют нормативные требования, разрабатываются специальные технические условия на проектирование системы противопожарной защиты.

Список источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. Постановление правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

УДК 627.5

Винокуров Д.А.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РУСЛОФОРМИРУЮЩЕЙ ПАРУСНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НИЖНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ

Аннотация. *Проведено экспериментальное исследование эффекта гашения скорости потока, сходящего с рисбермы модели водосливной плотины, при установке руслоформирующей парусной системы. Выполнена статистическая обработка результатов эксперимента.*

Ключевые слова: *парусная система, струенаправляющая система, руслоформирующее устройство, защита от размыва, водосливная плотина, нижний бьеф, гидроузел, эксперимент, статистическая обработка.*

Размыв водоотводящих каналов нижних бьефов гидроузлов определяется характеристиками сопряжения бьефов, устройством флютбета, наличием гасителей энергии потока и допустимыми размывающими скоростями за концевыми сооружениями. Наблюдаемая на практике и теоретически подтвержденная, динамика перемещения воронок размыва вызывает необходимость создания устройств защиты нижних бьефов при эксплуатации гидроузлов [1]. Наиболее перспективными, с точки зрения конструктивного оформления, являются парусные системы, удерживаемые в потоке канатными опорами. В этой связи экспериментальное исследование руслоформирующей парусной системы является актуальной задачей.

Целью работы является экспериментальный анализ работы струенаправляющих парусных систем, удерживаемых в потоке канатными опорами и обеспечивающих регулирование параметров потока за концевыми сооружениями водосливной плотины.

Для проведения испытаний была изготовлена парусная конструкция, которая устанавливалась в конце крепления нижнего бьефа модели водосливной плотины Чебоксарской ГЭС в масштабе 1:100 (рис. 1). Температурные эквиваленты скоростей измерялись термоанемометрами. Первый этап экспериментального исследования включал оценку статистических результатов их измерения.

На основании измеренных данных определены максимальное и минимальное значение выборки, выборочная дисперсия, среднее значение, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации, средняя ошибка, допустимое отклонение, относительная погрешность результатов серии измерений при заданной доверительной вероятности и ошибка среднего квадратичного отклонения.

Рис. 1. Общий вид модели

Данные выборки были проверены на корректность ее крайних значений. Для малой выборки (n < 30) доверительный интервал вычислен с применением коэффициента Стьюдента. При доверительной вероятности 0,95 и n = 14 по таблицам [2] относительная погрешность результатов серии измерений δ=0,041%. При точности в 5% минимальное количество измерений равно единице.

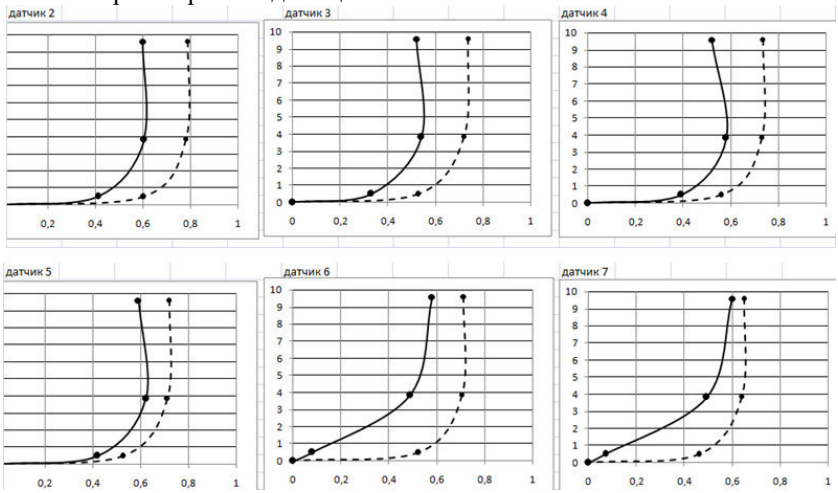


Рис. 2. Эпюры скоростей при расходе 6,1 дм^3/с

Уравнения связи температурных эквивалентов по термоанемометрам и средних скоростей определены методом наименьших квадратов.

На втором этапе выполнено измерение скоростей на модели плотины при установке парусной системы. Датчики устанавливались по продольной оси лотка с интервалом 5 см в нижней части рисбермы плоти-

ны, датчики со 2-го по 5-й – в створах перед гасителем, датчики с 6-го по 8-й – в створах ниже гасителя. Измерение скоростей произведено в трех точках глубины потока – поверхность, 0,6h, дно.

При расходе 5,2 дм^3/с в трех створах, расположенных с интервалом в 50 мм друг от друга, были отмечены изменения поперечной эпюры продольной скорости потока. Гасящее действие парусной системы свелось к снижению скоростей в верхней части течения. При этом эпюры скорости приняли характер выпуклой кривой с максимальным значением скорости в центре глубины потока. Повышение расходов до значений 5,8 дм^3/с и 6,1 дм^3/с показали устойчивость качественной картины преобразования полей продольных скоростей (рис. 2).

Эксперименты с решетками профилей были проведены на лабораторной модели с учетом теории подобия и размерности. За основной гидротехнический критерий моделирования был выбран критерий Фруда [2]. Лабораторная установка на основе стеклянного гидравлического лотка, включала модель водосливной плотины с гасителем, расположенным на концевой части флютбета. В качестве средств измерения использовались автоматические датчики-термоанемометры. Получены статистические оценки результатов измерений. После статистической обработки были составлены уравнения связи между температурным эквивалентом и измеряемыми скоростями для восьми датчиков. В системе Excel были выполнены расчеты критериев, определяющих адекватность процесса измерения. Результаты измерений показали независимость эффекта гашения скоростей с помощью парусной системы от расхода. Установлено, что в верхней части предшествующей гасителю, эпюры скоростей принимали вид подобный тому, который формируется при действии препятствия в потоке. В трех створах ниже по течению места установки парусной системы эпюры продольных скоростей деформировались таким образом, что скорости в донной части существенно уменьшались.

В целом установлена высокая устойчивость эффекта гашения скоростей в следе за парусной системой при изменении кинематики основного потока.

Список источников

1. Кузнецова Ю.А. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов: монография/ Ю.А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: ГОУ ВПО ПГТУ, 2014. – 260 с.

2. Поздеев А.Г.Моделирование систем: учеб. пособие/ А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова. – Сыктывкар: СЛИ, 2010. – 236 с.

УДК 699.812.2

Галкина Л.Г.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Представлены характеристика и особенности методики расчета пределов огнестойкости металлических строительных конструкций.

Ключевые слова: методика расчетов, огнестойкость, металлическая колонна.

Количественной характеристикой огнестойкости конструкций является предел огнестойкости - промежуток времени от начала огневого воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления одного из нормированных для данной конструкции предельных состояний [1, 45]. Расчет пределов огнестойкости металлических строительных конструкций является неотъемлемой частью проектирования зданий и сооружений, поскольку именно благодаря ему осуществляется оценка способности конструкций к сохранению своих несущих свойств и выполнению ими своих эксплуатационных функций в условиях воздействия на них высоких температур. Металлическим конструкциям, при всем наличии у них высокой прочности и долговечности, присущи и существенные недостатки — в частности, их подверженность к нагреву [2, 31]. При повышении температуры металлом теряются его механические характеристики прочность и жесткость, что приводит к рискам деформации и обрушения конструкций. Именно поэтому расчет огнестойкости становится критически важным для обеспечения безопасности людей во время пожара.

При проведении таких расчетов учитываются различные свойства металлических конструкций. Приведем пример необходимости этих расчетов для металлических колонн. Одним из ключевых параметров, в данном случае, является предел текучести материала, которым определяется то, при каких нагрузках и температурах конструкция колонны начнет деформироваться без возможности восстановления. Еще одним важным фактором является теплопроводность металла, поскольку ею

обусловлена скорость распространения тепла по конструкции. Чем выше будет теплопроводность, тем быстрее тепло будет распределяться по конструкции (по колонне), что приведет к скорому снижению конструкцией своей несущей способности. Кроме того, при расчетах должна быть учтена толщина стенок колонн, их геометрическая форма и способ их крепления. Например, колонны с тонкими стенками быстрее теряют устойчивость при нагреве, чем массивные конструкции [3, 56].

Методика расчета пределов огнестойкости выбирается в зависимости от множества факторов, к которым следует отнести, например: тип здания, его назначение, этажность, а также требования нормативных документов и др. Так, для промышленных объектов, характеризующихся повышенной степенью пожарной опасности расчеты проводятся с более строгим учетом ряда аспектов, чем при расчете, проводимом для жилых зданий. Важная роль отводится также наличию или отсутствию огнезащитных покрытий, значительно увеличивающих предел огнестойкости конструкции в случае их использования. Благодаря существованию таких покрытий замедляется нагрев металла, поскольку самими покрытиями создается дополнительный барьер процессам, оказывающим тепловое воздействие на конструкцию. Однако эффективность использования этих покрытий определяется правильностью их нанесения и качества материалов, что также необходимо учитывать в процессе проведения расчетов.

Выбор методики расчета обусловлен и теми данными о материалах, которые доступны на момент расчета. В том случае, если известны точные термомеханические характеристики металла, то используются более сложные математические модели, учитывающие не только линейные, но и нелинейные деформации. Если же получение таких на эмпирических формулах и табличных значениях. Для грамотного данных невозможно, то применяются упрощенные методы, основанные расчета учитываются и возможные сценарии развития пожара, например, принимается во внимание продолжительность воздействия на конструкцию высоких температур, скорость их нарастания и распределение тепловых потоков во время пожара [4, 127].

Для примера рассмотрим проведение расчета огнестойкости металлической колонны из стали марки С245 (предел текучести 245 МПа) с сечением 200 х 200 мм. и толщиной стенки 10 мм. Для решения задачи требуется выявить предел огнестойкости данной конструкции в случае возникновения стандартного пожара (с температурной кривой ISO 834).

Для определения предела огнестойкости металлической колонны в наших расчетах сначала нужно определить критическую температуру,

при достижении которой сталью потеряется половина ее прочности. Для стали марки С245 эта критической температурой станет отметка около 500°С. Нами определено то время, за которое колонна нагреется до указанной критической температуры. В расчете были учтены следующие параметры: толщина стенки колонны, теплопроводность стали, ее плотность и теплоемкость, а также коэффициент теплоотдачи с поверхности.

В случае отсутствия у колонны огнезащитного покрытия нагрев до критической температуры случится в течение 15 минут, что соответствует пределу огнестойкости R15. Однако в том случае, если колонна окажется покрытой огнезащитным материалом, например, вспучивающейся краской, то время достижения критической температуры увеличится, и предел огнестойкости повысится до 60 минут (R60) и более.

Подобной оценкой обуславливаются, при необходимости, меры, применяемые для повышения огнестойкости конструкции, например, реализуемые с помощью использования огнезащитных материалов или изменением конструктивных решений.

Список источников

1. Кошурников, А. Н. Расчет огнестойкости металлических конструкций: современные методы и нормативы / А. Н. Кошурников, Д. А. Гаврилов. – СПб.: ДНК, 2021. – 184 с.

2. Маликов, В. В. Огнестойкость металлоконструкций: теория и практика расчетов / В. В. Маликов, И. С. Петров. – М.: Стройиздат, 2020. – 320 с.

3. Рыбьев, И. А. Проектирование огнестойких металлических конструкций: учебное пособие / И. А. Рыбьев, Е. С. Алексеева. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 275 с.

4. Соколов, П. П. Металлические конструкции при пожаре: расчет и проектирование / П. П. Соколов, М. К. Шевелев. – М.: АСВ, 2022. – 198 с.

УДК 699.812.2

Галкина Л.Г.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Представлен сопоставительный анализ методик расчета пределов огнестойкости металлических строительных конструкций, указаны суть и особенности этих методик.*

Ключевые слова: методика расчетов, сравнительный анализ, деформация.

Предел огнестойкости строительных конструкций – это важная характеристика, которую необходимо учитывать при строительстве любых зданий и сооружений. Этим термином обозначают способность колон, балок, швеллеров и других деревянных или металлических конструкций выдерживать воздействие высоких температур, сохраняя несущую и ограждающую способности. Чем выше этот показатель, тем дольше элементы во время пожара не будут деформироваться. Высокий предел огнестойкости конструкций означает, что у пожарных будет возможность своевременно приехать к месту возгорания и успеть справиться с проблемой, пока ситуация не стала критической. Соответственно, увеличивается вероятность того, что пожар не приведет к гибели людей и уничтожению или повреждению ценного имущества [2, 73].

Предел огнестойкости и класс пожарной опасности — основные показатели, которые устанавливают для строительных конструкций. Указанные характеристики регулируют их область применения в строительстве. Чем больше степень огнестойкости здания, тем значительнее должен быть предел огнестойкости у конструкций, из которых состоит здание [3, 50].

Предел огнестойкости стальных конструкций наступает из-за изменения прочностных и деформативных характеристик стали при нагреве. Поэтому суть расчетно-аналитического метода заключается [1, 26]:

1) в определении допустимой температуры нагрева стального сечения, при котором конструкция будет соответствовать требованиям пожарной безопасности;

2) в определении необходимой толщины огнезащиты, которая не позволит нагреться стальному сечению выше критической температуры.

Под критической подразумевается температура для заданного уровня нагружения, при которой наступает предельное состояние конструкции из конструкционной стали в случае равномерного распределения температуры по площади сечения.

Методики расчета пределов огнестойкости металлических строительных конструкций, несмотря на общую для них цель, существенно различаются в подходах проведения таких расчетов, что обусловлено рядом факторов, например, спецификой применяемых теоретических моделей в конкретном случае. Так, методикой, основанной на принципах термомеханического анализа, предполагается проведение учета не только температурных изменений, но и степени их влияния на механические свойства материала. Данной методикой процесс нагрева конструкции рассчитывается с учетом последовательности стадий, каждой из которых характерно определенное изменение напряженно-деформированного состояния объекта, подлежащего расчету. Например, при расчете предела огнестойкости стальной балки, в данном случае, учитывается снижение модуля упругости на начальном этапе ее нагрева, из-за чего увеличивается, в свою очередь, степень деформации балки. По мере роста температуры несущая способность конструкции снижается. Критическим моментом считается достижение этим процессом такой температуры, при которой деформация становятся необратимой, и, в итоге, теряется устойчивость конструкции. В данном примере расчеты показывают, что предел огнестойкости такой балки может составлять порядка двадцати минут, что определяется как временем достижения критической температуры, так и скоростью развития деформаций.

Вторая методика, напротив, базируется на упрощенных моделях, когда основное внимание уделено температурному распределению по сечению конструкции без проведения детального анализа механических процессов. В этом случае предел огнестойкости определяется как время, за которое температура наиболее нагреваемой части конструкции достигает критического значения. Например, при расчете предела огнестойкости стальной колонны, подверженной воздействию огня с одной стороны, этой методикой предполагается проведение анализа температурного поля по сечению колонны. Учитывается обстоятельство, согласно которому температура на нагреваемой стороне растет быстрее,

чем на противоположной, из-за чего неравномерно распределяются напряжения. Однако, в отличие от первой методики, во втором случае не учитывается изменение механических свойств материала в зависимости от изменений температуры, из-за чего существует вероятность завышения оценки предела огнестойкости. В данном примере расчеты показывают, что предел огнестойкости колонны может составлять около тридцати минут, что определяется временем достижения критической температуры на нагреваемой стороне.

Сравнительный анализ этих методик позволяет выявить как их достоинства, так и недостатки. Первой методикой, несмотря на характерные для нее сложности, обеспечиваются более точные результаты, т. к. ею учитываются не только температурные, но и механические изменения в материале. Однако ее применение на практике требует для проведения точного анализа значительных вычислительных ресурсов и глубокого понимания процессов, происходящих в конструкции при нагреве. Вторая методика, напротив, проста в использовании и требует меньших вычислительных затрат, но ее точность ограничена упрощениями, из-за которых возможно появление ошибок в оценке предела огнестойкости. Например, в случае с балкой, рассчитанной по первой методике, предел огнестойкости оказался на десять минут меньше, чем при использовании второй методики, что обусловлено учетом пластических деформаций, не учтенных в упрощенной модели.

В итоге мы можем сказать о том, что выбор методики расчета пределов огнестойкости металлических конструкций зависит от конкретных условий задачи. Если требуется высокая точность и важно произвести учет всех факторов, влияющих на поведение конструкции при пожаре, то предпочтение отдается первой методике. Однако, в случаях, когда важна скорость расчетов и при этом допускаются некоторые упрощения, не влекущие за собой негативных последствий, то вторая методика оказывается предпочтительнее.

Список источников

1. Бадьин Г.М. Огнестойкость строительных конструкций: учебное пособие / Г.М. Бадьин, В.В. Кривошеев. – М.: АСВ, 2018. – 256 с.

2. Иванов, А. В. Металлические конструкции в условиях пожара: расчет и проектирование / А. В. Иванов. – СПб.: Стройиздат, 2019. – 312 с.

3. Теличенко В.И. Огнестойкость строительных конструкций: теория и практика / В.И. Теличенко, О.В. Рыбьев. – М.: МГСУ, 2019. – 320 с.

УДК 537.311.4

Демьянова В.В.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ МОМЕНТА СИЛЫ СЖАТИЯ КОНТАКТОВ

Аннотация. *Представлены актуальные проблемы влияния момента силы сжатия на переходное сопротивление и определены оптимальные моменты силы сжатия, минимизирующие переходное сопротивление.*

Ключевые слова: *переходное сопротивление, момент силы сжатия, контактные поверхности.*

Различные соединения электрических контактов имеют переходное сопротивление, которое зависит от многих факторов, например, таких как, степень сжатия, материал, температура, а также состояние поверхности контактов и наличие окисных пленок. Наличие посторонних частиц или коррозии на соединяемых элементах может значительно увеличить это сопротивление, создавая зону локального перегрева. Значение переходного сопротивления является важным показателем в любой электроустановке, поэтому оно нормируется, проверяется, так как его увеличение приводит к нарушению работы в энергосистеме и аварийным, а иногда даже опасным для жизни ситуациям.

Контактные поверхности имеют микроскопические возвышения и впадины, вследствие чего их соприкосновение происходит не по всей площади, а только на отдельных точках, которые называются точками соприкосновения (рисунок 1). В точках с сильно суженным сечением ток с одной контактной поверхности переходит на другую, вследствие чего возникает большое электрическое сопротивление, называемое переходным.

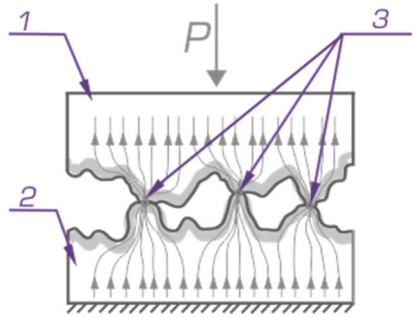


Рис. 1. Сопротивление двух контактных поверхностей.
1, 2 – контактные поверхности, 3- точки сопротивления

Переходное сопротивление в контакте зависит, главным образом, от состояния контактных поверхностей и давления, с которым контакты прижаты друг к другу. В контактах, не испытывающих давление (усилий, прижимающих контакты друг к другу), число точек соприкосновения незначительно. При увеличении же давления, прижимающем контактные поверхности друг к другу, выступающие неровности деформируются, и первоначальные точки соприкосновения превращаются в небольшие площади.

Зависимость переходного сопротивления от давления контактов друг на друга объясняется тем, что при большом давлении легче смять выступающие на их поверхности точки и таким образом улучшить контакты между ними. При этом на контактных поверхностях создаются новые точки соприкосновения, улучшающие условия перехода тока, а, следовательно, и качества контакта.

Для доказательства зависимости переходного сопротивления от давления контактов друг на друга был проведен опыт – сжатие алюминиевых шин размером 10 х 100 мм (болты М16) с помощью динамометрического ключа. Измерение значений проводилось с помощью микроомметра «МИКО-21». при проведении опыта площадь соприкосновения двух алюминиевых пластин предварительно была отчищена, т.к. результат переходного сопротивления в значительной мере зависит от обработки контактных поверхностей и их состояния, а степень сжатия проводилась согласно ВСН 164-82[2].

Все замеры были проведены на токе 200А. Шаг увеличения момента силы сжатия составил 5 N*m при начальном значении 40 N*m. На графике 1 видно, что при увеличении момента силы сжатия данные изме-

ренного переходного сопротивления снижаются, но при достижении момента силы сжатия более 100 Н*m интенсивность падения замедляется.

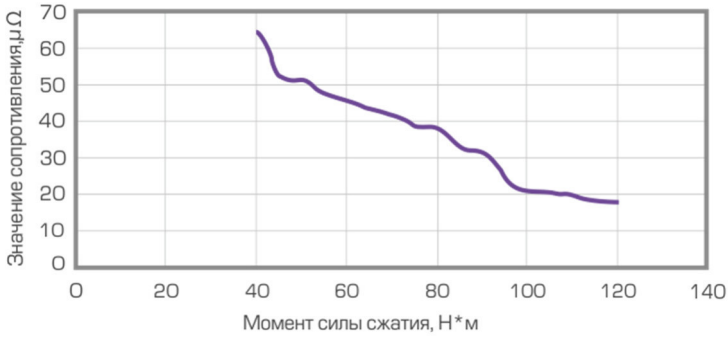


График 1. Зависимость изменения переходного сопротивления от момента силы сжатия контактов

Чем больше число и площадь точек соприкосновения между контактными поверхностями, тем меньше переходное сопротивление между ними. Однако интенсивность процесса образования новых точек соприкосновения даже при дальнейшем возрастании давления в контактах постепенно замедляется. Это объясняется тем, что при повышении давления оно воспринимается большей площадью, удельное давление в точках соприкосновения контактов уменьшается, материал контактов сминается не так интенсивно, поэтому процесс увеличения числа и площади точек соприкосновения замедляется.

Переходное сопротивление, является основным показателем качества любого контакта и в значительной мере зависит от обработки контактных поверхностей и их состояния. Разумеется, что момент силы сжатия, ровно, как и показатели переходного сопротивления имеют свои нормы, на которые важно обращать внимание, т.к. даже минимальное излишнее усилие при сжатии может привести к деформации контакта и крепежного материала, что ухудшит переходное сопротивление.

Список источников

1. Карапетян И.Г. Правила устройства электроустановок / И.Г. Карапетян. – Москва : Энас, 2017. – 560 с.

2. Кустов Д.А. Инструкция по проектированию и монтажу контактных соединений шин между собой и с выводами электротехнических устройств / Д.А. Кустов. – Челябинск: АО "ЧЦЗ", 2021. – 144 с.

УДК 537.311.4

Демьянова В.В.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЛАКОВ

Аннотация. *Представлен анализ роли электроизоляционных лаков в обеспечении надежности электротехнического оборудования.*

Ключевые слова: *электроизоляционный лак, механическая прочность, электротехническое оборудование, химическое воздействие.*

Электроизоляционные лаки играют важную роль в электротехнических устройствах, обеспечивая надежную защиту электрических компонентов от воздействия окружающей среды и предотвращая короткое замыкание. Они выполняют ряд важных функций, которые делают их незаменимыми не только в электротехнике, но и в других отраслях. Эти функции направлены на обеспечение надежной работы электрических устройств и повышение их долговечности.

Рассмотрим некоторые функции более детально.

Защита от влаги. Одним из ключевых факторов, влияющих на работу электрических компонентов, является влажность. Вода, попадающая на изолированные поверхности, может привести к образованию токопроводящих мостиков между проводниками, что увеличивает вероятность коротких замыканий и выхода оборудования из строя. Электроизоляционные лаки образуют на поверхности защитных покрытий гидрофобные пленки, которые эффективно отталкивают воду и предотвращают ее проникновение внутрь изоляции.

Кроме того, лаки способны заполнять микротрещины и поры в материалах, исключая возможность накопления влаги в этих местах. Это особенно актуально для обмоток трансформаторов, катушек индуктивности и других элементов, которые подвержены частым изменениям температуры и воздействию внешней среды. Например, масляные лаки, такие как МЛ-92, хорошо проникают в пористые структуры обмоточных материалов, создавая водонепроницаемое покрытие. Кремнийорганические лаки, например, КО-921, обладают высокой степенью водоотталкивания, сохраняя эту способность даже при повышенных температурах.

Термостойкость Электрическое оборудование часто подвергается воздействию высоких температур, возникающих вследствие нагрева при работе, а также внешних источников тепла. Изоляционные лаки должны сохранять свои защитные свойства в широком диапазоне температур, не теряя прочности и эластичности.

Термостойкие лаки, такие как КО-921 и БТ-99, выдерживают значительные колебания температуры, не размягчаясь и не растрескиваясь. Это позволяет использовать их в условиях, когда обычные органические лаки теряют свои изоляционные качества.

Битумные лаки, вроде БТ-99, отлично подходят для применения в высокотемпературных средах благодаря своей устойчивости к перегреву.

Полиэфирные лаки, например, ПЭ-933П, демонстрируют хорошие результаты при длительном воздействии тепла, что делает их востребованными в производстве мощных электродвигателей и трансформаторов.

Механическая прочность. Механические воздействия, такие как вибрации, удары и трение, могут повредить тонкие слои изоляции, что приведет к ухудшению рабочих характеристик устройства. Поэтому электроизоляционные лаки должны обладать достаточной механической прочностью, чтобы защитить обмоточные материалы и другие чувствительные элементы от разрушений.

Лаковые покрытия формируют упругие и твердые пленки, способные выдерживать механические нагрузки без образования трещин и сколов. Такие покрытия предотвращают истирание и износ изоляции, увеличивая срок службы оборудования.

Глифталевые лаки, типа ГФ-985 и ГФ-95, отличаются высокой твердостью и износостойкостью, что делает их идеальными для применения в тяжелых промышленных условиях.

Фенольные лаки, подобные ФЛ-98, известны своими высокими прочностными характеристиками, что позволяет применять их в местах с интенсивными нагрузками.

Антикоррозионная защита. Коррозия металлических элементов - одна из главных проблем в электротехнике. Попадание влаги, солей и загрязнений на металлические поверхности приводит к ускоренному износу оборудования. Электроизоляционные лаки препятствуют возникновению коррозии, образуя непроницаемые барьеры между металлом и окружающей средой.

Кремнийорганические лаки, включая КО-921, создают плотные антикоррозионные покрытия, устойчивые к атмосферному воздействию и агрессивным химическим средам [2].

Битумные лаки, наподобие БТ-99, эффективно защищают стальные конструкции и трубопроводы от появления ржавчин.

Теплоизоляция. Некоторые типы электроизоляционных лаков обладают теплоизолирующими свойствами, что помогает стабилизировать температуру внутри устройства и избежать перегрева. Это особенно важно для мощных трансформаторов, генераторов и электродвигателей, где возникают большие тепловые нагрузки.

Кремнийорганические лаки, такие как КО-916А, обеспечивают стабильную теплоизоляцию, что повышает эффективность работы оборудования.

Глифталевые лаки, вроде ГФ-985, улучшают теплообменные процессы в электротехнических системах, снижая уровень нагрева.

Основные функции электроизоляционных лаков охватывают широкий спектр требований, предъявляемых к современным электротехническим устройствам. Эти лаки обеспечивают комплексную защиту от влаги, тепла, механических нагрузок, химических воздействий и других неблагоприятных факторов. Благодаря разнообразию составов и уникальных характеристикам каждый конкретный тип лака находит своё применение в зависимости от специфики производственного процесса и условий эксплуатации оборудования.

Список источников

1. ГОСТ "Материалы лакокрасочные. Лаки. Общие технические условия" от 25.05.2015 № 52165-2003;

2. ГОСТ " Лаки кремнийорганические, электроизоляционные. Технические условия" от 01.01.2003 № 165508-70;

3. Карапетян И.Г. Правила устройства электроустановок / И.Г. Карапетян. – Москва: Энас, 2017. – 560 с.

УДК 519.8, 628.196

Дубников Д.О.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ДИФФУЗИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ АВАРИЙНОМ РАЗЛИВЕ НЕФТИ

Аннотация. *Разработана автоматизированная программа в Mathcad, позволяющая выполнить решение стационарного уравнения турбулентной диффузии загрязнения с использованием встроенной функции Odesolve, а также решить уравнение математической физики параболического типа методом конечных разностей.*

Ключевые слова: *турбулентная диффузия, разлив нефти, концентрация загрязнения, загрязнение нефтепродуктами, метод конечных разностей, Mathcad.*

При аварийных разливах нефти и нефтепродуктов на поверхности воды с течением времени в результате испарения, растворения в воде легких фракций, образования устойчивых эмульсий, оседания тяжелых фракций на дно происходит биодеградация водоема. На реках со слабым течением скорость движения нефтяного пятна составляет 3...4% скорости ветра. Полное перемешивание нефтяных продуктов с пресной водой происходит за 4…7 суток [1]. Существующие средства сбора нефтяного загрязнения недостаточно эффективны. Для совершенствования средств ликвидации аварийных разливов нефти и разработки новых конструкций необходимо качественное научное обоснование, позволяющее правильно оценить диффузию нефтяного загрязнения. В этой связи автоматизация расчетов распространения нефти вдоль потока под влиянием турбулентного перемешивания является актуальной задачей.

Цель работы состоит разработке информационно-технологического обеспечения расчетов диффузии загрязнений при аварийном разливе нефтепродуктов.

Предмет исследования состоит в научном обосновании эффективных средств и автоматизированных методик расчета процессов разбавления загрязненных вод и способов сбора нефтепродуктов с водной поверхности при аварийных разливах нефти.

В случае одномерного приближения распространение загрязнения вдоль потока под влиянием турбулентного перемешивания описывается уравнением турбулентной диффузии:

$$\frac{\partial C}{\partial t} - V_l \frac{\partial C}{\partial l} - D_l \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = 0 , \qquad (1)$$

где C – концентрация загрязнения, кг/м^3; V_l – скорость водного потока, м/с; D_l – коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с; l – продольная координата потока, м; t – время, с.

Стационарное уравнение турбулентной диффузии имеет вид:

$$V_l \frac{\partial C}{\partial l} + D_l \frac{\partial^2 C}{\partial l^2} = 0 , \qquad (2)$$

где концентрация C является функцией продольной координаты потока, поэтому $\partial C / \partial t = 0$.

Зависимость концентрации нефтепродуктов от расстояния до створа выброса получена путем интегрирования стационарного уравнения турбулентной диффузии (2) и построена в среде MathCad (рис. 1) [2].

$Cp \equiv 1.0 \cdot 10^{-4}$ - фоновая концентрация загрязнения водного объекта, кг/м^3

$Cct \equiv 13$ - концентрация загрязнения в створе выброса нефти, кг/м^3

$Vl \equiv 0.7$ - продольная скорость водного потока, м/с

$n \equiv 100$ - шаг итераций

$Dl \equiv 10$ - продольный коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с

$l \equiv 0,0 + \frac{1}{n} .. 100$ - продольная координата потока, м

$C(l) := Cp + Cct \cdot e^{\frac{-Vl}{Dl} \cdot l}$ - концентрация загрязнения в расчетном створе, кг/м^3

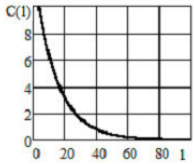


Рис. 1. Листинг расчета изменения концентрации загрязнения по длине потока

Решение стационарного уравнения турбулентной диффузии (2) выполнено с помощью функции Odesolve в MathCad (рис. 2).

$Vl \cdot C'(l) + Dl \cdot C''(l) = 0$

$Cp \equiv 1.0 \cdot 10^{-4}$ - фоновая концентрация загрязнения водного объекта, кг/м^3

$Cct \equiv 13$ - концентрация загрязнения в створе выброса нефти, кг/м^3

$Vl \equiv 0.7$ - продольная скорость водного потока, м/с

$Dl \equiv 10$ - продольный коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с

Given

$p \cdot C'(l) + C''(l) = 0 \qquad C(c) \equiv a \qquad C(d) \equiv b$

$C := Odesolve(l, d + 2)$

$l \equiv 0,0 + \frac{1}{n} .. 100$ - диапазон изменения расстояния до створа выброса вниз по потоку, м

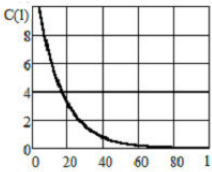


Рис. 2. Фрагмент листинга программы решения уравнения (2) функцией Odesolve

Численное решение уравнения математической физики параболического типа (1) выполнено методом конечных разностей (рис.3).

Для проведения расчетов в базовом варианте были приняты следующие параметры: фоновая концентрация загрязнения водного объекта 10^{-4} кг/м^3, концентрация загрязнения в створе выброса нефти 13 кг/м^3, продольная скорость водного потока 0,7 м/с. При принятых условных параметрах концентрация загрязнения на расстоянии 20 м от створа выброса составила 4 кг/м^3, а на расстоянии 80 м от створа выброса – 0,3 кг/м^3.

$L \equiv 100 \quad Dl \equiv 10 \quad Vl \equiv 0.7 \quad Cp \equiv 1.0 \cdot 10^{-4} \quad Ccr \equiv 13 \quad n \equiv 101 \quad m \equiv 3601$

$h \equiv \frac{L}{n-1} \qquad \tau \equiv 0.001 \qquad l \equiv 0, h .. L \qquad f(l) \equiv Cp + Ccr \cdot e^{\frac{-Vl}{Dl} \cdot l}$

$a \equiv 1 - \frac{Vl \cdot \tau}{h} - \frac{2 \cdot Dl \cdot \tau}{h^2} \quad b \equiv \frac{Vl \cdot \tau}{h} + \frac{Dl \cdot \tau}{h^2} \quad c \equiv \frac{Dl \cdot \tau}{h^2}$

$i \equiv 0 .. n-1 \quad j \equiv 0 .. m-1 \quad C_{i,i} \equiv 0 \quad C_{i,0} \equiv f(h \cdot i) \quad C_{0,0} \equiv Cp + Ccr$

$h = 1 \quad \tau = 1 \times 10^{-} h^2 = 1 \quad a = 0.979 \quad b = 0.011 \quad c = 0.01$

$$\text{diff}(C) \equiv \left(\begin{array}{l} \text{for } j \in 1..m-1 \\ \quad \text{for } i \in 1..n-2 \\ \quad\quad C_{i,j} \leftarrow a \cdot C_{i,j-1} + b \cdot C_{i+1,j-1} + c \cdot C_{i-1,j-1} \\ C \end{array} \right) \qquad C := \text{diff}(C)$$

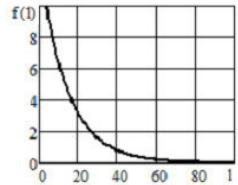


Рис. 3. Листинг автоматизированного решения уравнения (1)

В результате решения стационарного уравнения турбулентной диффузии с помощью встроенной функции Odesolve и решения уравнения математической физики параболического типа методом конечных разностей получены идентичные графики зависимости концентрации загрязнения от расстояния до створа выброса. Таким образом, при анализе характера распространения нефтяного загрязнения в водоеме при аварийном разливе нефти можно воспользоваться любым из трех описанных методов.

Список источников

1. Бородавченко И.И. Охрана водных ресурсов/ И.И. Бородавченко, Н.В. Зарубаев, Ю.С. Васильев, Х.А. Вельнер, С.В. Яковлев. – М.: Колос, 1979. – 247 с.

2. Поздеев А.Г. Моделирование систем: Учебное пособие/ А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова – Сыктывкар: СЛИ, 2010. – 308 с.

УДК 532.59, 629.5.03

Дубникова О.О.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПЛАВНИКОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СУДОВ

Аннотация. *Параметры плавникового движителя вычислены в автоматизированном режиме по методу Лапласа и с использованием функции Rkadapt системы MathCad. Сравнение результатов этих двух методов показало их хорошую сходимость.*

Ключевые слова: *судовые движители, плавниковый движитель, технологическое судно, кинематические и динамические характеристики, преобразование Лапласа, Mathcad.*

Большинство судов технологического назначения в настоящее время оснащены гребными винтами. При ведении работ на мелководных участках рек и водохранилищ вращение винтов приводит к интенсивному размыву донного грунта. Кроме того, характерный «звон» винтов угнетает рыб. Соударение с твердыми объектами может привести к разрушению гребного винта Коэффициент полезного действия винтов не слишком высок [1]. Указанные недостатки показывают, что более эффективными будут движители, изготовленные из гибких материалов, работа которых имитировала бы движения рыб и водных животных, например, волновые движители [2]. Автоматизация расчетов при проектировании таких движителей является актуальной задачей.

Целью работы является автоматизация расчетов кинематических и динамических параметров волновых движителей с использованием прикладной программной среды MathCad.

Новизной отличается применение преобразований Лапласа а так же использование численного моделирования в прикладной программной среде Mathcad при вычислении кинематических и динамических параметров волнового движителя.

Волновой движитель включает в себя цилиндрический корпус и, входящий в него, гребной вал, к которому крепится обойма, представляющая собой цилиндрическую поверхность, с плавниковыми элементами, выполненными из упруго-эластичного материала.

Ниже представлены фрагменты листинга программы автоматизированного расчета параметров волнового движителя описанной выше конструкции (рис. 1, 2).

$$\frac{d^4}{dx^4}z(x)\ \text{laplace},x\ \rightarrow s^4\cdot \text{laplace}(z(x),x,s)-s^3\cdot z(0)-s^2\cdot \left|\begin{matrix}x0\leftarrow 0\\ \frac{d}{dx0}z(x0)\end{matrix}\right.-\left|\begin{matrix}x0\leftarrow 0\\ \frac{d^3}{dx0^3}z(x0)\end{matrix}\right.-s\cdot \left|\begin{matrix}x0\leftarrow 0\\ \frac{d^2}{dx0^2}z(x0)\end{matrix}\right.$$

$$k^4\cdot z(x)\ \text{laplace},x\ \rightarrow k^4\cdot \text{laplace}(z(x),x,s)$$

$$\frac{q}{D}\cdot \Delta(x-x0)\ \text{laplace},t\ \rightarrow \frac{q\cdot \Delta(x-x0)}{D\cdot s}$$

$$z(0)=0,\quad \frac{\partial z(0)}{\partial x}=0,\quad \frac{\partial z^2(l)}{\partial x^2}=0$$

$$s^4\cdot \text{laplace}(z(x),x,s)-k^4\cdot \text{laplace}(z(x),x,s)-\frac{q\cdot \Delta(x)}{D\cdot s}=0$$

$$z(x)\ \text{laplace},x\ \rightarrow \text{laplace}(z(x),x,s)$$

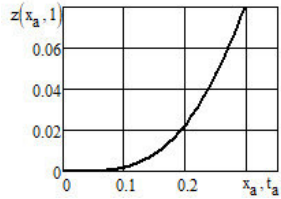
$$\text{laplace}(z(x),x,s)=\frac{q\cdot \Delta(x-x0)}{\left(s^4-k^4\right)\cdot D\cdot s}$$

$$\frac{q\cdot \Delta(x-x0)}{\left(s^4-k^4\right)\cdot D\cdot s}\ \text{invlaplace},s\ \rightarrow \frac{q\cdot \Delta(x-x0)\cdot\left(2\cdot\cos\left(t\cdot\sqrt{k^2}\right)+e^{k\cdot t}+e^{-k\cdot t}-4\right)}{4\cdot D\cdot k^4}$$

$$z(x)=\frac{q\cdot \Delta(x-x0)\cdot\left(2\cdot\cos\left(x\cdot\sqrt{k^2}\right)+e^{k\cdot x}+e^{-k\cdot x}-4\right)}{4\cdot D\cdot k^4}$$

$$z(x_a,t_a):=\frac{z''(t_a)}{k^2}\cdot U(k,x_a)+\frac{z'''(t_a)}{k^3}\cdot V(k,x_a)+\Phi(x_a)$$

$x_a := 0, 0.01 .. 1 \qquad t_a := 0, 0.01 .. 60$



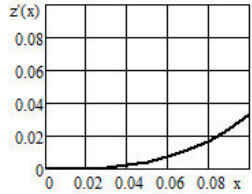


Рис.1. Фрагмент листинга программы расчета по методу Лапласа в Mathcad

Кроме вывода графиков функций изгиба плавника и скорости изгиба программа позволяет определить значение максимальной тяговой силы, работы при изгибе плавника, потребляемой плавником мощности, кпд плавникового движителя.

Сравнение вариантов вычисления функций изгиба плавника и скорости его изгиба по методу Лапласа и с помощью встроенных функций прикладной программной среды MathCad позволяет сделать вывод, что сходимость результатов хорошая.

Графики изгиба плавника и скорости изгиба плавника по его длине, представленные на рисунках (рис. 1, 2), практически идентичны.

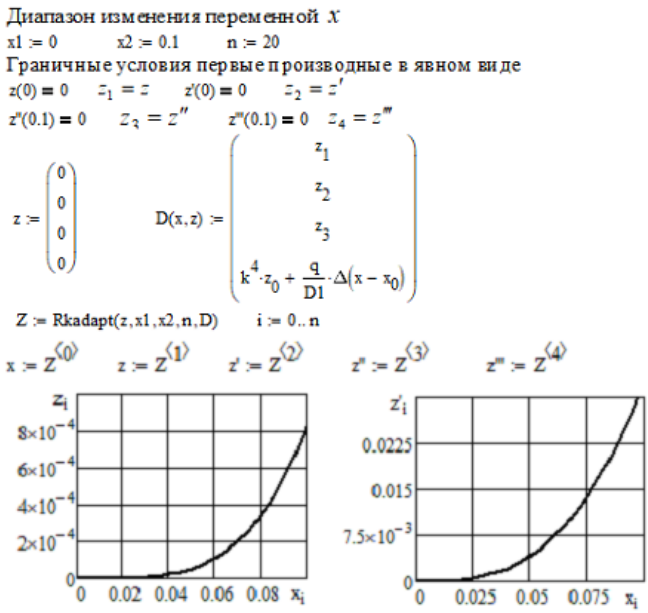


Рис. 2. Фрагмент листинга Mathcad с использованием функции Rkadapt

При дальнейшем сравнении результатов вычислений кинематических и динамических параметров плавникового движителя указанными методами можно заключить, что только максимум тяговой силы движителя при работе с встроенными функциями оказывается несколько больше чем при работе с функцией Лапласа. Остальные параметры показали хорошую сходимость. Следует отметить, что применение встроенных функций Mathcad, в частности функции Rkadapt, при вычислении мощности, кпд и скорости оттекания струи необходимо осуществить ввод дополнительных данных.

Список источников

1. Антоненко С.В. Судовые движители: учеб. пособие/ С.В. Антоненко. Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: ДВГТУ, 2007. – 126 с.

2. Поздеев А.Г. Гидравлические движители и потокообразователи/ А.Г. Поздеев. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 1998. – 66с. Деп.в ВИНИТИ 23.12.98 N°3802-B98.

УДК 159.944

Ефимова Е.Г.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У ПОЖАРНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА СЛУЖБЫ

Аннотация. *В статье описана методика для выявления основных особенностей развития профессионального выгорания у пожарных в зависимости от стажа службы.*

Ключевые слова*: профессиональное выгорание, эмоциональное выгорание, фаза напряжения, фаза резистенции, фаза истощения, симптом, стресс.*

Деятельность сотрудников МЧС, в частности, пожарных сопряжена с большим количеством стрессовых факторов, в следствие чего, создается высокая вероятность эмоционального истощения и возникает синдром профессионального выгорания-выработанный личностью защитный механизм в ответ на психотравмирующие воздействия в сфере профессиональной деятельности. Причиной служат накопившиеся отрицательные эмоции, которые вытесняются, подавляются и не позволяют сотруднику эффективно трудиться и ощущать себя эмоционально и физически комфортно, что может приводить к снижению эффективности работы и влиять на качество оказания помощи пострадавшим.

Синдром выгорания подробно описан в концепции эмоционального выгорания В.В. Бойко [2]. С точки зрения автора, эмоциональное выгорание – динамический процесс, возникающий поэтапно, в полном соответствии с механизмом развития стресса и состоящий из трех фаз, фазы напряжения, резистенции и истощения.

Фаза напряжения включает следующие симптомы:

1. *Симптом переживания «психотравмирующих обстоятельств»*. Человек активно реагирует на обстоятельства профессиональной деятельности, раздражение ими растет и накапливается негодование и отчаяние.

2. *Симптом «неудовлетворенности собой»*. В результате неудач или неспособности повлиять на психотравмирующие обстоятельства,

человек обычно испытывает чувство недовольства собой, выбранной профессией, занимаемой должностью или конкретными обязанностями.

3. *Симптом «загнанности в клетку».* Возникает не во всех случаях, хотя выступает логическим продолжением развивающегося стресса. В таких случаях часто можно услышать: «Нет сил с этим бороться», «Я чувствую безысходность ситуации».

4. *Симптом «тревоги и депрессии».* Обнаруживается в связи с профессиональной деятельностью в особо осложнённых обстоятельствах, побуждающих к эмоциональному выгоранию как средству психологической защиты, что порождает мощные переживания тревоги, разочарования в себе, профессии, конкретной должности или месте работы.

Фаза резистенции – это сопротивление нарастающему стрессу, которое начинается с момента появления тревожного напряжения и включает следующие симптомы:

1. Симптом «неадекватного избирательного реагирования». Профессионал ограничивает эмоциональную отдачу за счет выборочного реагирования в ходе рабочих контактов. Действует принцип «хочу или не хочу»: сочту нужным – уделю внимание данному партнеру, будет настроение – откликнусь на его состояния и потребности.

2. Симптом «эмоционально-нравственной дезориентации». Не проявляя должного эмоционального отношения к субъекту, профессионал защищает свою стратегию. При этом звучат суждения: «Это не тот случай чтобы переживать», «Такие люди не заслуживают доброго отношения», «Таким нельзя сочувствовать».

3. Симптом «расширения сферы экономии эмоций». Такое проявление эмоционального выгорания имеет место тогда, когда данная форма защиты осуществляется вне профессиональной области – в общении с родными, приятелями и знакомыми. Часто именно семья и близкие люди становятся первой «жертвой» эмоционального выгорания.

4. Симптом «редукции профессиональных обязанностей». В профессиональной деятельности редукция проявляется в попытках облегчить или сократить обязанности, которые требуют эмоциональных затрат. Проявление этого симптома сопровождается более частыми опозданиями на работу, более частыми заболеваниями, длительными перерывами и т.д.

Фаза истощения характеризуется более или менее выраженным падением общего энергетического тонуса и ослаблением нервной системы. Эмоциональная защита в форме выгорания становится неотъемлемым атрибутом личности.

1. Симптом «эмоционального дефицита». К профессионалу приходит ощущение, что эмоционально он уже не может помогать субъектам своей деятельности.

2. Симптом «эмоциональной отстраненности». Личность почти полностью исключает эмоции из профессиональной сферы. Реагирование без чувств и эмоций – наиболее яркий симптом «выгорания». Профессионал всем своим видом демонстрирует безразличие и неприязнь к людям.

3. Симптом «личностной отстраненности, или деперсонализации». Здесь «выгорание» смыкается с психопатологическими проявлениями личности, с неврозоподобными и психическими состояниями. Наиболее выраженная форма этого симптома: «ненавижу…», «презираю…».

4. Симптом «психосоматических и психовегетативных нарушений». Симптом проявляется на уровне физического и психического самочувствия. Порой даже мысль о работе вызывает плохое настроение, дурные ассоциации, бессонницу и т.д.

Каждой фазе соответствуют отдельные признаки или симптомы развивающегося синдрома эмоционального выгорания, это может быть нервное напряжение, которое служит предвестником и «запускающим» механизмом. Нарастание напряжения обусловливается изматывающим постоянством или усилением психотравмирующих факторов.

Применение описанной методики поможет выявить степень выраженности синдрома эмоционального выгорания. Анализ результатов поможет разработать программы профилактики, направленные на улучшение условий труда и позаботиться о психическом и физическом здоровье людей, которые имеют столь важную профессию, как – пожарные.

Список источников

1. Бойко В.В. Психоэнергетика. - Пб.: Питер, 2008. –416 с.
2. Бойко В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении / В. В. Бойко. – СПб.: Сударыня, 2000. – 105 с.
3. Шойгу Ю. С. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / Под общей ред. Ю.С. Шойгу. - М.: Смысл, 2007. - 319 с.

УДК 159.944

Ефимова Е.Г.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СУБЪЕКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У ПОЖАРНЫХ

***Аннотация**. В статье рассмотрен ряд субъективных факторов риска развития профессионального выгорания у пожарных. Эти факторы связаны с индивидуальными особенностями человека, его психическими характеристиками, установками и отношением к профессиональным обязанностям.*

***Ключевые слова**: профессиональное выгорание, субъективные факторы, сотрудники МЧС России, стресс.*

Сегодня на первый план в структуре ценностей современного работоспособного населения выходят достижения, служба и карьера, погоня за статусом и доходом, что в свою очередь тесно сопряжено со стрессом. Профессиональное выгорание - динамический процесс, возникающий поэтапно, в полном соответствии с механизмом развития стресса, который можно оценить с точки зрения психологического риска в профессиональной деятельности.

Служба в МЧС России сопряжена со стрессовой нагрузкой, многими объективными и субъективными факторами, такими как: работа в условиях действия стрессогенных факторов и необходимость постоянно поддерживать высокий уровень готовности к немедленным действиям. Таким образом, специалист всегда находится в чуть более напряженном состоянии, чем обычный человек, ведь именно от психической готовности сотрудников, зависит положительный исход ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В современном обществе особый интерес представляет изучение синдрома профессионального выгорания, так как его наличие является примером нарушения профессионального здоровья и сопровождается понижением уровня работоспособности и надежности специалиста, а также его психосоматического состояния. Выгорание рассматривается как негативное организационное поведение, которое влияет не только

на индивида, но и на организацию в целом. К субъективным факторам риска развития выгорания, можно отнести:

- Склонность к эмоциональной сдержанности. Выгоранию, как защитной реакции психики, более подвержены люди, склонные сдерживать эмоции. За счет того, что эмоциональное напряжение не находит выхода на протяжении длительного времени, оно имеет свойство накапливаться.

- Способность к доверию. В боевой обстановке, на пожаре, когда у спасателя нет времени на обдумывания, решение порой необходимо принимать в считанные секунды и степень доверия здесь играет важную роль. Труд пожарного – это в первую очередь командная работа. Недоверие в результате может привести к нежелательным последствиям.

- Интенсивное восприятие и переживание обстоятельств своей профессиональной деятельности. Такое психологическое явление характерно для людей с повышенным чувством ответственности. Наиболее опасный период — это период адаптации. Зачастую бывает так, что в силу своей неопытности специалист берется сразу выполнять много дел и в случае неудачи испытывает интенсивные устойчивые негативные чувства.

- Характеристики боевого состояния. Недостаточная эмоциональная включенность специалиста в работу и, с другой стороны, переизбыток эмоционального реагирования на трудовую деятельность, ведет к снижению продуктивности в работе, увеличению числа ошибочных действий.

- Иррациональные убеждения. Связаны с крайне субъективными взглядами на процесс профессиональной деятельности специалиста, например, убежденность специалиста, что все окружающие должны замечать его труд.

- Неразрешенный семейный конфликт. В семье создается неблагоприятная среда, которая может приводить к тяжелым индивидуальным психическим переживаниям: состоянию тоски, подавленности, беспокойству, тревоге, чувству неудовлетворенности, эмоциональной напряженности. Данный негативный психический настрой является отягощающим фактором на пути профессионального выгорания сотрудника.

- Самооценка – это совокупность представлений человека о себе, которое сформировалось на основе сравнения себя с окружающими. Если самооценка низкая, то может присутствовать страх неудачи, который в процессе выполнения боевой задачи может снижать гибкость и оперативность мышления. Сниженная самооценка также влияет на карьеру сотрудника и его уверенность в профессиональном мастерстве. Неадек-

ватно завышенная самооценка также имеет свои негативные последствия. Такие сотрудники не признают критики и своих ошибок, проявляют чрезмерную самонадеянность. На работе с такими людьми сложно прийти к компромиссным решениям.

- Избыточный потенциал. Суть в том, что каждый специалист в своем профессиональном становлении проходит несколько стадий развития. В первой стадии очень много энергии к движению вперед, изучению всего нового и покорению карьерных вершин. Специалист концентрируется, много внимания уделяет работе, после чего возможен кризис или иными словами – осознанная некомпетентность. Самый большой процент увольнения происходит именно на этой стадии. Здесь главное преодолеть себя и начать двигаться дальше. Третья стадия – это прорыв. Обычно это что-то вроде первого подписания контракта, получение офицерского звания, повышение по должности и т.п.

- Негибкое целеполагание. Целей должно быть несколько и желательно в разных сферах. Если сотрудник концентрируется на одной цели, то может наступить так называемый «избыточный потенциал». Это состояние выражается в том, что сотрудник перестает видеть другие направления деятельности, приписывая лидирующей цели сверхзначимость.

Исследования психических состояний сотрудников МЧС России, применение и разработка методик регуляции состояний, позволяющих достигать оптимальных психических состояний, являются на сегодняшний день актуальными. А также прибегание к системе профилактики для сохранения профессионального здоровья пожарных.

Список источников

1. Бойко В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении / В. В. Бойко. – СПб.: Сударыня, 2000. – 105 с.

2. Шойгу Ю.С. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / Под общей ред. Ю.С. Шойгу. - М.: Смысл, 2007. - 319 с.

3. Евдокимов В.И. Факторы риска формирования синдрома эмоционального выгорания у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России / В.И. Евдокимов, Т.И. Шевченко / Вестн. психотерапии. – 2006. – № 19(24). – 74–84 с.

4. Колузаева Т.В. Эмоциональное выгорание: причины, последствия, способы профилактики / Т.В. Колузаева. // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2020. – №1. – 122-130 с.

УДК 630*378.7

Иванов М.В.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ГИДРОУЗЛОВ ОТ ПЛАВАЮЩИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Аннотация. *В результате экспериментальных исследований определены величины усилий в лежне запани в зависимости от массы формируемого пыжа из плавающих загрязнений и поверхностной скорости потока.*

Ключевые слова: *гидроузел, плавающие загрязнения, верхний бьеф, лежневая запань, пыж, лежень, эксперимент, статистическая обработка.*

Сбор различных видов загрязнений антропогенного и природного характера, включая бытовые отходы и древесный плавник, как правило, не осуществляется, поэтому перечисленные объекты скапливаются в створе гидротехнических сооружений. Воздействие плавающих загрязнений на гидроагрегаты гидроэлектрических станций приводит к выходу из строя элементов генераторов и к нарушению работы систем сопрягающих водотоков. В этой связи тема настоящей работы актуальна.

Цель работы состоит в определении в процессе модельных исследований параметров наплавного сооружения для защиты гидроузлов от плавающих загрязнений.

Предметом исследований является наплавное сооружение для сбора плавающих загрязнений в условиях Чебоксарского водохранилища.

Основу методов исследования составляют методы теории подобия, методы статистической обработки экспериментальных данных с критериальной оценкой результатов [1].

Экспериментальной исследование зависимости усилия в лежне от массы пыжа и поверхностной скорости потока проводилось в гидравлическом лотке (рис. 1). Вода в лоток поступала из напорного бака через подводящую трубу. Расход воды регулировался задвижкой на трубе и измерялся с помощью мерного водослива. В лотке устанавливалась модель поперечной лежневой запани (рис. 2). Лежень запани подключался через блок к электронному динамометру. Глубина потока определялась с

помощью мерной иглы, а скорость подхода к запани – гидрометрической микровертушкой ГМЦМ-1.

Рис. 1. Лоток

Рис. 2. Модель запани

В процессе эксперимента определены усилия в лежне в диапазоне поверхностных скоростей от 0,053 м/с до 0,250 м/с при массе пыжа 0,345; 0,69; 0,92; 1,15; 1,38; 1,667; 2,012 кг.

На первом этапе эксперимента выполнена проверка представительности, точности, достоверности, однородности, изменчивости, характера распределения регистрируемых усилий. На основании полученных данных была вычислена выборочная дисперсия, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации, средняя ошибка, допустимое отклонение, относительная погрешность результатов серии измерений при заданной доверительной вероятности, ошибка среднего квадратичного отклонения. Произведена проверка достоверности крайних значений выборки. Относительная погрешность результатов серии измерений δ=1,34%. Минимальное количество измерений при их заданной точности в 5 % составило 3 измерения [2].

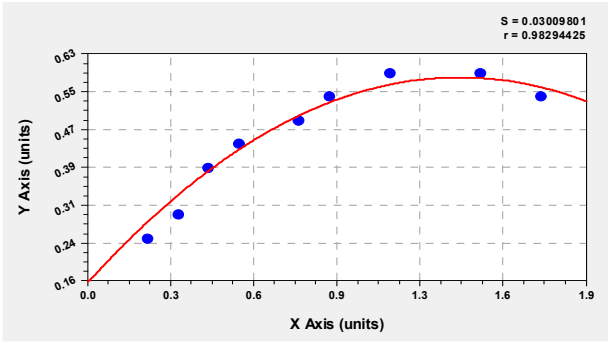


Рис. 3. F = f (m) при поверхностной скорости v = 0,053 м/с

После проведения трех серий измерений усилия в лежне запани перед подбором эмпирических формул проверена воспроизводимость результатов по критерию Кохрена. На основании выполненных измерений

определено усилие в лежне запани при различных массах пыжа и поверхностных скоростях. По экспериментальным данным с помощью программной среды CurveExpert получены уравнения регрессии $F = f(m)$ при различных значениях поверхностной скорости потока. В работе представлен один из результатов (рис 3). Для определения адекватности полученных уравнений использован статистический критерий согласия Фишера.

Примеры процесса формирования пыжа показаны на рисунках (рис. 4, 5).

Рис. 4. Формирование пыжа при скорости в верхнем створе v= 0,109 м/с

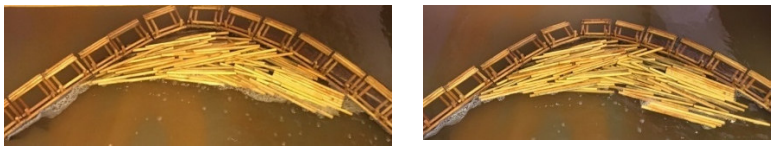


Рис. 5. Формирование пыжа при скорости в верхнем створе v= 0,217 м/с

Таким образом, в процессе экспериментальных исследований установлены параметры запани для эффективного удержания плавающих загрязнений. Построенные в программной среде CurveExpert регрессионные соотношения позволили установить зависимости усилия в лежне запани от массы пыжа при различных скоростях набегающего потока. При этом определены коэффициент корреляции и средняя ошибка. Вычисленные характеристики свидетельствуют о хорошей сходимости результатов измерений и теоретической модели. Для всего эксперимента установлена средняя дисперсия и статистический критерий согласия Фишера. Доказано, что принятая модель является адекватной и с доверительной вероятностью 95% описывает исследуемый процесс.

Список источников

1. Михалёв М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 443 с.

2. Пижурин А.А. Основы научных исследований в деревообработке: учебник для вузов/ А.А. Пижурин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 305 с.

УДК 614.84

Иванова М.А.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВРЕМЯ БЛОКИРОВАНИЯ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ГБУ РМЭ «РЕСПУБЛИКАНСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»

Аннотация. *Пожары в учреждениях здравоохранения имеют свои особенности. Чаще всего, особенно в стационарах с круглосуточным пребыванием людей, пожар развивается главным образом по оборудованию и сгораемым материалам, находящихся внутри помещений.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, эвакуация, опасные факторы пожара, модели пожара.*

Время блокировки эвакуационных путей в медицинских учреждениях рассчитывается на основе времени, необходимого для достижения предельно допустимых значений опасных факторов пожара (ОФП) на этих путях.

Целью данной статьи является показать основные методы расчетов ОПФ, минимизацию рисков и обеспечение безопасной эвакуации людей из зданий в случае пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Модели распространения пожара принимают во внимание распространение ОФП и их влияние на безопасность процесса эвакуации. Так как быстрому распространению огня также способствует развитая система вентиляции, наличие легковоспламеняющихся предметов, веществ в аптеках и лабораториях. Так на отдельных пожарах в зданиях больниц максимальная скорость распространения огня достигает 2..3 м/мин.

Опасность для персонала и пациентов усугубляется тем, что в отделении могут находиться нетранспортабельные больные, которые не могут самостоятельно передвигаться, а также с затруднениями при передвижении – люди, использующие при ходьбе костыли, перемещающиеся в инвалидных креслах и креслах-каталках и так далее.

В медицинских организациях особенно важно обеспечить наличие свободных и безопасных путей эвакуации. Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей заключается в определении

вероятности эвакуации людей из здания, для этого используются следующие методы:

1. Интегральный метод: применяется для зданий с простой геометрической конфигурацией и малым объемом помещений. Он используется для предварительных расчетов и выявления наиболее опасных сценариев пожара

2. Зонный (зональный) метод: более точный, чем интегральный, используется для помещений с простой геометрией, где размер очага пожара меньше размеров помещения [2].

3. Полевой метод: самый точный, но и наиболее трудоемкий. Он обеспечивает детальное моделирование термогазодинамических процессов при пожаре [4].

Эти методы учитывают опасные факторы пожара.

Параметры, которые следует учитывать при расчете времени блокирования путей эвакуации:

1. Опасные факторы пожара (ОФП): повышенная температура, тепловой поток, потеря видимости, пониженное содержание кислорода, концентрация токсичных продуктов горения [1, 2].

2. Геометрическая конфигурация помещения: пространственная структура здания и размеры помещений [2, 4].

3. Пропускная способность эвакуационных выходов:

Пожары на объектах здравоохранения в основном происходят из-за нарушения законодательства о пожарной безопасности:

- отсутствуют либо неисправны автоматическая пожарная сигнализация, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- в оконных проемах установлены «глухие» металлические решетки;
- электрооборудование эксплуатируется с нарушением правил устройства электроустановок;
- отсутствует огнезащитная обработка деревянных конструкций;
- ЛПУ недоукомплектованы первичными средствами пожаротушения;
- пути эвакуации и эвакуационные выходы не соответствуют требованиям безопасности;
- невозможно открыть двери эвакуационных выходов изнутри;
- не исправно внутреннее и наружное противопожарное водоснабжение либо оно отсутствует;
- отсутствуют индивидуальные средства защиты органов дыхания.

Перечисленные нарушения не всегда устраняются даже после выписки штрафа, так как бюджетное финансирование явно недостаточно.

Для обеспечения безопасности эвакуации в медицинских учреждениях предпринимаются следующие меры:

- Проектирование и оборудование эвакуационных путей: ширина маршей эвакуационных лестниц не менее 1,35 м, наличие не менее двух выходов с каждого этажа и из помещений для более 10 человек [1].
- Планирование эвакуации: разработка планов эвакуации, включая эвакуацию лежачих больных на носилках или каталках [5].
- Технические средства безопасности: Установка световых указателей, звукового и речевого оповещения для управления движением по эвакуационным путям [2].
- Обучение персонала: Регулярные тренировки по эвакуации для медицинского персонала [4].

Список источников.

1. Приказа МЧС России от 14 декабря 2010 г. N 649. https://base.garant.ru/196118/7af06a18e696b1f1f06e05ebdce27796/

2. Лабораторная работа «Расчет времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара» https://fireguide.ru/download/doc/lab%20risk+%20table.pdf

3. Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности»
https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165/

4. Пожарная безопасность в лечебных (медицинских) учреждениях https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-lechebnyih-meditsinskih-uchrezhdeniyah/

5. Об эвакуации персоналом медицинских учреждений немобильных и нетранспортабельных пациентов. https://cyberleninka.ru/article/n/ob-evakuatsii-personalom-meditsinskih-uchrezhdeniy-nemobilnyh-i-netransportabelnyh-patsientov

УДК 614.84

Иштрикова В.А.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКА ЗАЖИГАНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ НИЖНЕГО-КОНЦЕНТРАЦИОННОГО ПРЕДЕЛА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ЛВЖ

Аннотация. *Достоверная оценка критических условий воспламенения ЛВЖ во многом определяет мероприятия по взрывозащите технологического оборудования на предприятиях нефтехранилищ, трубопроводов нефтебаз и т.д.*

Ключевые слова: *нижний концентрационный предел распространения пламени, легковоспламеняющиеся жидкости, методы.*

Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП) является критическим параметром для оценки пожарной и взрывоопасности горючих веществ, включая легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ). Он определяет минимальную концентрацию горючего вещества в смеси с окислителем, при которой возможно распространение пламени. Влияние источника зажигания на величину НКПРП является важным аспектом в обеспечении пожарной безопасности.

НКПРП зависит от нескольких факторов,

1. Мощность источника зажигания: увеличение мощности источника зажигания может снизить НКПРП, делая смесь более взрывоопасной [4].

2. Концентрация кислорода: изменение содержания кислорода в смеси может влиять на НКПРП, поскольку для горения необходим определенный уровень окислителя [4].

3. Температура смеси: снижение температуры смеси уменьшает скорость химических реакций, что может сузить область воспламенения и повлиять на НКПРП [4].

4. Давление смеси: повышение давления может изменить поведение горючих смесей, влияя на НКПРП [4].

5. Флегматизаторы: добавление негорючих газов (например, CO_2, Ar, N_2) может сужать область воспламенения и изменять НКПРП [4].

6. Турбулентность и объем сосуда: турбулентность и размеры сосуда также могут влиять на распространение пламени и НКПРП [4]. С увеличением мощности источника зажигания область воспламенения расширяется, что может снизить НКПРП, делая смесь более взрывоопасной [5], источниками являются:

- Электрические разряды: они могут обеспечить высокую энергию зажигания, что позволяет снизить НКПРП, делая смесь более взрывоопасной [1, 3].

- Искры: аналогично электрическим разрядам, искры могут эффективно зажигать смеси при низких концентрациях горючего вещества [2].

- Высокоэнергетические источники зажигания: Такие как пламя или высокотемпературные поверхности, которые могут обеспечить достаточное количество энергии для зажигания смеси с более низкими концентрациями горючего вещества [2, 3].

Эксперименты по определению НКПРП включают зажигание газо-, паро- или пылевоздушных смесей с использованием различных источников зажигания. Увеличение мощности источника зажигания может привести к уменьшению НКПРП, что важно для оценки пожарной опасности в промышленных условиях.

Для определения нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПРП) используются как расчетные, так и экспериментальные методы:

1. Расчетные методы: используют специальные формулы для расчета НКПРП на основе химического состава горючего вещества и его термодинамических свойств. Например, формулы учитывают теплоту образования вещества и коэффициенты для различных элементов в молекуле [1].

2. Экспериментальные методы: включают зажигание газо-, паро- или пылевоздушных смесей с постепенным изменением концентрации горючего вещества до тех пор, пока пламя не перестанет распространяться. Эти методы описаны в национальных и международных стандартах [3, 5].

Экспериментальные методы более точны, но требуют специального оборудования и условий.

Негорючие добавки, также известные как флегматизаторы, могут существенно изменить нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПРП). К таким добавкам относятся:

- Инертные газы: например, CO_2, Ar, N_2. Они разбавляют смесь, уменьшая концентрацию горючего вещества и окислителя, что затруд-

няет воспламенение и распространение пламени, увеличивая НКПРП [2].

- Пары воды: добавление пара воды может охладить смесь и разбавить ее, что также может повысить НКПРП, делая смесь менее взрывоопасной.

Использование этих добавок позволяет снизить пожаровзрывоопасность смесей, что важно в промышленных условиях для обеспечения безопасности.

Для обеспечения пожарной безопасности важно учитывать влияние источника зажигания на НКПРП при работе с ЛВЖ. Это включает в себя выбор безопасных источников зажигания и контроль условий окружающей среды для предотвращения снижения НКПРП.

Исследование влияния источника зажигания на величину НКПРП имеет важное значение для разработки эффективных мер пожарной безопасности при работе с ЛВЖ. Учет этих факторов позволяет минимизировать риск пожаров и взрывов в промышленных условиях.

Список источников

1. Концентрационные пределы распространения пламени. Область воспламенения. Факторы, влияющие на область воспламенения. https://studfile.net/preview/1359483/page:3/

2. Часть 2. Теория горения и взрыва https://professiauc.ru/f/22_vzryvopozharoopasnye_svojstva_veshchestv_i_materialov_pozharnaya_opasnost_zdanij.pdf

3. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов»/

4. Факторы, влияющие на концентрационные пределы распространения пламени https://studfile.net/preview/4287846/page:4/

5. Аппараты с подвижным уровнем жидкости https://studfile.net/preview/1359503/page:2/

6. Концентрационные пределы распространения пламени https://xn--80abdnbbocwydbk6a5a.xn--p1ai/kontsentratsionny-e-predely-rasprostraneniya-plameni/

УДК 341.443

Красноухова Д.Ю.
Научный руководитель: Коршунов Г.И., д-р техн. наук, профессор
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. *В исследовании проводится анализ травматизма в угольной отрасли в целях выявления причинно-следственных связей и установления комплекса причин реализации несчастных случаев. Классификация причин позволит разрабатывать адресные мероприятия, в том числе учитывающие тяжесть возможной травмы. Предложено оценка вероятности реализации опасных событий в системе «опасное явление – вредные факторы – человеческий фактор», что позволит учитывать три основных источника реализации опасных событий, а именно: травмирующий фактор, воздействие вредных производственной среды и трудового процесса и человеческого факторов.*

Ключевые слова: *вредные факторы, безопасное поведение, риск ошибочных действий, травматизм, психофизиологическое состояние работников.*

Добыча угля подземным способом остается одним из самых опасных способов добычи. Согласно статистике Ростехнадзора уровень травматизма при добыче угля остается высоким. Динамика смертельного травматизма существенно снизилась за последние 15 лет за счет модернизации технологического процесса и снижения числа работников, занятых во вредных и опасных условиях труда. Однако показатели легкого и тяжелого травматизма остаются на высоком уровне.

При анализе травматизма следует различать понятия: причина травматизма и травмирующий фактор. Под травмирующим фактором подразумевается фактор, который наносит вред здоровью. В то время, как причин травматизма может быть несколько.

Среди основных травмирующих факторов выделяют падение пострадавшего, падение предметов, обвалы пород, воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов, электрического тока, термическое воздействие.

К основным причинам возникновения опасных ситуаций относят: низкий уровень производственного контроля, нарушение технологии производства работ, грубое нарушение трудового распорядка и дисциплины труда, неудовлетворительная организация производства работ, низкий уровень знаний норм и правил безопасности.

Анализ несчастных случаев позволил установить, что к опасному событию приводит сочетание причин, которые целесообразно разделить на уровни реализации, а именно: индивидуальные (связанные с действиями самого работника), технические (нарушение технологического процесса, несвоевременный ремонт и замена оборудования и т.д.) и организационными (некорректные действия или отсутствие действий управленческого аппарата в области охраны труда). Таким образом, можно проанализировать влияние человеческого фактора при реализации работ на различных уровнях принятия решений.

Многие учёные подчёркивали необходимость понимания основных компонентов, которые становится причиной или предупреждают несчастные случаи. Травма в любой отрасли возникает из-за взаимодействия трёх факторов: человека, машины и окружающей среды.

Герберт Уильям Генрих сформулировал закон травматизма в своей книге «Предупреждение производственных травм: научный подход», увидевшей свет в 1931 году. Согласно этой модели, 88% несчастных случаев происходят из-за небезопасных действий людей [1].

Развитие культуры безопасности крайне важно, поскольку она может обеспечить безопасность шахтёров и значительно снизить количество смертей в угольных шахтах из-за действий людей.

Несмотря на внедрение новых технологий, стандартов и стратегий, основной причиной несчастных случаев отрасли является поведение людей и их ошибки.

Приведенный в статье Li J. и др. статистический анализ аварий показывает, что более 95% аварий на угольных шахтах связано с человеческими ошибками [2]. На рост вероятности реализации опасных ситуаций влияет уровень воздействия факторов производственной среды и трудового процесса и психофизиологические характеристики самого работника.

Таким образом, в целях предупреждения реализации травмоопасных ситуаций необходимо оценивать причинно-следственные связи в системе «опасное явление – вредные факторы – человеческий фактор».

Учет психофизиологических параметров работника в условиях воздействия факторов производственной среды позволит оценивать вероятность реализации опасного события не только с при рассмотрении травмирующих факторов, но и анализа принятия решений при выполнении работ, что позволит снизить профессиональный риск реализации травмоопасных событий [3].

Список источников

1. Mazhar A., Indrajit P. Assessment of workers' safety behavior in the extractive industries: The case of underground coal mining in Pakistan // *The Extractive Industries and Society*. 2022. Vol. 10:101087. DOI: 10.1016/j.exis.2022.101087.

2. Li, J., Qin, Y., Yang, L. et al. A simulation experiment study to examine the effects of noise on miners' safety behavior in underground coal mines // BMC Public Health. 2021. Vol. 21(1):324. DOI: 10.1186/s12889-021-10354-2.

3. Кабанов Е.И., Туманов М.В., Сметанин В.С., Романов К.В. Инновационный подход к профилактике травм на горнодобывающих предприятиях на основе управления человеческим фактором // Записки Горного института. – 2023. – Т. 263. – С. 774-784.

УДК 699.812.2

Кучергин Н.И.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ СОВРЕМЕННЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. *В современном строительстве и архитектуре огнезащита материалов играет критически важную роль, особенно когда речь идет о древесине.*

Ключевые слова: *древесина, огнезащитная пропитка, обжиг.*

Дерево, как один из наиболее распространенных и привлекательных строительных ресурсов, требует особого внимания к вопросам безопасности в условиях возможного возгорания. Огнезащитные пропитки становятся неотъемлемой частью комплекса мер, направленных на защиту деревянных конструкций от огня, уменьшая риск дальнейшего возгорания древесины.

По данным Росстата с 2019 года и по настоящее время заметен рост строительства деревянных домов. Следовательно, на данные момент огнезащитный состав для древесины как никогда является актуальным [1]

В данной статье будут рассмотрены различные виды огнезащитных покрытий для древесины.

Для эксперимента были подготовлены березовые цилиндры, размеры цилиндра – длина 60 мм, диаметр 35мм. До начала эксперимента цилиндры были взвешены (невские весы ВСТ-150/5)

Ниже представлена сравнительная диаграмма изменения массы цилиндра до и после пропитки представлена ниже.

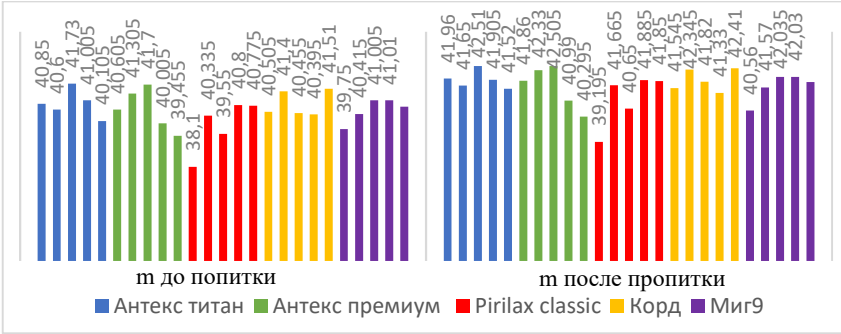


Рис. 1 Сравнительная диаграмма изменения массы березовых цилиндров

В среднем масса каждого цилиндра увеличилась на 2,5 % от собственной массы, это нам говорит о том, что огнезащитные вещества впитались в верхний слой древесины.

Следующий этап — это обжиг березовых цилиндров, пропитанных огнезащитными составами.

Расстояние от фитиля спиртовки до образца было подобрано так, чтобы пламя окутывала образец. Оптимальное расстояние составляет 9 см. Одновременно замеряли температуру пламени с помощью термопары, температура пламени составила 596 °С

Далее проводили обжигание образцов, время обжигания каждого образца 2 минуты 15 секунд. После обжигания сравнивали внешний вид образцов, так как структура древесины не однородна, следовательно, и образцы пропитались не равномерно это можно заметить по пятну обжигания древесины.

Можно сказать, что огнезащитный составом при разной структуре древесины может показать совершенно разные результаты. В таблице представлены результаты проведения выше описанного эксперимента.

Таблица 1 - Вес образцов до и после обжига.

Огнезащитный состав	*Средняя* $m_{\text{до обжига}}$ *гм*	*Средняя* $m_{\text{после обжига}}$ *гм*	*%*
Антекс титан	41,9	41,6	0,7
Антекс премиум	41,6	41,3	
Pirilax classic	41,1	41,7	
Корд	41,9	41,6	
Миг 9	41,6	41,3	

В среднем масса образцов уменьшилась на 0,7%, огнезащитные составы для древесины ведут себя одинаково при равных условиях проведения эксперимента. Наиболее лучший результат в ходе проведения эксперименты с огнезащитными пропитками показала пропитка Миг 9.

Выбор конкретного огнезащитного средства должен основываться на анализе условий эксплуатации древесины, требований нормативных документов и результатов лабораторных испытаний. Важно учитывать не только огнезащитные свойства, но и экологическую безопасность, долговечность покрытия и его совместимость с финишными отделочными материалами.

Список источников

1. https://forestcomplex.ru/wh-building/derevyannoe-domostroenie-v-rossii-perspektivy-na-2024-god/

2. ГОСТ Р 59637-2021. Национальный стандарт Российской Федерации, устанавливающий общие правила монтажа (нанесения) средств огнезащиты на объекты огнезащиты, методы контроля качества огнезащитных работ и порядок их применения при монтаже, техническом обслуживании и ремонте. Стандарт распространяется на деревянные конструкции, материалы и изделия.

УДК 614.84

Лапцов Д.В.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. *Целью данной работы является анализ существующих проблем в области пожарной безопасности жилых зданий и разработка предложений по их решению.*

Ключевые слова: *противопожарная безопасность, жилые здания, пути решения.*

Обеспечение пожарной безопасности жилых зданий является одной из важнейших задач современного общества. От своевременного предотвращения пожаров и минимизации их последствий зависит жизнь и здоровье людей, сохранность имущества и окружающей среды. Несмотря на значительные усилия, направленные на повышение уровня пожарной безопасности, многие жилые здания остаются уязвимыми перед угрозой огня. В данной статье мы рассмотрим основные проблемы, связанные с пожарной безопасностью в жилых зданиях, и предложим эффективные пути их решения.

Основные проблемы пожарной безопасности жилых зданий

1. Недостаточная осведомленность жильцов.

Одной из главных проблем является низкий уровень знаний жильцов о мерах пожарной безопасности и действиях в случае возникновения пожара. Многие люди не знают, как правильно действовать в экстремальной ситуации, что может привести к панике и неправильным действиям, усугубляющим последствия пожара.

2. Отсутствие или неисправность противопожарного оборудования.

Во многих жилых зданиях отсутствуют необходимые средства пожарной безопасности, такие как пожарные извещатели, системы автоматического пожаротушения и средства индивидуальной защиты. Даже если такие системы установлены, они могут быть неисправными или устаревшими, что снижает их эффективность.

3. Нарушение правил эксплуатации электроприборов.

Неправильное использование электрических приборов, перегрузка электросети и оставление включенных устройств без присмотра являются частыми причинами пожаров. Эти факторы способствуют возникновению короткого замыкания и воспламенению электропроводки.

4. Захламление эвакуационных путей.

Эвакуационные выходы и коридоры часто загромождаются мебелью, строительными материалами и другим имуществом, что затрудняет эвакуацию людей в случае пожара. Это может стать серьезной преградой для спасения жизней.

5. Несоответствие строительных материалов требованиям пожарной безопасности.

Использование горючих и легковоспламеняемых материалов при строительстве и отделке помещений увеличивает риск быстрого распространения огня. Такие материалы могут выделять токсичные вещества при горении, что дополнительно угрожает жизни людей.

6. Проблемы с организацией эвакуации.

Недостаточное количество эвакуационных выходов, узкие проходы и отсутствие четких указателей направления движения могут осложнить процесс эвакуации. Это особенно актуально для многоэтажных жилых домов, где время играет решающую роль.

Пути решения проблем пожарной безопасности:

1. Повышение уровня осведомленности жителей.

Проведение регулярных инструктажей и тренингов по правилам поведения при пожаре поможет жителям лучше ориентироваться в чрезвычайных ситуациях. Размещение информационных плакатов и памяток в подъездах и на этажах также будет полезным.

2. Установка и обслуживание противопожарного оборудования.

Обеспечение всех жилых зданий необходимыми средствами пожаротушения, системами оповещения и автоматического пожаротушения. Регулярное техническое обслуживание и проверка исправности оборудования помогут поддерживать высокий уровень готовности к экстренным ситуациям.

3. Контроль за использованием электроприборов.

Установка современных систем контроля нагрузки на электросеть и информирование жильцов о правильных методах эксплуатации бытовой техники снизят вероятность возникновения пожаров от электротехнических причин.

4. Организация и поддержание чистоты эвакуационных путей.

Постоянный контроль за состоянием эвакуационных маршрутов, включая регулярную уборку и удаление ненужных предметов, обеспечит беспрепятственную эвакуацию в случае пожара.

5. Использование огнестойких материалов.

Применение негорючих и трудновоспламеняемых материалов при строительстве и ремонте зданий значительно уменьшит скорость распространения пламени и дыма.

6. Регулярные проверки и инспекции.

Периодические проверки состояния зданий государственными органами и независимыми экспертами позволят своевременно выявлять нарушения и устранять потенциальные угрозы.

7. Разработка и внедрение инновационных технологий.

Использование современных технологий, таких как интеллектуальные системы управления зданиями, дистанционное управление противопожарными системами и автоматическое оповещение экстренных служб, позволит оперативно реагировать на возгорания и минимизировать ущерб.

Заключение/

Решение проблем пожарной безопасности требует комплексного подхода, включающего образовательные мероприятия, технические улучшения и организационные меры.

Список источников

1. Техническая эксплуатация зданий и сооружений. – М.: Инфра-М, 2019. – 256 с.

2. Пожарная безопасность в строительстве. – СПб.: Питер, 2020. – 320 с.

3. Иванов А.А., Петров Б.Б. Проблемы пожарной безопасности современных жилых зданий // Вестник строительного университета. – 2017. – №12. – С. 34–39.

4. Сидоров К.В., Орлов Д.С. Пути повышения пожарной безопасности жилых зданий // Журнал пожарной безопасности. – 2019. – №10. – С. 45–50.

5. Смирнов О.И., Кузьмин Ю.П. Анализ причин возникновения пожаров в жилых зданиях // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – №6. – С. 56–62.

УДК 622.271.6

Лосева А.А.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМОНИТОРОВ НА ОСНОВЕ ВИБРОСТРУЙНОГО ЭФФЕКТА

Аннотация. *В автоматизированном режиме определены кинематические и динамические параметры виброструйного устройства, параметры размыва дна водотока в MathCad.*

Ключевые слова: *гидромонитор, размыв дна водотока, виброструйное устройство, параметры гидромониторов, автоматизация расчетов, Mathcad.*

Повышение эффективности размыва донного грунта гидромониторными устройствами может быть достигнуто на основе применения виброструй. Для их возбуждения используется тело, осуществляющее симметричное вибрационное движение возвратно-поступательного характера в направляющем насадке [2]. Автоматизация расчетов при проектировании виброструйных устройств и расчете параметров размыва грунта является актуальной задачей.

Целью работы является автоматизация расчетов кинематических и динамических параметров гидромониторов на основе виброструйного эффекта с использованием прикладной программной среды MathCad.

При работе гидромонитора размыв осуществляется затопленной ламинарной струей. Геометрические параметры струи при этом определяют глубину размыва. При использовании виброструй для расчета параметров требуется использование уравнения турбулентного распространения струй, которое при использовании гипотезы Прандтля о постоянстве турбулентного перемешивания записывается в виде [1]

$$u_l \frac{\partial u_l}{\partial l} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} = \sigma \sqrt{\frac{J_o}{\rho}} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}\left(r \frac{\partial u_l}{\partial r} \right). \qquad (1)$$

Уравнение (1) отличается от уравнения распространения ламинарной струи тем, что постоянный кинематический коэффициент молекулярной вязкости заменен кинематическим коэффициентом турбулентной вязкости. Интегрирование уравнения (1) позволило получить зави-

симости для продольной и радиальной скоростей струи. В расчетах в указанные зависимости введена поправка на конечность начального расхода струи.

Параметры размыва предлагается определять согласно теории Мирцхулавы Ц.Е. [3]. В работе использованы выражение для допускаемых донных скоростей в воронке размыва с учетом сцепления частиц грунта по Цытовичу, формула максимальной глубины воронки размыва, зависимости для давления струи на агрегаты грунта и пригружающего давления воды в воронке размыва.

Ниже представлены фрагменты листинга программы автоматизированного расчета кинематических параметров виброструй, параметров размыва дна водотоков и динамических характеристик виброструйных устройств (рис. 1-3).

Для расчета параметров формируемых струй и размыва грунта в автоматизированную среду Mathcad введены диаметр начального сечения струи, длина струи от выходного среза насадки до объекта воздействия, частота колебаний виброимпульсного генератора, угол килеватости.

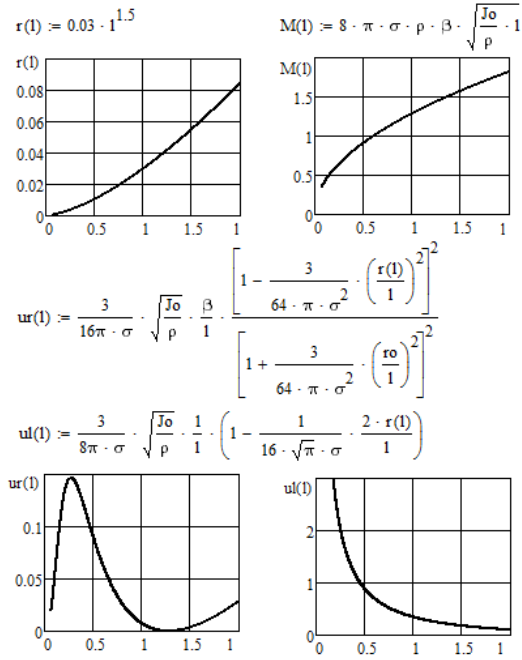


Рис. 1. Фрагмент листинга программы расчета параметров виброструй

$$pn(l) := \gamma \cdot (hb + hp(l)) \cdot \tan\left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180}\right) \qquad v\Delta(l) := \sqrt{\frac{2g \cdot m}{0.3 \cdot \gamma \cdot n} \cdot [(\gamma f - \gamma)dk + 1.25 \cdot (Cny + pd(l) + pn(l))]}$$

$$hp(l) := kd \cdot \left(\frac{8.3 \cdot uo \cdot do}{v\Delta(l)} - 7.5 \cdot do\right) \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180}\right)}{1 - 0.175 \cdot \cot\left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180}\right)} + 0.25 \cdot hb$$

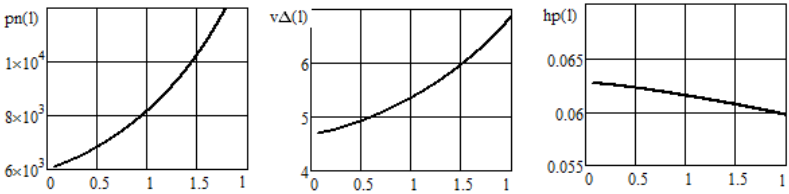


Рис. 2. Фрагмент листинга программы расчета параметров размыва грунта

$$V(t) := \frac{\pi \cdot Vm}{2} \cdot \beta \cdot \xi o \cdot \cos\left(4 \cdot \pi \cdot \frac{f}{2 \cdot \pi} \cdot t\right)$$

$$P(t) := \pi\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)^2 \cdot \left[\rho \cdot h(t) \cdot (V(t))^2 + \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \cos(\beta)\right) \cdot \rho \cdot (h(t))^2 \cdot V(t)\right]$$

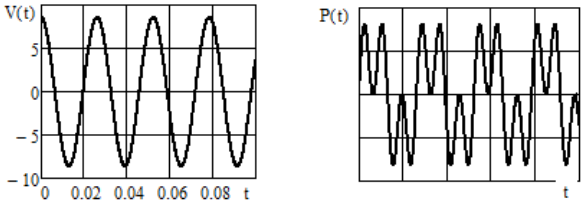


Рис. 3. Фрагмент листинга программы расчета параметров гидромониторов

В результате расчетов построены зависимости текущего радиуса струи r(l), секундно-массового расхода через сечение струи M(l), радиальной скорости $u_r(l)$ и скорости на оси струи $u_l(l)$ с учетом поправки на конечность расхода, скорости центра вихревого клубка на оси струи, скорости струи в месте размыва $v_\Delta(l)$, глубины размыва $h_p(l)$, скорости вибрации v(t), силы сопротивления вибрационного элемента P(t).

Список источников

1. Дмитриев Ю.Я. Водный транспорт леса/ Ю.Я. Дмитриев, В.И. Патякин. – М.: Гослесбумиздат, 1985. – 324 с.

2. Кузнецова Ю.А. Основы теории гидромониторов на основе виброструйного эффекта/ Ю.А. Кузнецова, А.Е. Трухан, И.Н. Габтрахманов// Народное хозяйство: всероссийский научно-практический журнал № 2, 2011. – М: «МИИ Наука». – С. 264-273.

3. Кузнецова Ю. А. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов: монография / Ю.А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 260 с.

УДК 627.5

Лугова В.И.
Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ МЯГКИХ ВОДОНАПОЛНЕННЫХ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ ЗАЩИТЫ НИЖНИХ БЬЕФОВ ГИДРОУЗЛОВ

Аннотация. *Проведено исследование гасителей энергии потока на основе мягких водонаполненных оболочек на масштабной модели.*

Ключевые слова: *нижний бьеф, размыв русла, гаситель энергии потока, мягкая водонаполненная оболочка, эксперимент.*

В нижних бьефах водосливных сооружений при высоких скоростях сбрасываемого потока формируются воронки размыва значительной глубины и протяженности вдоль потока, что связано с нарушением режимов пропуска экстремальных расходов при строительстве и эксплуатации гидроузлов, недостаточностью расчетной длины крепления в нижнем бьефе, неэффективностью установленных гасителей энергии [2]. В качестве средств защиты нижних бьефов действующих гидроузлов могут быть использованы гасители энергии потока на основе мягких водонаполненных оболочек, отличающиеся мобильностью развертывания и установки в поток. В этой связи исследование гасителей на основе мягких водонаполненных оболочек является актуальным.

Целью работы является проведение эмпирических исследований гасителей избыточной энергии сбросного потока в нижнем бьефе на основе применения водонаполненных мягких оболочек.

В связи с несовместимостью критериев Рейнольдса и Фруда и небольшой площадью взаимодействия потока и мягкой оболочки при лабораторном моделировании учитывался только критерий Фруда [1].

Для исследования работы мягких оболочек и экспериментального определения эффекта гашения скорости в нижнем бьефе при их использовании была изготовлена модельная установка, состоящая из водосливной плотины, водобоя, рисбермы и шашечных гасителей (рис. 1). В качестве натурного объекта при изготовлении модельной установки выбрана водосливная плотина Чебоксарской ГЭС и принят предельный в гидротехнике масштаб моделирования 1:100 [3].

Рис. 1. Экспериментальная установка

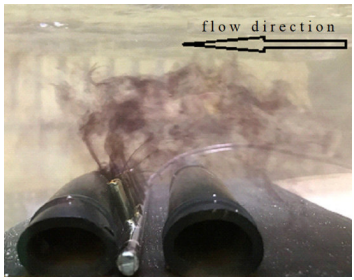


Рис. 2. Визуализация структуры потока

Для изготовления модели оболочек использован гибкий шланг диаметром 20 мм, что в пересчете в натуру составляет 2 м. На модели уложены две оболочки (рис. 2) для создания фиксированного поперечного к потоку вихря, размеры которого формируются за счет определения расстояния между центрами цилиндрических оболочек. Изменение диаметра оболочек приводит к увеличению высоты вихревого образования и в случае превышения диаметра цилиндрических оболочек над расстоянием между ними возникают системы вертикально расположенных вихрей, что позволяет, регулируя расстояние между оболочками, изменять степень воздействия вихря на поток.

Для создания модельного потока использовался малый гидравлический лоток. Модельная установка размещалась на участке с равномерным движением жидкости в средней части лотка. Система водоснабжения лотка – оборотная и включает напорный бак, насос, нижний бассейн, бетонный оголовок с мерным прямоугольным водосливом, задвижки и трубопроводы.

Измерение температурных эквивалентов скорости потока выполнено датчиками-термоанемометрами. Скорости регистрировались в четырех створах перед местом установки мягких оболочек, в створе между мягкими оболочками и в трех створах ниже места установки мягких оболочек. Интервалы между створами измерения составляли 50 мм, что соответствует натурным интервалам длиной 5 м. Измерения выполнялись при трех расходах – 5,2; 5,8 и 6,1 дм^3/с – при глубинах потока на концевом креплении рисбермы модели плотины равных 67; 96 и 121 мм. Эпюры скоростей для значения расхода 5,2 дм^3/с представлены на рисунках (рис. 3).

Из рассмотрения эпюр скоростей для значения расхода 5,2 дм^3/с (рис. 3) видно, что при установке мягких оболочек происходит деформация эпюр скоростей. Обнаружено существенное снижение скоростей на длине порядка 15 м вверх и вниз по потоку от места установки гаси-

теля. Эта тенденция связана с формированием вихревых образований в створе между оболочками гасителя.

Для подтверждения сделанных заключений о формировании вихрей в пространстве между мягкими оболочками, произведена визуализация структуры потока с помощью красителя (рис. 2). Из фотографии видно, что по всей ширине гасителя в пространстве над местом его установки формируется возвратное вихревое течение. Очевидно, что подобного рода индуктивная структура и является причиной формирования гасящего эффекта.

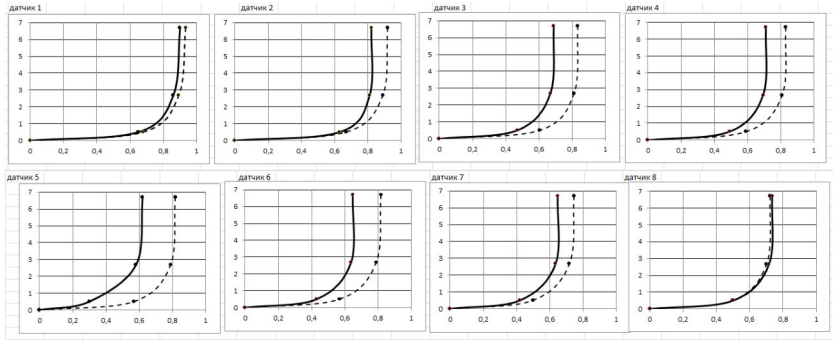


Рис. 3. Эпюры скоростей: ——— – без гасителя; - - - - - – при установке гасителя

Повышение эффективности рассматриваемых гасителей с ростом расходов на рисберме может быть достигнуто посредством увеличения размеров мягких оболочек. В частности, в дальнейших исследованиях, по-видимому, следует увеличить вертикальный размер нижнего по потоку мягкого элемента гасителя, что предотвратит снос вихревых структур вниз по потоку.

Список источников

1. Железняков Г.В. Гидравлическое моделирование: методические указания к УИР/ Г.В. Железняков. – М.: Московский институт инженеров железнодорожного транспорта, 1985. – 40 с.

2. Кузнецова Ю.А. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов: монография/ Ю.А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 260 с.

3. Рекомендации по маломасштабному моделированию динамических явлений в строительных конструкциях и сооружениях/ ВНИИГидротехники им. Б.Е. Веденеева. – Л.: ВНИИГ, 1980. – 25 с.

УДК 626.882.2 + 532.525.2

Микутов А.П.
Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЫБОХОДНОГО СООРУЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОГО ТИПА

Аннотация. *Обозначены пути совершенствования конструкций лотковых рыбоходов для решения задач естественного воспроизводства рыбы на зарегулированных реках.*

Ключевые слова: *рыбопропускные сооружения, естественное воспроизводство рыбы, гидротехническое строительство.*

Строительство плотин и водохранилищ на реках ведет к зарегулированию стока, что в свою очередь влечет за собой сезонное, суточное или многолетнее перераспределение стока реки. Плотины резко изменяют условия миграций рыб. Нерестовые миграции против течения приостанавливаются плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства. У туводных рыб вместо единого стада образуются два стада — выше плотины и ниже ее. Зарегулирование стока, как правило, ведет к разрушению популяционной системы воспроизводства проходных и многих жилых видов рыб [1].

За счет естественного нереста воспроизводятся и еще многие годы будут воспроизводиться почти все морские и значительная часть пресноводных рыб. Однако условия естественного воспроизводства во многих местах значительно ухудшаются человеком: естественные нерестилища загрязняются, на нерестилищах нарушается необходимый гидрологический режим и ухудшается их кормность. Иногда затрудняется доступ к естественным нерестилищам, причем это может иметь место не только в условиях гидростроительства, а и в случае пересыхания рек в межень или в результате строительства запаней, бонов и др. [2].

С целью восстановления миграционных путей рыб на зарегулированных реках в составе гидроузлов необходимо устраивать рыбопропускные сооружения. Существующие в настоящее время рыбопропускные сооружения делят на рыбоходы и рыбоподъемники [3]. В рыбоходах рыбы перемещаются благодаря их активному движению на всём протяжении рыбопропускного устройства, а в рыбоподъемниках – за

счёт работы самого сооружения, где рыбы не затрачивают собственной энергии на преодоление водного напора.

Рыбоподъемники обладают рядом существенных недостатков: цикличность действия; несоответствие биологическим особенностям рыб; наличие движущихся элементов; отличие условий выпуска рыб в верхний бьеф от речных условий; сложность в эксплуатации и др. [3].

В свою очередь рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы, выполненные с постоянным или переменным уклоном по длине [3]. Рыбоходы в своей работе используют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. В основе работы действующих рыбоходов лежит технология создания транзитных течений с благоприятным для движения рыб гидравлическим режимом. Специально организованное транзитное течение используют для привлечения рыб в рыбоход, ориентации и стимуляции их движения по его маршевым камерам, а также с целью создания условий для отдыха рыб в водоворотных зонах, формируемых как в маршевых камерах, так и в камерах отдыха.

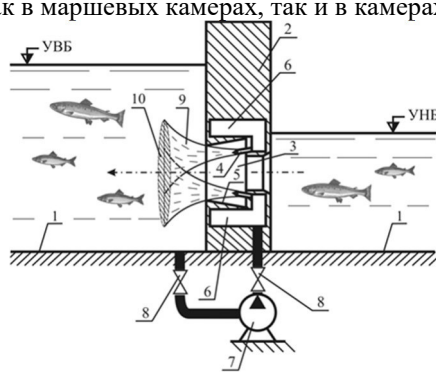


Рис. Разрез поперечной перегородки рыбохода: 1 – водосливной лоток (рыбоходный тракт); 2 – поперечная перегородка; 3 – вплывное отверстие; 4 – струеобразующие насадки; 5 – грани выходной части вплывного отверстия; 6 – коллекторы для питания систем струеобразующих насадков; 7 – питающий насос; 8 – задвижки; 9 – ряды параллельных гидравлических струй; 10 – зона частично равных давлений

Не смотря на очевидные достоинства перед рыбоподъёмниками, используемые в настоящее время конструкции рыбоходов имеют очень

существенный недостаток, значительно, а в отдельных случаях и полностью снижающий эффективность рыбопропуска. Суть данного недостатка заключается в следующем. Известно, что, для водохранилищ характерны регулярные технологические колебания уровня воды, приводящие к изменению на гидроузле перепада между бьефами. Однако от последнего напрямую зависит скорость транзитного (привлекающего рыбу) течения по длине рыбоходного тракта. Поэтому она так же подвержена регулярным колебаниям. Это обстоятельство приводит к нарушению условий эффективного пропуска рыб. Поскольку в случае величины перепада между бьефами большей расчетной формируется в рыбоходе транзитное течение с непреодолимо высокими для рыб скоростями, меньшей — повлечёт за собой слабое выделение привлекающего шлейфа и отсутствие условий для поступательного движения рыб против течения вверх по рыбоходу. С целью устранения указанного недостатка рыбоходов нами предложены классические конструкции рыбоходов, работающих по новой экологической технологии, которая заключается в стабилизации гидравлических условий пропуска рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф с помощью гидравлических струй (рис.) [2, 3].

Предлагаемая нами технология использования гидравлических струй позволит минимизировать негативное влияние колебаний уровней бьефов гидроузла на эффективность работы рыбохода, а также создавать гидравлические условия оптимальные для определенного вида рыбы, совершающего нерестовую миграцию.

Список источников

1. Введенский О.Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла/ О.Г. Введенский// Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. –2013. – №4. – С. 67 – 81.

2. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография/ О.Г. Введенский. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 264 с.

3. Пат. 2337209 РФ, МПК[8] E02B 8/08. Рыбоход для привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф/ О.Г. Введенский (РФ). – №2007105289/03; Заявлено 12.02.2007; Опубл. 27.10.2008, Бюл. № 30. – 11с.

УДК 621.316.995

Мошкин И.С.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТЕКАНИЯ ТОКА ПЕРЕНОСНЫХ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ПОЖАРНЫХ МАШИНАХ

Аннотация. *В статье рассматривается процесс растекания тока в различных погодных условиях, в разной почве. Проведена оценка эффективности переносного заземляющего устройства в пожарной машине в различных условиях эксплуатации.*

Ключевые слова: *переносное заземляющее устройство, растекание тока, заземление, пожарные машины.*

Пожарные машины часто работают в условиях высокой влажности и могут подвергаться воздействию электрических токов. Переносные заземляющие устройства играют ключевую роль в обеспечении электрической безопасности, позволяя безопасно отводить токи короткого замыкания и статического электричества.

В рамках исследования были проведены испытания переносного заземляющего устройства пожарной машины. Использовались измерительные приборы для определения величины сопротивления заземления, представленные на рисунке 1.

а)

б)

Рис. 1. Средства, используемые для измерения:
а) Внешний вид переносного заземляющего устройства; б) Прибор измеритель сопротивления заземления 1820 ER в открытом виде

Эксперимент был выполнен на территории Республики Марий Эл, где преобладают два вида почв – это суглинок и песок. Измерения были выполнены в пяти различных точках, в разные месяцы (сентябрь (+12 °С), январь (-11.4 °С)), в том числе были выполнены различные манипуляции для изменения свойств грунта.

- Параметры заземляющего штыря: длина - 68 см, сечение - 2,5 см
- Заглубление штыря заземления: 55 см; вспомогательных - 50 см

Ниже представлены фотографии проведения эксперимента (Рис. 2,3).

а) б)

Рис. 2. Измерение сопротивления заземления:
а) основной штырь заземления в пожарной машине; б) вспомогательные штыри для исследования сопротивления заземления

а) б) в)

Рис. 3. Результаты эксперимента:
а) без воздействия дополнительных факторов; б) после увлажнения почвы; в) после увлажнения почвы с примесью соли

Таким образом, результаты исследования представлены ниже в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты эксперимента в суглинке

Суглинок						
№ п/п	Без воздействия дополнительных факторов		Увлажнение почвы		Увлажнение почвы с примесью солей	
	Сентябрь	Январь	Сентябрь	Январь	Сентябрь	Январь
1	46,9 Ом	147 Ом	44,7 Ом	139,4 Ом	43,9 Ом	136 Ом

2	83,9 Ом	165,8 Ом	68,2 Ом	146,5 Ом	59,1 Ом	116,1 Ом
3	92,3 Ом	136	66,3 Ом	137,9	56,1 Ом	112,3 Ом
4	85,5 Ом	1776 Ом	41,2 Ом	1326 Ом	35 Ом	229 Ом
5	63,9 Ом	1837 Ом	60,2 Ом	1360 Ом	59,6 Ом	241 Ом

Таблица 2. Результаты эксперимента в песке

Песок						
№ п/п	Без воздействия дополнительных факторов		Увлажнение почвы		Увлажнение почвы с примесью солей	
	Сентябрь	Январь	Сентябрь	Январь	Сентябрь	Январь
1	148,1 Ом	185,7 Ом	122 Ом	143,3 Ом	96,7 Ом	116,1 Ом
2	145,1 Ом	158,6 Ом	136,9 Ом	131,9 Ом	105 Ом	100,5 Ом
3	169,4 Ом	172 Ом	152,8 Ом	159, 2 Ом	118,2 Ом	120 Ом
4	175,2 Ом	178 Ом	145,1 Ом	133 Ом	107, 3 Ом	112,8 Ом
5	164 Ом	173 Ом	134,9 Ом	132 Ом	99 Ом	109,2 Ом

Данные показали, что эффективность растекания тока зависит от окружающей среды и свойств грунта. Наилучшие результаты достигнуты в суглинке во влажном грунте.

Для повышения эффективности заземления важны не только конструктивные особенности, но и условия эксплуатации, такие как: погодные условия, содержание минералов и солей в почве.

Исследование подтвердило необходимость правильного выбора и эксплуатации заземляющих устройств в пожарных машинах для снижения электрических травм. В будущем следует изучать новые материалы и технологии для улучшения таких устройств.

Список источников

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

2. ГОСТ Р 51853-2001 Заземления переносные для электроустановок. Общие технические условия;

3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 1. Общие правила. Глава 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности. Седьмое издание.

УДК 614.84

Муштараули Ю.Ю.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ПУТЕЙ И ВЫХОДОВ В УЧРЕЖДЕНИИ РОДОВСПОМОЖЕНИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются ключевые аспекты обеспечения безопасной эвакуации в учреждениях родовспоможения, где безопасность матери и новорожденного является приоритетом. Описаны важные элементы проектирования и планировки зданий, включая необходимость широких коридоров, минимизацию препятствий и четкое обозначение выходов.*

Ключевые слова: *Безопасная эвакуация, учреждения родовспоможения, эвакуационные планы, обучение персонала, системы оповещения, аварийное освещение, эвакуация новорожденных.*

Обеспечение безопасности в учреждениях родовспоможения — это важная задача, которая требует особого внимания. В условиях, когда жизнь матери и новорожденного может зависеть от оперативности и организации действий, наличие четко продуманных и безопасных путей эвакуации становится критически важным. Эффективная система эвакуации не только снижает риски для здоровья, но и способствует сохранению жизни в экстренных ситуациях. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты, способствующие обеспечению безопасной эвакуации в родильных учреждениях.

1. Проектирование и планировка

Первый шаг к созданию безопасной среды для эвакуации — это грамотное проектирование здания. При разработке архитектурного проекта роддома необходимо учитывать следующие моменты: Широкие коридоры и лестницы Коридоры и лестницы должны быть достаточно широкими, чтобы обеспечить свободный проход для всех, включая тех, кто передвигается на носилках. Это особенно важно в условиях экстренной ситуации, когда каждая секунда на счету.

Минимизация препятствий Внутреннее пространство должно быть организовано таким образом, чтобы избежать установки мебели или оборудования, которые могут затруднить движение. Все элементы ин-

терьера должны быть расположены с учетом возможных сценариев эвакуации.

Обозначение выходов Выходы из здания должны быть четко обозначены яркими знаками. Знаки должны быть видны даже при недостаточной видимости, например, в случае задымления или отключения электроэнергии.

2. Обучение персонала

Обучение сотрудников — ключевой элемент обеспечения безопасности: Регулярные тренировки Проведение регулярных учений по эвакуации для всех сотрудников учреждения, включая врачей, медсестер и вспомогательный персонал, поможет подготовить их к действиям в экстренных ситуациях. Учения должны включать различные сценарии, такие как пожар, землетрясение или другие чрезвычайные ситуации.

Знание плана эвакуации

Каждый сотрудник должен знать маршрут эвакуации и места сбора. Это знание должно быть частью вводного обучения новых работников и регулярно обновляться для всех сотрудников.

3. Оснащение

Для обеспечения безопасной эвакуации необходимо использовать современное оборудование:

Системы оповещения Установка громкоговорителей и сигнализаций для немедленного информирования о необходимости эвакуации является обязательным условием. Системы оповещения должны быть проверены на работоспособность не реже одного раза в месяц.

Освещение аварийных выходов Аварийные выходы должны быть хорошо освещены. Важно обеспечить наличие резервного источника света на случай отключения электроэнергии.

Носилки и специализированные средства. Необходимо иметь в наличии носилки и другие средства для транспортировки пациентов с ограниченными возможностями. Эти средства должны быть легко доступны и находиться в исправном состоянии.

4. Периодический аудит безопасности Регулярные проверки и аудит систем безопасности помогут выявить недостатки:

Оценка рисков

Проводить анализ потенциальных угроз и уязвимостей в плане эвакуации необходимо не реже одного раза в год. Это позволит своевременно выявить слабые места в системе безопасности.

Обновление планов Планы эвакуации должны регулярно пересматриваться и обновляться в соответствии с изменениями в структуре

учреждения или законодательстве. Все изменения должны быть доведены до сведения всего персонала.

Статистика пожаров в перинатальных центрах России:

1. Перинатальный центр в Туле (2012 год): В Туле произошел пожар в перинатальном центре, в результате которого эвакуировали пациентов и персонал.

2. Перинатальный центр в Челябинске (2020 год): В Челябинске произошел пожар в перинатальном центре, который начался из-за короткого замыкания. Пожарные оперативно прибыли на место и смогли локализовать возгорание.

3. Перинатальный центр в Уфе (2021 год): В Уфе произошло загорание в чердачном помещении роддома. Были эвакуированы несколько десятков человек, включая новорожденных.

Обеспечение безопасной эвакуации в учреждениях родовспоможения — это комплексный процесс, который требует внимания к деталям на всех уровнях организации. Грамотное проектирование, обучение персонала, оснащение необходимыми средствами и регулярный аудит системы безопасности являются ключевыми факторами, способствующими минимизации рисков и сохранению жизней матерей и их детей в экстренных ситуациях. Безопасность должна быть приоритетом для всех медицинских учреждений, и только совместные усилия позволят создать надежную систему защиты, способную эффективно реагировать на любые вызовы.

Список источников

1. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. [Электронный ресурс] https://docs.cntd.ru/document/565248961

2. Правила противопожарного режима, действующие с 01.01.2021 по пост. №1479 [Электронный ресурс] https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/

3. СП 158.13330.2014 Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования [Электронный ресурс] https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1937/

4. СП 9.13130.2009 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] https://skdtszn.mos.ru/about/the-announcement/standard-of-quality-resource-management/СП%209_13130_2009.pdf

УДК 614.84

Никифоров Е.И.
Научный руководитель: Филина Н.А.. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО

Аннотация. *Целью данной статьи является разработка экспериментального композиционного текстильного материала для боевой одежды пожарного с улучшенными теплозащитными и физико-механическими характеристиками для обеспечения эффективной тепловой защиты пожарного.*

Ключевые слова: *боевая одежда пожарного, исследование свойств материалов, защитная одежда.*

В соответствии со статистическими данными основной причиной травмирования и гибели пожарных в Российской Федерации является воздействие высокой температуры. Основным средством защиты пожарных от повышенных температур является специальная защитная одежда пожарного, в частности боевая одежда пожарного.

Уровень теплового воздействия на человека и на защищающие его от негативного теплового излучения материалы боевой одежды пожарного (БОП) часто граничит с предельными значениями или превышает их, что приводит к перегреву или ожогам пожарного. При внутреннем перегреве организма происходит нарушение терморегуляции, что вызывает тепловой удар и ухудшение самочувствия спасателя.

При проведении работ по тушению пожаров и спасанию людей пожарными используются средства индивидуальной защиты от воздействия опасных факторов пожара.

Основным защитным средством является боевая одежда пожарного (БОП), которая представляет собой комплект многослойной специальной защитной одежды, предназначенный для защиты пожарного от опасных и вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении аварийно - спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических условий.

Традиционно пакет материалов и тканей, используемых для изготовления БОП, состоит из 4 основных слоев:

– материала верха, выполненного из негорючих материалов для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени, а также механических воздействий;

– водонепроницаемого слоя, выполненного из различных полимерных материалов для защиты от негативных воздействий влаги, ветра; – теплоизоляционной подкладки, выполненной из материалов с низкой теплопроводностью, предназначенной для защиты от повышенных тепловых воздействий окружающей среды;

– гигиенического слоя, выполненного из хлопчатобумажной ткани [1].

При этом основной проблемой является воздействие на пожарных высоких температур, в результате чего возникает риск получения травм, ожогов и теплового удара.

Была изучена методика сертификационных испытаний боевой одежды, которая позволяет оценить качество и соответствие защитных и эксплуатационных свойств нового комплекта специальной защитной одежды. Однако она дает достаточно субъективное представление о снижении теплозащитных свойств одежды в процессе эксплуатации, связанном с механическим износом, многократным термическим воздействием, сжатием пакета материалов, а также влиянием температурно-влажностного режима тела человека.

Используемая в настоящее время методика испытаний представляет собой систему оценивания характеристик пакета материалов специальной защитной одежды. Результаты испытаний по оценке времени защитного действия боевой одежды не являются объективными, поскольку действующая методика не учитывает комплексного воздействия эксплуатационных факторов, влияющих на теплозащитные характеристики пакета материалов боевой одежды.

Высокий уровень ожогового травматизма пожарных, а также длительный нормативный срок эксплуатации боевой одежды пожарного диктуют необходимость изменения требований к физико-механическим и защитным характеристикам материалов боевой одежды, а также требуют внедрения новых технологий, позволяющих получить теплозащитный композиционный текстильный материал с заданными регулируемыми свойствами.

Целью исследования является разработка экспериментального композиционного текстильного материала для боевой одежды пожарного с

улучшенными теплозащитными и физико-механическими характеристиками для обеспечения эффективной тепловой защиты пожарного.

Список источников

1. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. Стандратинформ. – 2009. – 37 с.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

3. Боевая одежда пожарного-спасателя для комплексной защиты от опасных факторов пожара, баллистических и динамических воздействий: пат. 2640991 РФ, МПКА 62 В 17/00 / Е.Ф. Харченко, В.И. Логинов, С.В. Заикин, Е.Д. Кормакова, Е.А. Соловьева, Д.И. Игнатова, Е.Э. Архиреев, Д.Ю. Овчинникова. № 2016128541; заявл. 14.07.2016; опубл. 12.01.2018 // Изобретения. - 2018. - № 2. -8 с.

4. Сорокин Д.В. Боевая одежда пожарного - актуальные вопросы защиты [Текст] / Д.В. Сорокин, Д.В. Зайцев, А.Л. Никифоров, В.В. Булгаков, В.А. Комельков // Сборник материалов Межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов (с международным участием) «Молодые ученые - развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК - 2016). -Иваново: ФГБОУ ВО ИГПУ, 2016. - С 108-109.

УДК 614.8

Петухова И.В.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОДГОТОВКА ВОСПИТАННИКОВ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Актуальность. *Данная статья посвящена формированию основ пожарной безопасности у воспитанников в дошкольных образовательных организациях. Особое внимание уделено основным способам подготовки воспитанников к безопасному поведению во время пожара.*

Ключевые слова*: пожар, пожарная безопасность, дети, родители, воспитатель, опасные ситуации.*

По информации МЧС РФ, с начала 2024 года при пожарах в России погибли 115 детей, при этом 50% из них остались дома без присмотра взрослых. По данным за 9 месяцев 2024 года, на пожарах погибло 264 несовершеннолетних, из них наибольшее количество пришлось на возраст 2 года (32 ребёнка), 3 года (30 детей) и 4 года (24 ребёнка).[1].

Согласно ст. 25 ФЗ №69 «О пожарной безопасности Российской Федерации»: «обязательное обучение детей дошкольных образовательных учреждений и лиц, обучающихся в образовательных учреждениях, мерам пожарной безопасности ……». В соответствии с этим, воспитанникам в дошкольных образовательных организациях в самой простой форме должны даваться начальные знания по пожарной безопасности.

Тем не менее, не достаточно уделяется внимания ознакомлению воспитанников с правилами пожарной безопасности. Со стороны родителей наблюдается недостаточно серьезное отношение к данной проблеме, они мало обучают детей правилам пожарной безопасности. Природная любознательность малышей приводит их к играм со спичками, бытовыми электроприборами, легковоспламеняющимися материалами. Детям свойственна тяга к огню, и запреты в этом случае малоэффективны. Поэтому уже на дошкольном этапе развития ребёнка нужно начинать заниматься этой проблемой. Необходимо изменить сознание и отношение людей к противопожарной безопасности, а детский возраст является самым благоприятным для формирования правил пожарной безопасности [2, 3].

Дошкольному учреждению и родителям важно совместно работать над обучением детей правилам пожарной безопасности, важна целенаправленная работа над формированием у детей культуры пожаробезопасного поведения, чтобы предотвратить возможные трагедии, связанные с неправильным поведением во время пожара [4].

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

- формировать у детей интерес к проблемам собственной безопасности;
- формировать основы пожарной безопасности у старших дошкольников, положительное отношение к правилам поведения дома и правилу;
- формировать правила пожарной безопасности;
- расширять знания детей о борьбе с огнем;
- воспитывать у детей ответственное отношение к своей безопасности;
- распространить педагогические знания о правилах пожарной безопасности среди родителей.

Для решения поставленных задач можно использовать различные формы и методы работы с детьми и с их родителями. В дошкольном возрасте дети начинают интересоваться содержанием предметов. За этот период с воспитанниками целесообразно рассмотреть темы: «Огонь – друг и враг человека»; «Опасность шалости с огнём»; «Спичка – не для игры»; «Безопасный газ»; «Электричество в доме»; «Что делать при пожаре»; «Отчего возникают пожары и их предупреждение»; «Труд пожарных».

Для этого необходимо, чтобы детям было интересно на проводимых занятиях. Учитывая, что процесс обучения дошкольников обычно строится на комбинировании традиционных и нетрадиционных методов работы, а это игры, игры-драматизации по литературным произведениям; просмотр мультфильмов; макетирование; моделирование; экспериментирование; культурно-досуговая деятельность и др. Здесь, важно создать предметную среду в группе для организации деятельности, с помощью художественной литературы, иллюстраций, различных атрибутов к сюжетно-ролевым играм, используя настольно-печатные и дидактические игры, номера телефонов экстренных служб. Создавать встречи с сотрудниками службы пожарной охраны, музея; праздники и развлечения; викторины и соревнования; организация игр; конкурсы рисунков; создание наглядного материала для родителей; проведение семинаров-практикумов по типу круглого стола; проведение родительских собраний; организация совместных досугов.

Для формирования основ пожарной безопасности предлагаем использовать программы:

- «Безопасность» Авдеева Н.Н., Князева О.Л., Стеркина Р.Б.;
- «Сценариев по пожарной безопасности для дошкольников» Кононова И.В.;
- «Пожарная безопасность. Разработки занятий» для старшей и подготовительной групп Иванова Т.В.,
- «Беседы о правилах пожарной безопасности» Шорыгина Т.А.;
- «Беседы с детьми о нравственности и экологии» Молодова Л.П.;
- «Основы безопасного поведения дошкольников: занятия, планирование, рекомендации» Чермашенцева О.В.

Совместно с родителями в группе изготавливать атрибуты к сюжетно-ролевым играм «Пожарная дружина», «Спасатели». В группе организовать библиотеку, где будет собрана детская художественная литература по ознакомлению детей с правилами пожаробезопасного поведения. Совместно с родителями создать видеотеку с мультфильмами, сшить костюмы и изготовить атрибуты для игр-инсценировок, подвижных игр, составить картотеку подвижных и дидактических игр.

Ежемесячно работать по формированию правил пожарной безопасности включать в календарный план, знания и умения детей закреплять в свободной деятельности через различные театрализованные игры и изодеятельность. Работу строить таким образом, чтобы убедить детей в небезопасности спичек в их руках и в то же время не возбудить нездоровый интерес. [5, 6].

Список источников

1. Сайт Федеральной службы статистики https://rosstat.gov.ru/
2. Болдырева Н. Г. Формирование у старших дошкольников знаний по пожарной безопасности в процессе организации образовательной деятельности в ДОУ. Уфа. 2012.
3. Авдеева Н.Н., Князева Н.Л., Стеркина Р.Б.. Безопасность: Учебное пособие по основам безопасности жизнедеятельности детей старшего дошкольного возраста. – СПб.: «ДЕТСТВО-ПРЕСС». 2009.
4. Воронкевич О.А. Добро пожаловать в экологию! Перспективный план работы по формированию экологической культуры у детей дошкольного возраста. – СПб.: «Детство-Пресс». 2006.
5. Газета «Дошкольное образование» № 13. 2008 год.
6. Жукова Р.В. Пожарная безопасность. Нестандартные занятия. Старшая группа. – М.: «Корифей». 2009.

УДК 528.2/.5

Рассохина Д.И.
Научный руководитель: Заварин Д.А., канд. экон. наук, доцент
Вологодский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ВОДООХРАННЫХ ЗОН НА ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Аннотация: *В статье рассматривается влияние урбанизации на землепользование и кадастровый учет на примере города Устюжна. Особое внимание уделяется зонам с особыми условиями использования территорий, прежде всего водоохранным зонам. Анализируется содержание правил землепользования и застройки в контексте ограничений, накладываемых на застройку в пределах ЗОУИТ.*

Ключевые слова: *зоны с особым условием использования территории, Устюжна, публичная кадастровая карта, водоохранная зона, прибрежная полоса.*

Урбанизация отражает процесс концентрации населения и ресурсов в городах, что создает новые возможности для экономического, социального и культурного развития. Урбанизация охватывает большую часть населения 74,5 % России. Важной частью развития города является деятельность, направленная на землеустроительные и кадастровые работы. Следовательно, двумя важными документами являются правила землепользования и застройки, публичная кадастровая карта.

Правила землепользования и застройки — нормативный документ, который утверждается в населённом пункте. В ПЗЗ входят карты градостроительного зонирования, описание всех процессов, связанных с застройкой: получения разрешений. Публичная кадастровая карта [1, с. 189] представляет собой составленные на картографической основе, тематические карты. На карте содержится информация о кадастровом делении территории, а также сведения о земельных участках.

При застройке на территорию города накладывается спектр ограничений и предписаний, которые прописываются в ПЗЗ. [2, с. 203] Рассмотрим на примере города Устюжна запреты в кадастровых кварталах с наличием в них водоохранных зон. (рис.1)

ЗОУИТ - это территории, на которых действуют особые правила по использованию земли, строительству и совершению других действий. Такие территории нужны, чтобы обеспечить безопасность и благопри-

ятные условия для жизнедеятельности человека, а также ограничить негативное воздействие на окружающую среду.

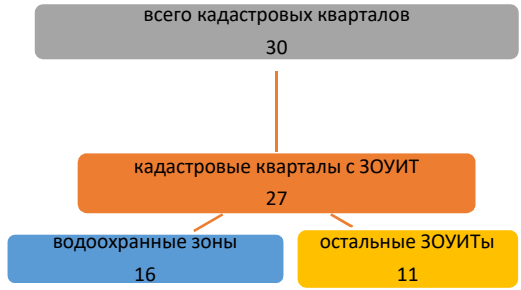


Рис.1. кадастровые кварталы г. Устюжна, наличие на них ЗОУИТов

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии, на которой устанавливается специальный режим осуществления деятельности в целях предотвращения загрязнения водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира. (табл.1)

Таблица 1 - Предписания к водоохранным зонам г. Устюжна.

Название	Запрещается
Водоохранная зона	использование сточных вод для удобрения почв; размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ; осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений; движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие
Прибрежная защитная полоса	использование сточных вод для удобрения почв; размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ; осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений; движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально

	оборудованных местах, имеющих твердое покрытие распашка земель; размещение отвалов размываемых грунтов; выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн

В заключение, исследование землепользования и кадастрового учета в Устюжне выявило существенное влияние ЗОУИТ, в частности водоохранных зон, на градостроительную деятельность. Анализ публичной кадастровой карты и правил землепользования и застройки показал, что более половины (53,3%) кадастровых кварталов города содержат ЗОУИТ, связанные с водоохранными зонами и прибрежными защитными полосами. Наличие таких зон накладывает ряд ограничений на хозяйственную деятельность, что отражено в ПЗЗ и направлено на предотвращение загрязнения водных объектов и сохранение окружающей среды. Анализ подтверждает важность учета ЗОУИТ при планировании и осуществлении градостроительной деятельности в целях обеспечения устойчивого развития территорий [3, с. 245].

Список источников

1. Рассохина Д.И. Обеспеченность геодезическими пунктами кадастровых кварталов г. Вологды. / Д.И. Рассохина. — Текст: непосредственный // Вопросы развития современной науки и техники. — 2023. — № 35 Международная научно-практическая конференция. — С. 186-190.

2. Рассохина Д.И. Использование геоинформационных возможностей публичной кадастровой карты. / Д.И. Рассохина, Д.А. Заварин. — Текст: непосредственный // Геоинформационное картографирование в регионах России. — Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет, Воронежское отделение Русского географического общества, 2024. — С. 202-205.

3. Рассохина Д.И. Использование публичной кадастровой карты для определения зон с особыми условиями использования территории в городе Устюжна. / Д.И. Рассохина, Д.А. Заварин. — Текст: непосредственный // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. — Брянск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет»., 2024. — С. 243-246.

УДК 614.84

Сагидуллина Р.Ф.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Аннотация. *Представлены актуальные проблемы в сфере расчетов пожарного риска и проанализированы методы расчетов.*

Ключевые слова: *расчет пожарного риска, объект, горение, пожарная безопасность.*

В контексте современной теории безопасности жизнедеятельности пожарные риски представляют собой многогранную и актуальную проблему, охватывающую вероятностно-детерминированные процессы возникновения и развития чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в качестве ключевого фактора развития которых выступает неконтролируемое горение. Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», утверждается о том, что индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке, а риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара должен определяться с учетом функционирования систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений [1].

Методика расчета пожарных рисков является сегодня одним из главных способов определения уровня обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, а для грамотного проведения такого расчета требуется проведение комплексного анализа множества взаимосвязанных факторов: от анализа и учета физико-химических свойств горючих материалов до расчета и учета особенностей архитектурно-планировочных решений объекта. Дифференциация подходов к оценке пожарных рисков обуславливается наличием самых разных объектов, требующих защиты от пожарных рисков, ряд таких объектов достаточно велик и включает в себя многое, начиная от индивидуальных жилых домов и заканчивая крупными промышленными комплексами, на которых активизированы технологические процессы повышенной опасно-

сти. Например, на объектах химической промышленности производится не только расчет вероятности возникновения пожара, но и расчет риска развития вторичных поражающих факторов, к которым относятся, например, выбросы токсичных веществ или тепловое излучение высокой интенсивности. По данным исследования, проведенного ВНИИПО, в 2024 г. примерно 65% промышленных аварий сопутствовали процессы вторичных поражающих факторов, из-за чего на местах ЧС существенно увеличилась общая степень пожарного риска [3].

Методикой расчета пожарного риска, регламентированная Федеральным законом №123-ФЗ и СП 12.13130.2021 предполагается проведение комплексной оценки вероятностных параметров возникновения и развития пожара, в том числе требуется проведение анализа частоты инициирующих событий и тяжести их последствий [2]. Ключевая сложность данного процесса заключается в необходимости осуществления учета нелинейной зависимости динамики распространения опасных факторов пожара от конструктивных особенностей объекта. Для грамотного проведения подобного учета требуется применение на практике специализированных методов математического моделирования, что, с одной стороны, осложняет такую методику расчета, но, с другой, делает ее более точность, тогда точность подобных расчетов и является одним из важных факторов, от которого, в итоге, зависят жизни людей и состояние объекта.

Сегодня актуальны определенные проблемы в проведении оценки пожарной безопасности разных объектов защиты. Известно, что особое значение отводится учету человеческого фактора: существуют данные, свидетельствующие о существенном расхождении между нормативными значениями скорости эвакуации (0.8 м/с согласно СП 1.13130) и реальными показателями, которые в условиях задымления способны снизиться до 0.3-0.5 м/с [4, 57]. Существованием этого фактора обусловлена необходимость введения поправочных коэффициентов, используемых в процессе расчета индивидуального риска, чем, одновременно, усложняется формализация модели расчета. Для промышленных объектов критичен учет каскадных эффектов (т. е. эффект домино), выражающихся в том, что тепловым излучением, исходящего от первичного очага возгорания, провоцируются вторичные возгорания, распространяющиеся на значительные расстояния. Расчетными методиками предполагается использование эмпирических формул для определения безопасных расстояний, однако, как показано в современных исследованиях, точность таких расчетов существенно зависит от корректности задания начальных параметров, например, правильности задания коэффици-

ента поглощения атмосферы и интенсивности теплового излучения, чем также осложняется приведение итогового результата. Применением вероятностных методов допускается вариативность входных параметров, однако для таких расчетов требуется наличие значительных вычислительных ресурсов.

Для объектов с массовым пребыванием людей обязательно проведение верификации расчетных моделей на основе данных реальных эвакуационных учений, поскольку стандартными подходами часто не учитываются некоторые факторы поведения людей, например, психологические, в чрезвычайных ситуациях. Современными методами агент-ориентированного моделирования (Pathfinder, FDS+Evac) такая проблема частично решается, но их применение ограничено из-за отсутствия унифицированных подходов к заданию параметров поведения агентов.

Приведенные выше аспекты требуют уточнения или совершенствования расчетов пожарного риска. Ликвидировать риски пожаров и возгораний в полном объеме невозможно. Но зная предполагаемые виды опасности и точную оценку их последствий, появляется возможность выбрать подходящие конструктивные и планировочные решения, выбрать подходящие стройматериалы, спланировать эффективную систему пожаротушения.

Список источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // СПС КонсультантПлюс

2. Приказ МЧС России от 29.09.2021 N 645 Об утверждении свода правил «Расчет пожарного риска. Требования к оформлению» // СПС КонсультантПлюс

3. ВНИИПО МЧС России: подвели итоги работы, поставили новые задачи. URL: https://www.secuteck.ru/news/podvedenie-itogov-raboty-za-2024-god-i-postanovka-zadach-na-2025-god-v-fgbu-vniipo-mchs-rossii

4. Кошмаров Ю.А. Современные методы расчета пожарного риска. М.: ВНИИПО, 2023. 163 с.

УДК 614.84

Сагидуллина Р.Ф.
Научный руководитель: Скорикова Л.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Аннотация. *Расчет пожарного риска для административного здания.*

Ключевые слова: *расчет пожарного риска, объект, горение, пожарная безопасность, специальные технические условия.*

В современном мире сложно представить здание, для которого отсутствуют нормативные требования пожарной безопасности. Однако существуют категории, для которых требования могут определяться специальными техническими условиями (СТУ).

Одним из важных пунктов в СТУ является наличие комплекса инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, для которого необходимо выполнить расчет пожарного риска. [1]

Для административного здания, расположенного в г. Йошкар-Ола разрабатываются СТУ по пожарной безопасности, необходимость их обусловлена отсутствием требований пожарной безопасности, установленных нормативными документами к проектированию здания класса функциональной пожарной опасности Ф4.3 с многосветным пространством, а также организации эвакуации людей через многосветные пространства.

Проведен расчет пожарного риска, так как в связи с изменением планировочных решений проводится капитальный ремонт здания.

На 1,2,3 этажах предусмотрено размещение служебных кабинетов и вспомогательных помещений.

Объект капитального ремонта представляет собой 3-х этажное здание, без подземных (подвальных) этажей и без технических этажей и чердачных помещений.

Расчет пожарного риска для административного здания выполняется в соответствии с приложением к Приказу МЧС России № 1140 от 14.11.2022 г. «Методика определения расчетных величин пожарного

риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности». [2]

Моделирование динамики развития пожара с помощью программы FDS (Fire Dynamic Simulator).

Моделирование эвакуации проводилось по индивидуально-поточной модели движения людей с помощью программного комплекса Fenix+

Были рассмотрены 3 сценария развития пожара с расположением очагов пожара в разных помещениях объекта, а также людей, эвакуируемых из здания (общее количество людей в здании принято за 246 человек).

Таблица 1 – Результаты расчета пожарного риска

Параметры	Сценарий 1 (2 этаж)	Сценарий 2 (1 этаж)	Сценарий 3 (1 этаж)
Максимальная возможная площадь горения ($м^2$)	35,000	45,000	32,875
Максимальная фактическая площадь горения ($м^2$)	3,664	4,988	32,875
Удельная мощность ($кВт/м^2$)	178,374	178,374	186,093
Моделирование динамики развития пожара (с)	240	280	280
Время срабатывания системы пожарной сигнализации (с)	88,4	95,6	55
Вероятность эвакуации людей	0,999	0,999	0,999
Индивидуальный пожарный риск ($год^{-1}$)	$5{,}184\ \ 10^{-7}$	$5{,}184 \cdot 10^{-7}$	$5{,}184 \cdot 10^{-7}$

Сравнительный анализ, представленный в виде таблицы, показывает, что самый сильный вероятный пожар рассмотрен в 3 сценарии. По сценарию 3 на 1 этаже был рассмотрен пожар в зрительном зале, где было большое скопление людей, наглядно эвакуация представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Эвакуация людей из зрительного зала на 1 этаже

Исходя из полученных результатов расчета можно сделать вывод о том, что капитальный ремонт нежилого здания, имеет такое объемно-планировочное и организационно-техническое исполнение, что индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому и не превышает значение одной миллионной в год и составляет 5,184 10^{-7} год$^{-1}$.

Список источников

1. Приказ МЧС РФ от 28 ноября 2011 г. № 710 “Об утверждении Административного регламента МЧС России предоставления государственной услуги по согласованию специальных технических условий для объектов, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, отражающих специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности"

2. Приказ МЧС России от 14.11.2022 г. № 1140 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности».

3. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля 2020 г. №1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».

5. СП 505.1311500.2021 «Расчет пожарного риска. Требования к оформлению».

УДК 614.8

Смышляев Д.А.[1]
Фищенко П.А., канд. физ.-мат. наук, доцент [1]
[1]*Поволжский государственный технологический университет*

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ НА ПОЖАРЕ

Аннотация. *В данной работе представлено техническое задание для создания устройства для спасения людей на пожаре.*

Ключевые слова: *устройство для спасения людей на пожаре, спасательные работы, работа в ограниченных условиях, техническое задание, особенности эксплуатации.*

Актуальность. При рассмотрении проекта по созданию устройства для спасения людей на пожаре (подача непосредственно пострадавшим средств защиты и первой помощи) в ограниченных условиях, возникает необходимость постановки технического задания для проектирования с учётом спецификации и особенностей эксплуатации и внесения корректировок в конструкцию.

Постановка и решение задачи. В ходе рассмотрения принципа работы, конструктивного построения, возникают следующие проблемы:

1) Сход гибкой связи с барабана при работе устройства, в следствие чего возможно его заклинивание;
2) Есть возможность упростить строение рабочих элементов устройства;
3) Появление значительной силы трения гибкой связи о выходные щели, предназначенные для выхода связи в рабочую зону;
4) Неудобное расположение крюка для полезной нагрузки и отсутствие ухвата пострадавшему, для облегчения взятия средств спасения и первой помощи.

Для решения поставленных задач была проведена модернизация и разработана следующая конструкция устройства, которая представлена на рисунке 1.

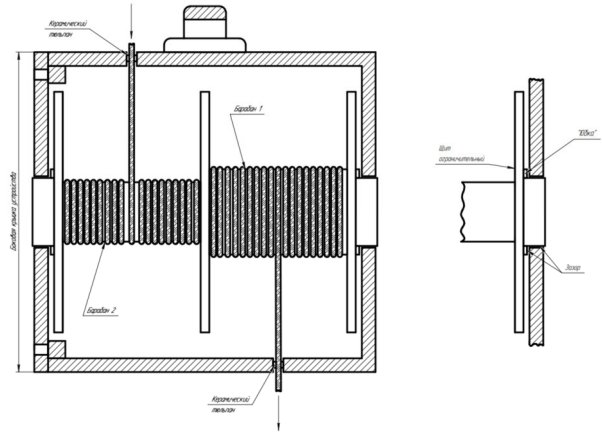


Рис. 1 Конструктивное исполнение рабочих элементов устройства

На одном валу, **как одно целое**, размещены два барабана, три ограничительных щита и две «юбки» (для снижения момента сопротивления, создаваемого силами трения). Вал одним концом вставляется в отверстие в корпусе, а другим концом - в отверстие в боковой крышке устройства. С барабана большего диаметра верёвка-шнур разматывается и через отверстие («керамический тюльпан») выходит вниз под действием направленной вниз силы, приложенной рукой человека. При этом оба барабана вращаются в одну сторону, и на барабан малого радиуса наматывается верёвка, входящая через верхнее отверстие (второй «керамический тюльпан», исключающий перетирание гибкой связи). Поэтому расстояние от устройства до крюка-кошки, предварительно заброшенной наверх, например, в окно третьего этажа и там зацепленной за подоконник (для упрощения на рисунке не показано), будет уменьшаться, и устройство будет подниматься вверх. При уменьшении усилия на нижний конец шнура, устройство будет опускаться. Корпус снабжён рукоятью, чтобы втянуть устройство в помещение, в случае невозможности перебросить его через подоконник. Конструкция имеет 2 зазора с целью придания свободного хода и добавление смазки без разбора системы.

На рисунке 2 более детально показана боковая крышка с двумя крюками-карабинами с симметричным расположением для подвешивания полезных грузов, например для противогаза и медицинской аптечки.

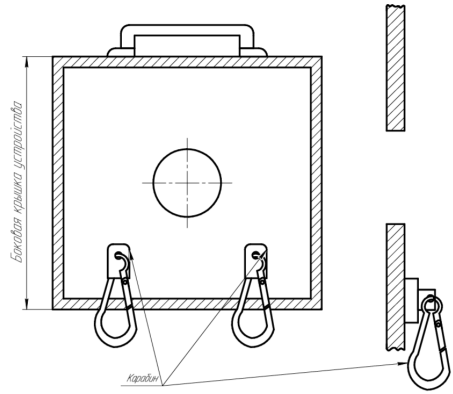


Рис. 2. Боковая крышка корпуса устройства

Вывод. Данное устройство, при простоте конструкции, имеет большой практический потенциал, благодаря которому человек имеет возможность дождаться спасения без угрозы жизни и здоровью при пожаре в ограниченных условиях. В данном разработанном техническом задании на изготовление устройства были внесены конструктивные изменения и дополнения для исключения возможных неисправностей и недостатков системы.

Список источников

1. Патент Российской Федерации на изобретение. Устройство для перемещения объектов / Фищенко П. А. и др. // Патент России № 2242387. Заявл.. 21.08.2001.

УДК 911.2

Сулейманлы Дильшад Курбат кызы
Сумгаитский государственный университет

ВРЕМЕННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕЧЕНИЙ НА АПШЕРОНСКОМ ШЕЛЬФЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Аннотация. *Апшеронский шельф — один из районов Каспийского моря, где значения гидрометеорологических параметров изменяются наиболее интенсивно во времени и пространстве. Эта изменчивость является результатом особого сочетания атмосферных процессов и географических условий. Здесь ландшафт, орография прибрежной зоны и резкое изменение береговой линии, особенно протягивается Апшеронского полуострова в море, горизонтальное и вертикальное направление температуры и плотности атмосферы создают большие градиенты местного типа.*

Ключевые слова: *Каспийское море, течения, ветер, берег, скорость, наблюдения, гидрометеорологические условия.*

Эти градиенты, создаваемые в атмосфере, увеличивают гидродинамический дисбаланс в ее слоях, близких к земле и воде, в результате чего скорости потоков в этих слоях ускоряются. Гидродинамические импульсы, возникающие из-за неравновесности, в разной форме сочетаются с воздушными течениями, приходящим в этот регион с северо-запада или юго-запада. В некоторых случаях направления векторов совпадают, они складываются, и в результате наблюдаются ураганные ветры. В некоторых случаях они встречаются и сталкиваются, создавая небольшие быстрые и быстро меняющиеся направленные ветры. Из литературы известно, что в этих районах дуют сильные ветры преимущественно северного и северо-западного направления [3,4]. Динамика течений на шельфе Апшерона достаточно сложна и изменчива. В научной литературе существуют разные мнения о течениях этого региона. На картах Книповича, Михайлевского и Леднева ось главных течений Каспийского моря проходит через Апшеронский шельф. По этой причине основная часть Апшеронского шельфа попадает в сферу влияния южного рукава Каспийского моря, являющегося одним из постоянных водотоков. На картах, составленных Н. Клевцовой, А. Косаревым и Р. Мамедовым, система течения этого региона несколько сложна, то есть здесь наблюдается антициклоническая циркуляция потоков [2,6]. Позднее Цицарев попытался на основе наблюдательных материалов доказать существование в этом регионе антициклонического вихря. Следует особо отметить, что из-за сложного влияния географических условий, конфигурации берегов и метеорологических условий здесь создается очень сложный режим стока и многие вопросы остаются открытыми. Чтобы дать полную классификацию годового режима стока исследуемого региона, были исследованы месячные повторения стока на трех горизонтах обеих станций. Сначала дадим анализ изменения стока

на поверхности (0,5 м) обеих станций по 8 основным осям. На станции о. Кум потоки в северном направлении повторились в марте (16,3%), а на станции Хара-Зира потоки в этом направлении имели наибольшую повторяемость (20,0%) в апреле. Повторяемость северо-восточных потоков по месяцам довольно высока. На станции «Остров Кум» потоки в этом направлении повторялись чаще всего (30,9%) в январе. В Хара-Зире максимальная повторяемость в этом направлении (15,0%) наблюдалась в апреле. Если потоки в восточном направлении имеют наибольшую повторяемость (11,5%) в апреле на станции Остров Кум, то в декабре (28,2%) этот показатель наблюдался в Харе-Зире. В исследуемом регионе во все сезоны года преобладают северо-восточные ветры. В зимний сезон чаще других ветров дуют северные и западные ветры. Довольно часты юго-восточные и южные ветры весной, северные и юго-восточные ветры летом [1]. Такой анализ показывает, что в регионе исследований в течение всего года дуют сильные ветры разных направлений. Однако, несмотря на столь сильные ветры, средние скорости течений в горизонтах очень низкие. Экспериментальное изучение режима стока в Сангачальском заливе. В связи с конфигурацией побережья, переменным рельефом дна и формированием атмосферных течений разных направлений в Сангачальском заливе наблюдается интенсивно меняющийся режим стока.

Морские течения — это случайные процессы, и для установления их закономерностей необходимы длительные серии наблюдений в разных условиях. Собрать материалы таких наблюдений за короткий период времени невозможно. Поэтому для решения поставленных вопросов необходимо собрать и проанализировать фондо-архивные материалы. Следует также отметить, что натурные измерения не полностью охватывают все гидрометеорологические условия, наблюдаемые в море. Также необходимо провести численные расчеты на основе моделей с целью получения максимального приближения в реальных географических условиях. Таким образом, одной из основных задач является численный расчет скорости и направления потоков в различных метеорологических условиях. Проведение вышеперечисленных работ – измерений, численных расчетов, а также анализа запасов материалов должно ответить на следующие вопросы. По метеорологическим данным, сутки назад в районе исследований дул сильный восточный и юго-восточный ветры, и, вероятно, в результате их воздействия в прибрежной зоне начался процесс ловли (нагона). В дальнейшем, т. е. когда ветры ослабели, началось движение водных масс, собравшихся в прибрежной зоне и поднявших уровень моря, в сторону открытого моря, иначе говоря, градиентного течения, а так как первая наблюдательная станция находилась дальше всего от берега, то при ее достижении движение ускорялось и здесь создавались большие скорости. Однако трудно сказать, какая часть общего вектора скорости представляет собой дрейфовые или градиентные течения. Добавим к этому, что сам поток пространственно изменчив, т. е. уменьшается по мере приближения как к берегу, так и ко дну. Как уже говорилось выше, на скорость и направление течения в прибрежной зоне большое влияние оказывает рельеф дна, который, в свою очередь, зависит от глубины точки измерения. В данном случае это зависит от уровня Каспийского моря.

Поэтому были использованы архивные материалы 1959-1961 годов. Уровень моря в это время соответствует современному уровню. Анализ материалов показывает, что скорость и направление ветра в это время были переменными и юго-западными.

Среднемесячная, сезонная и годовая повторяемость скорости и направления течений на шельфе Апшерона показали, что модуль их скорости сравнительно невелик, а направление их преимущественно южное. На поверхности потоки в этом направлении изменились на 49,5-51,9%, а в среднем и придонном слоях соответственно на 58,0-61,6%. Низкая скорость течений в глубоких слоях объясняется не спокойными метеорологическими условиями этого региона (на самом деле в этом районе регулярно дуют сильные ветры), а мелководностью Апшеронского шельфа. В зимний сезон чаще других ветров дуют северные и западные ветры. Довольно часты юго-восточные и южные ветры в весенний сезон, а также северные и юго-восточные ветры летом. Учитывая, что в прибрежной зоне Сангачальского залива строятся крупные нефтяные терминалы и в будущем планируется сбрасывать в залив сточные воды с этих терминалов, режим стока этого региона был детально изучен экспериментально и теоретически. Установлено, что скорости потоков имеют большой диапазон изменения. Хотя в этом районе и разные направления ветров, течения в заливе преимущественно южные, а это значит, что течения не всегда следуют за ветрами. Формирование градиентных течений в заливе при продолжительных восточных ветрах подтверждено результатами наблюдений и модельными расчетами. При этом в заливе также наблюдались случаи образования водного вихря (цикла) в виде кольца. Такие гидрологические условия указывают на невозможность сброса сточных вод в Сангачальский залив.

Список источников

1. Allahverdiyev Z.S., Quliyev E.F. Neft Daşları rayonunun külək və axınlarının riyazi statistik xarakteristikası. Azərbaycan Respublikası ETSN «H. Əliyev və Azərbaycanda ətraf mühitin davamlı inkişafının problemləri» mövzusunda elmi-praktik konfransın tezisləri, Bakı, 2002, səh. 111-112.
2. Məmmədov R.M. Xəzər dənizinin hidrometeoroloji xüsusiyyətləri. Azərbaycan Respublikasının konstruktiv coğrafiyası. I cild. Bakı."Elm", 1996, səh.187-197
3. Кашинский С.Д. Распределение ветров на Каспийском море при бакинском норде. Тр. Тбилисского НИГМИ, вып . 5, 1959 г., с. 42-47.
4. Мадатзаде А.А. Синоптико-климатическое районирование Каспийского моря. Тр. Ин-та географии АН Азерб. ССР, Т. IV, Баку 1954 г. с. 11-20.
5. Мадатзаде А.А. Шторм Южного Каспия. «Труды ИГАН Аз. ССР», Т.1.1948 г., с. 3-
6. Мамедов Р.М., Ализаде А.А., Будагов Б.А. Географический Атлас Каспийского моря, Баку, «Нафта Пресс», 1998 г., 274 с.

УДК 628.1

Терненко Е.Ю.
Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА

Аннотация. *Рассматривается проблема возникновения гидравлического удара в водопроводных сетях. Предложена математическая модель возникновения гидравлического удара на водопроводе в прикладной программной среде MathCad.*

Ключевые слова: *водопроводные сети, гидравлический удар, прикладной программный пакет MathCad.*

Водоснабжение является одной из важнейших отраслей техники, основная задача которой состоит в обеспечении всех категорий потребителей водой необходимого качества, в требуемом количестве, под определенным напором и с достаточной степенью надежности. Аварии, которые происходят на водопроводных сетях и магистральных водоводах, не всегда позволяют обеспечивать эти основные положения. Основной причиной аварий на водопроводных сетях, как показывает статистика, является возникновение гидравлического удара в водопроводных трубах.

Гидравлический удар, как резкое изменение давления жидкости, вызванное внезапным изменением скорости течения в насосах или сечениях напорных трубопроводов, должен учитываться при проектировании водопроводных сетей. Однако, существующие методики расчета и нормативно-технические документы, например, СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» [1], не предусматривают специального расчета на динамику и гидравлический удар. Это вызывает возможность развития высоких волновых давлений, распространяющихся по водопроводным сетям и приводящих к многочисленным порывам соединений ослабленных участков системы водоснабжения. На ликвидацию последствий аварий затрачиваются огромные денежные средства.

Для защиты трубопроводов от гидравлических ударов решающее значение имеют совершенные методы расчета и надежная конструкция

противоударных устройств, а также правильная их эксплуатация. Метод расчета должен позволять получить достаточно точные значения ударных давлений на протяжении всего трубопровода.

Целью исследования является разработка модель возникновения гидравлического удара на магистральном водоводе в прикладной программной среде MathCAD. Решение данной задачи позволит правильно выбрать способы и средства защиты магистральных водоводов от гидравлических ударов, что в свою очередь повысит надежность работы системы водоснабжения.

Первые исследования гидравлического удара были выполнены Н.Е.Жуковским в 1898 г. Им была детально проанализирована физика процесса, выведены дифференциальные уравнения удара, дано их общее решение, найдены основные расчетные зависимости для вычисления изменения давлений при гидравлическом ударе. Н.Е.Жуковский провел также экспериментальные исследования гидравлического удара на водопроводе г.Москвы [2].

К возникновению гидравлического удара могут приводить следующие причины [2]:

1) быстрое закрытие или открытие запорных и регулирующих устройств;

2) внезапная остановка насоса;

3) выпуск воздуха через гидранты на оросительной сети при заполнении трубопроводов водой (обычно гидравлический удар может начаться в заключительной стадии выпуска воздуха);

4) пуск насоса при открытом затворе на нагнетательной линии.

Характер процесса гидравлического удара зависит от вызвавших его причин. Так, при резком закрытии затвора в конце трубопровода гидравлический удар начнется с повышения давления, которое от затвора будет распространяться вверх по трубопроводу, а затем сменится понижением давления. Если закрытый затвор в конце трубопровода резко откроется, то гидравлический удар начнется с понижения давления, которое затем сменится повышением давления. Кроме того, процесс гидравлического удара зависит от того, как быстро закрывается или открывается устройство (затвор, задвижка), регулирующее скорость движения жидкости, а также и от многих других факторов [2].

Согласно теории, разработанной Н. Е. Жуковским, изменения напора ΔH связываются с изменением скорости движения воды в напорном трубопроводе на величину $\Delta\vartheta$ формулой

$$\Delta H = -\frac{a}{g}\Delta\vartheta,$$

где g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 *м/сек*^{2}; a – скорость распространения по трубопроводу волн изменения давления, *м/сек.*

Скорость a при отсутствии торцевого закрепления трубы определяется по формуле

$$a = \sqrt{\frac{g}{\gamma} E_{ж}} \left[1 + (1 - \mu^2) \frac{d}{\delta} \cdot \frac{E_{ж}}{E_{т}}\right]^{-0,5},$$

где d и б – диаметр и толщина стенок трубопровода; μ – коэффициент Пуассона, равный для стальных труб 0,25÷0,33, для полиэтиленовых труб 0,32÷0,5; $E_{ж}$ – модуль упругости воды; $E_{т}$ – модуль упругости материала труб [2].

Для автоматизации расчетов и составления информационной модели развития гидравлического удара мы воспользовались прикладной программной средой MathCad [3]. В представленной нами модели производится проверка магистральной части разветвленного трубопровода, а также выполняется расчет потерь в отводах с учетом того, что потери на трение на отдельных участках сети зависят не только от характера внутренней поверхности трубопровода, но и от диаметра того или иного участка.

Предлагаемая нами информационная модель возникновения гидравлического удара на водопроводе в прикладной программной среде MathCad позволит моделировать гидравлический удар для различных участков систем водоснабжения в автоматизированном режиме. Полученные данные в результате такого моделирования помогут разработать эффективные противоударные мероприятия и соответственно избежать крупных аварий на водопроводных сетях различного назначения.

Список источников

1. СНиП 2.04.02-84. «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». - М.: Управление технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя России, 2003. -83 с.

2. Теплов А.В. Водоснабжение и канализация - М.: Стройиздат, 1984 г. - 351с.

3. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad: учебный курс. - СПб.: Питер, 2005. - 448 с.

УДК: 614.8.084;331.45

Шоджаи Барджои С.
Научный руководитель: Родионов В.А., какд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. *Недостаточное освещение на рабочем месте может иметь ряд негативных последствий для здоровья и благополучия работников. Недостаточное освещение может вызывать напряжение глаз, что может привести к головным болям и трудностям с фокусировкой. Целью данного исследования было количественное определение и визуализация освещенности в керамическом секторе. Полученные результаты показали, что при построении систем освещения на объектах керамической промышленности не соблюдалось четкого стандарта или набора рекомендаций.*

Ключевые слова: *система искусственного освещения; 3D-карты яркости; компактный люминесцентный светильник; освещение; керамическая промышленность*

Устойчивое экономическое и человеческое развитие критически зависит от поддержания активной и здоровой рабочей силы. Значительные достижения за последние 20 лет были сосредоточены, в частности, на идее устойчивости условий труда для сотрудников в промышленности. Более высокая производительность и благополучие работников связаны с хорошо спроектированными рабочими местами с комфортной температурой, свежим воздухом, достаточным освещением и эргономичной планировкой [1].

Ключевым показателем эффективности, влияющим на прибыльность компании, является производительность труда, которая также необходима для оценки операционного выпуска и потенциала будущего расширения предприятия. Условия освещения также неразрывно связаны с производительностью. В наши дни промышленное освещение имеет важное значение для предприятий, пытающихся обеспечить наилучшие условия труда [1,2]. Исследования показали, что некоторые факторы стресса окружающей среды, такие как освещение, также могут вызывать физиологические реакции в организме. Тем не менее, в настоящее

время общепризнанно, что нарушение идеальных условий освещения, как правило, является причиной сбоев в сложных системах человек-машина. Настроение сотрудников также существенно зависит от освещения. Согласно исследованиям, сотрудники, которые работают в хорошо освещенных помещениях, часто более счастливы и мотивированы. И наоборот, плохо освещенные помещения могут привести к снижению жизненной силы и признакам депрессии [2,3].

В исследовании использовался стандартный люксметр ST-1300 для измерения всех образцов освещенности на высоте 100 см от пола (эквивалентной высоте рабочей плоскости).

Данные, полученные устройством, были сохранены в файле Excel для последующей обработки после завершения измерений [3].

Результаты измерения освещенности рабочих места в керамической промышленности показаны в виде тепловой карты на рис. 1. Частота освещенности каждого диапазона измерений послужила основой для этой карты. Самые высокие значения освещенности были обнаружены на рабочем месте упаковки, тогда как самые низкие — на прессе. В керамической промышленности измеренный диапазон освещенности составил от 2 до 1506 люкс.

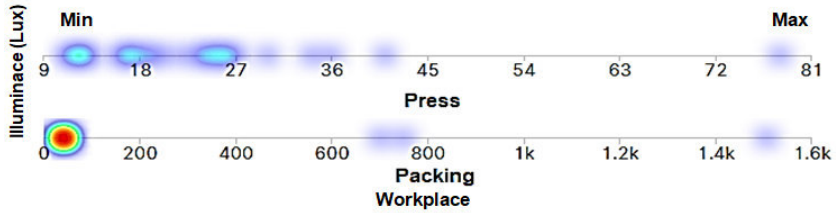


Рис. 1. Тепловая карта освещенности на рабочих местах упаковки и прессования

Визуализация освещения, используемая в дизайне освещения, представляет собой процесс иллюстрации того, как свет взаимодействует с пространством. С помощью этих визуализаций дизайнеры могут лучше понять распределение и интенсивность освещения, а также влияние теней и отражений на окружающее пространство. В этом исследовании использовалась версия Golden Software Surfer 25.2.259 для интерполяции карт освещения для каждого из рабочих пространств с использованием подхода кригинга. Применение теории случайных функций к пространственно распределенным данным известно как геостатистика. Затем был применен геостатистический анализ для преобразования точечных данных в поверхностные данные. Результаты этой визуализации показаны на рис. 2.

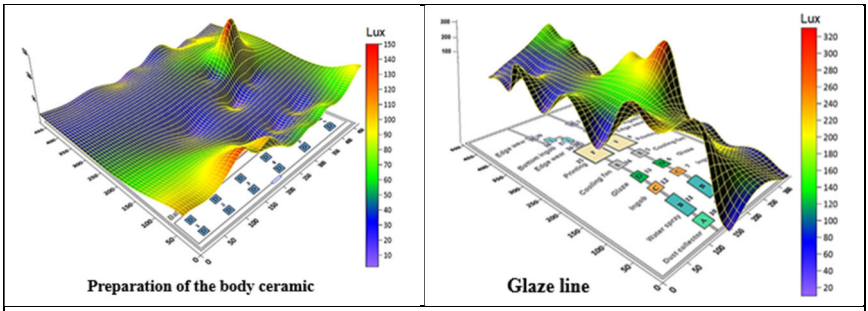


Рис. 2 – 3D-карты измеренной яркости на рабочих местах

Очевидно, что дисперсия освещения не была интерполирована равномерно по различным рабочим средам. Интерполированная освещенность довольно низкая в нескольких местах. Однако эти результаты показывают, что не существует определенного стандарта или руководства, которому следовали бы при построении систем освещения на рабочих местах.

В керамической промышленности оптимизация освещения может иметь ряд важных последствий, которые влияют на производство, качество и общую эффективность. Оптимизация освещения не только повышает производительность труда работников, но и делает рабочее место намного безопаснее. Повышение культуры безопасности и снижение вероятности штрафов — два преимущества оптимизации освещения для соответствия требованиям охраны труда на всех рабочих местах.

Список источников

1. Shojaee Barjoee S, Rodionov V. Mathematical modeling and optimization of workplace illumination in ceramic industries (Iran) using DIALux evo. Journal of Infrastructure, Policy and Development. 8(15), 5918, (2024). https://doi.org/10.24294/jipd5918, EDN: ATGRCT

2. Кольвах К.А. Оценка и управление риском травматизма подземного персонала при обрушении горных пород на угольных шахтах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 3. – С. 124–132. https://doi.org/10.25018/ 0236_1493_2023_3_0_124.

3. Askari, Ali, et al. "Workplace risk factors assessment in North-Azadegan oil field based on harmful agents risk priority index (HARPI)." Iranian Journal of Public Health 52.10 (2023): 2157. https://doi.org/10.18502/ijph.v52i10.13854

УДК 331.46

Ярутова А.Е.
Научный руководитель: Филина Н.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ НАТЯЖНЫХ ПОТОЛКОВ

Аннотация. *При строительстве и реконструкции зданий и сооружений ключевым критерием является сохранение жизни и здоровья людей при пожаре, в том числе сохранность имущества и материальных ценностей. Для достижения этих целей нормативными правовыми актами системы противопожарного нормирования и стандартизации установлены требования к огнестойкости основных строительных конструкций: несущих стен и колонн, навесных элементов наружных стен, элементов перекрытий и покрытий, элементов лестничных клеток и потолков. Огнестойкие подвесные потолки в ряде случаев являются наиболее простым техническим решением повышения огнестойкости и снижения пожарной опасности перекрытий и покрытий.*

Ключевые слова: *пожарная безопасность, огнезащитные свойства, натяжные потолки.*

Согласно результатам многочисленных исследований, качественным натяжным поверхностям характерна нулевая горючесть, вследствие чего данная отделка считается пожаробезопасной и рекомендуется к применению в жилых и общественных помещениях. Огонь не способен распространяться по полотну. При пожаре под воздействием высокой температуры оно сворачивается в трубочку, а едва огонь уходит – затухает.

Натяжные потолки в наше время уже стали современной классикой в интерьере дома. Они красивые, практичные и недорогие. Однако, почти никто не задумывается об их отрицательных свойствах.

Последнее время статистика свидетельствует о частых возгораниях натяжных потолков. Основными причинами возгорания являются:

- неправильный монтаж электропроводки;
-перегрузка электросети и замыкание осветительных приборов;
-использование открытого огня в помещениях.

Натяжные потолки изготавливаются из трех видов полотен:

- ПВХ-плёнка. Толщина — от 0,15 до 0,35 мм. Материал лидирует благодаря низкой стоимости

- Ткань из полиэстера с полиуретановой пропиткой. Толщина — 0,25 мм. Считается более экологичным вариантом по сравнению с ПВХ и позволяет создавать бесшовные покрытия в помещениях большой площади.

- Стеклоткань. Отличается высокой прочностью и подходит для неоднократного окрашивания

Основные параметры натяжных потолков:

1.Группа горючести.

Это ключевой показатель, определяющий способность материала воспламеняться и поддерживать горение. Группы горючести обозначаются от Г1 (слабогорючие) до Г4 (сильно горючие). Негорючие натяжные потолки обычно имеют класс Г1. Параметры горючести представлены на рисунке 1.

Группа горючести материалов	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов, °С	Степень повреждения по длине, %	Степень повреждения по массе, %	Продолжительность самостоятельного горения, с
Г1	<135	<65	<20	0
Г2	<235	<85	<50	<30
Г3	<450	>85	<50	<300
Г4	>450	>85	>50	>300

Рис. 1. Параметры горючести

Для горючих строительных материалов, относящихся к группам Г1 и Г2, при испытании не допускается образование капель расплава. Для горючих строительных материалов, относящихся к группе Г3, при испытании не допускается образование горящих капель расплава. Для негорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности не определяются и не нормируются.

2. По воспламеняемости горючие строительные материалы в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

-трудновоспламеняемые (В1);

-умеренновоспламеняемые (В2);

-легковоспламеняемые (В3).

3. По дымообразующей способности горючие строительные, текстильные и кожевенные материалы в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на следующие группы:

-с малой дымообразующей способностью (Д1);

-с умеренной дымообразующей способностью (Д2);

-с высокой дымообразующей способностью (Д3).

4. По токсичности продуктов горения горючие строительные, текстильные и кожевенные материалы подразделяются на следующие группы:

-малоопасные (Т1);

-умеренноопасные (Т2);

-высокоопасные (Т3);

-чрезвычайно опасные (Т4).

При выборе декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в зальных помещениях, за исключением покрытий полов спортивных арен, спортивных сооружений и полов танцевальных залов, необходимо руководствоваться классом функциональной пожарной опасности здания, поверхностью применения (пол, стены или потолок) и видом пути эвакуации.

В заключение можно сказать, что противопожарные натяжные потолки обладают рядом свойств, делающих их безопасными в случаях возникновения пожаров. Они не только задерживают горение и замедляют распространение огня, но также предотвращают проникновение дыма и ядовитых газов в помещение. Использование пожаробезопасных потолков является одним из важных элементов обеспечения безопасности людей и сохранения имущества**.**

Список источников

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Жарков А.Ф. Огнестойкость покрытий из профлистов с подвесными потолками с воздушной прослойкой / А.Ф. Жарков, Ф.А. Жарков, О.Г. Чеснокова // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – 2015. – Вып. 4 (40). – Ст. 10. – 17 с.

3. Гравит М. Огнезащитные подвесные потолки с высокими пределами огнестойкости / М.В. Гравит [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 8 (84). – С. 75–85.

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ»

УДК 691.26

Абдуллина К.А.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Аннотация. *В данной статье рассмотрены основные требования к современным теплоизоляционным строительным материалам.*

Ключевые слова: *теплоизоляционные материалы, теплоизоляция.*

В современном строительстве большое внимание уделяется не только архитектурной привлекательности и функциональности зданий, но и их энергоэффективности. Одним из ключевых аспектов которой, является качество теплоизоляции.

С учетом глобальных изменений климата, роста цен на энергоресурсы и ужесточения экологических норм, требования к теплоизоляционным строительным материалам претерпевают значительные изменения. Важно понимать какие характеристики становятся приоритетными для проектировщиков и строителей.

Рассмотрим основные требования, применяемые к современным теплоизоляционным материалам.

Теплопроводность. Теплоизоляционные материалы должны иметь низкий коэффициент теплопроводности – в сухом состоянии не более 0,07 Вт/(м · ℃) при температуре 10 °С [1]. Это необходимо для эффективного снижения теплопотерь и поддержания внутренней температуры. При низком коэффициенте материал лучше сохраняет тепло, что позволяет уменьшить толщину изоляционного слоя и сэкономить полезную площадь здания. Хорошую теплоизоляционную способность имеет минеральная вата, т.к. обладает низкой теплопроводностью – 0,036-0,040 Вт/(м · ℃).

Термическое сопротивление. Это показатель способности материала сопротивляться теплопроводности. Более высокое термическое сопротивление означает лучшую теплоизоляцию, что обеспечивает меньший расход энергии на обогрев или охлаждение здания. Следовательно, современные требования обязывают использовать материалы с

наибольшим показателем термического сопротивления. Минимальное допустимое значение 0,14 Вт/(м^2 · °С) [1].

Плотность. Средняя плотность теплоизоляционных материалов достаточно низка по сравнению с большинством строительных материалов, т.к. значительный объем занимают поры. Наилучшие теплоизоляционные свойства имеют материалы с низкой плотностью. Она должна быть не более 300 кг/м^3 [1]. Например, минеральная вата имеет плотность 20-100 кг/м^3, а пенополистирол – 15-35 кг/м^3.

Водопоглощение. Для теплоизоляционных материалов необходим низкий показатель водопоглощения, т.к. поглощение влаги снижает теплоизоляционные свойства материала, что может привести к его разрушению. При длительном полном погружении (28 суток) он не должен превышать 0,7 % по объему [1].

Огнестойкость. Материалы должны быть пожаробезопасными и обладать высокой огнестойкостью, противостоять возгоранию и распространению огня для обеспечения безопасности зданий и людей в случае пожара. Огнестойкость определяется пределом огнестойкости – это время, в течение которого при воздействии высоких температур +600..+800 °С материал не разрушается. В строительных конструкциях, в том числе с утеплением он должен быть не менее 15-120 минут [3]. Наиболее высокий показатель имеет базальтовая вата, она является негорючим материалом и начинает плавиться при температурах более 1100 °С и может выступать в качестве огнезащиты в течение 240 минут.

Морозостойкость. Способность изделия выдерживать периодически повторяющиеся условия замораживания и оттаивания. Материалы с низкой морозостойкостью подвержены разрушению, потере теплоизоляционных свойств и снижению срока службы. Современные теплоизоляционные материалы должны выдерживать не менее 20-25 циклов замораживания и оттаивания. Два цикла равны одному условному году эффективной эксплуатации материала. Минеральная вата выдерживает 30, 60 и 100 циклов.

Долговечность. Материалам необходимо сохранять свои теплоизоляционные свойства в течение всего срока службы здания. Рекомендуемые сроки службы сооружений: временные здания – 10 лет; сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред – не менее 25 лет; сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации – не менее 50 лет; уникальные здания – 100 лет и более [4]. Самыми популярными и надежными материалами считаются: минеральная вата – срок службы 25-40 лет; пенополистирол – 30-35 лет; базальтовая вата – 40-50 лет; пеностекло – 80-100 лет.

Экологичность. Важно, чтобы теплоизоляционные материалы были безопасными для окружающей среды и здоровья людей, не содержали токсичных веществ и не выделяли вредных испарений при эксплуатации. Примером экологичного теплоизоляционного материала может служить льняной утеплитель, он не содержит синтетических компонентов, не вырабатывает токсинов и безвреден для здоровья, а также имеет высокий срок службы – 60 лет.

Прочность, механическая устойчивость. Теплоизоляция должна обладать достаточной прочностью, устойчивостью к механическим повреждениям. Это важно для утеплителей в конструкциях с высокими нагрузками, а также при монтаже и эксплуатации, чтобы предотвратить их деформацию или повреждения. Пеностекло – самое прочное из всех эффективных теплоизоляционных материалов: прочность на сжатие составляет 400…1600 кПа и более, при изгибе – 200…550 кПа и более, это в несколько раз выше, чем у волокнистых материалов и пенопласта.

Звукоизоляция. Современные утеплители часто совмещают функции тепло- и звукоизоляции. Хорошая звукоизоляция важна для обеспечения комфортных условий. С этой задачей отлично справляется минеральная вата, она имеет высокий индекс звукопоглощения – от 0,60 до 0,95 и, благодаря своей волокнистой структуре, отлично гасит все виды шумов: воздушные, ударные и структурные.

Таким образом, современные требования к теплоизоляционным строительным материалам становятся все более строгими и разнообразными, что обусловлено необходимостью повышения энергоэффективности зданий и улучшения их эксплуатационных характеристик.

Список источников

1. ГОСТ 16381-2022. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация. Общие технические требования [Текст]. – Введ. 2023-06-01. – ФГБОУ «РСТ», 2022 – 12 с.

2. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. – Введ. 1998-01-01. – 26 с.

3. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Текст]. – Введ. 2015-07-01. – Стандартинформ, 2015 – 16 с.

4. ГОСТ 9573-2012. Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – Стандартинформ, 2013 – 12 с.

5. ГОСТ Р 57418-2017. Материалы и изделия минераловатные теплоизоляционные. Метод определения срока службы эффективной эксплуатации [Текст]. – Введ. 2017-03-13 – Стандартинформ,2017 – 12 с.

УДК 625.7/.8.

Амиров Ё.И. углы
Научный руководитель: Нехорошков П.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ВЯЖУЩЕГО В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. *Статья посвящена изучению применения полиуретанового вяжущего в дорожном хозяйстве, а также оценке его влияния на эксплуатационные характеристики дорожных покрытий. Исследуются основные свойства полиуретановых вяжущих, их преимущества перед традиционными материалами, а также потенциал для улучшения долговечности и устойчивости дорожных конструкций. Результаты лабораторных испытаний подтверждают эффективность использования полиуретановых вяжущих в асфальтобетонных смесях, особенно в условиях высокой нагрузки и неблагоприятных климатических воздействий.*

Ключевые слова: *полиуретановые добавки, вяжущие материалы, асфальтобетонные смеси.*

Введение. Современное дорожное строительство требует инновационных подходов к использованию вяжущих материалов, способных обеспечить высокую долговечность, стойкость к деформированию и надежность дорожных покрытий. Полиуретановые вяжущие, полученные путем полимеризации изоцианатов и полиизопренов, представляют собой многообещающую альтернативу традиционным битумам и смолам. Они обладают уникальными механическими и физическими свойствами, что позволяет расширить область их применения в дорожном строительстве [1].

Исследование проводилось в рамках лабораторных испытаний различных составов асфальтобетонных смесей с использованием полиуретанового вяжущего. Были разработаны образцы с разным содержанием полиуретанового вяжущего, чтобы оценить их поведение под нагрузкой, стойкость к высоким температурам и морозостойкость. Применялись стандартные методы испытаний, включая тесты на сжатие, изгиб и ударные нагрузки. Также проводились полевые испытания для оценки влияния полиуретанового вяжущего на устойчивость дорожных покрытий в реальных условиях эксплуатации.

Лабораторные испытания показали [2], что асфальтобетонные смеси с полиуретановым вяжущим имеют значительно улучшенные механические свойства. Они продемонстрировали более высокую прочность на сжатие и извив, а также превосходную морозостойкость по сравнению с традиционными смесями на основе битумов. Кроме того, полиуретановые вяжущие

обеспечивают отличную адгезию к наполнителям, что снижает риск появления трещин и деформаций при высоких температурах, а также повышает устойчивость к воздействию влаги.

Рис. 1. Образцы обработанные вяжущим

Преимущества полиуретановых вяжущих перед традиционными битумами заключаются не только в их более высоких эксплуатационных характеристиках, но и в долговечности дорожных покрытий. Полиуретановые материалы проявляют стойкость к воздействию химических реагентов, что критично в условиях зимнего содержания дорог. Однако необходимо учитывать и некоторые сложные аспекты, связанные с переработкой полиуретановых вяжущих, поскольку они требуют особых условий хранения и применения.

Заключение. Применение полиуретанового вяжущего в дорожном хозяйстве является перспективным направлением, способствующим повышению качества и долговечности дорожных покрытий. Исследования подтверждают, что использование полиуретановых вяжущих может значительно улучшить эксплуатационные характеристики дорожных конструкций, предоставляя новые возможности для повышения устойчивости к климатическим и механическим воздействиям. Дальнейшие исследования в этой области помогут оптимизировать технологии производства и применения полиуретановых вяжущих в дорожном строительстве, что обеспечит устойчивое развитие транспортной инфраструктуры.

Список источников

1. Кочетков А.В., Васильев Ю. Э., Сарычев И.Ю., Мельников А.С., Тюник С.С. Исследование взаимодействия минерального материала и полиуретанового вяжущего при проектировании макрошероховатых дорожных покрытий // Вестник евразийской науки. 2021. №3.

2. Котенко Н.П., Щерба Ю.С., Евфорицкий А.С. Влияние полимерных и функциональных добавок на свойства битума и асфальтобетона // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2019. №1 (201).

УДК 625.07

Анисимов Н.А.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук., доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ПЕСКА КАРЬЕРА «НУРМУЧАШ» ВОЛЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *Исследование физико-механических свойств кварцевого песка включает в себя зерновой состав, модуль крупности, содержание пылевидных и глинистых частиц, содержание глины в комках, коэффициент фильтрации и наличие органических примесей. На основе полученных результатов даны рекомендации по применению материала в строительстве.*

Ключевые слова: *песок, анализ, примеси, модуль крупности, зерновой состав.*

Введение. Кварцевый песок является одним из наиболее распространенных и востребованных видов природного минерального сырья в различных отраслях промышленности.

Качество кварцевого песка определяется его физико-механическими свойствами [1]. Его применяют в производстве стекла, керамики, строительных материалов, литейных форм, в фильтрации воды и многих других областях.

Исследование физико-механических свойств кварцевого песка позволяет определить оптимальные условия его применения, а также выявить возможные проблемы и риски, связанные с его использованием. Полученные данные помогут инженерам и технологам разработать эффективные производственные процессы с целью максимизации выхода качественного продукта и минимизации затрат на его производство.

Цель работы состоит в **и**сследовании физико-механических свойств кварцевого песка карьера «Нурмучаш» в соответствии со стандартами качества.

Задачей исследования являлся анализ кварцевого песка в лабораторных условиях и соответствие песка к размерной группе по ГОСТ 8736-2014.

Теоретическое исследование. Для анализа песка были взяты 3 пробы по 10кг. Анализ был произведен в лаборатории с помощью сушиль-

ного шкафа, прибора ПКФ, сосуда для отмучивания песка. Так же для анализа были использованы: штангенциркуль, весы настольные, прибор Ле-Шателье, набор сит, лупа [2, 3, 4].

Результаты исследований: Основные результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Проба; интервал отбора, м		
	20/1 0,3-3,3	**25/1** 0,3-3,0	**25/2** 3,3-4,7
Зерновой состав Полные остатки на ситах, %:			
2,5 мм	0 / 0	0 / 0	0 / 0
1,25 мм	0,1 / 0,1	0 / 0	0,2 / 0,2
0,63 мм	1,2 / 1,3	0,1 / 0,1	1,5 / 1,7
0,315 мм	38,0 / 39,3	2,7 / 2,8	44,4 / 46,1
0,16 мм	59,2 / 98,5	85,3 / 88,1	51,2 / 97,3
Проход через сито 0,16 мм	1,5 / 100	11,9 / 100	2,7 / 100
Модуль крупности	**1,39**	**0,91**	**1,45**
Группа песка	оч. мелкий	тонкий	оч. мелкий
Содержание пылевидн. и глинист. частиц, %; требования ГОСТ 8736	0,6 не более 5	1,1 не более 10	0,8 не более 5
Содержание глины в комках, %; требования ГОСТ 8736	0 не более 0,5	0 не более 1	0 не более 0,5
Коэффициент фильтрации, м/сут	5,29	2,23	3,57
Наличие органических примесей	Проба светлее эталонного раствора		

В соответствии с ГОСТ 8736-2014 данный песок по модулю крупности 0,91…1,45 относится к группам тонких и очень мелких песков. Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц составляет 0,5…2,9 %. Содержание глины в комках 0…0,1 %. Коэффициент фильтрации песка 0,66…6,86 м/сут.

Выводы.

1. Пробы карьера «Нурмучаш» относятся к группе тонких и очень мелких песков и не рекомендуются к применению в производстве бетона и растворных смесей.

2. Возможно частичное применение данных песков в качестве материала для ландшафтного дизайна.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова //Бетон и железобетон – взгляд в будущее: Материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). – М.: МГСУ, 2014. – С. 279-290.

2. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия. Группа Ж17. МКС 91.100.15. Дата введения 2015-04-01. Издание (февраль 2019 г.) с Поправкой (ИУС 10-2015). – 11 с.

3. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний. Группа Ж19. МКС 91.100.15. ОКСТУ 5711. Дата введения 1989-07-01. Издание (Сентябрь 2018 г.) с Изменениями N 1, 2 (ИУС 11-89, 5-2001). – 34 с.

4. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. МКС 13.080.20. 93.020. Дата введения 2017-05-01. Переиздание. Февраль 2019 г. – 26 с.

УДК 691.223

Анисимова А.А.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КРАСНОСТЕКЛОВАРСКИЙ» МОРКИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *В работе проведен анализ кварцевого песка месторождения «Красностекловарский» Моркинского района Республики Марий Эл. Анализ природного кварцевого песка включает в себя зерновой состав, модуль крупности, содержание пылевидных и глинистых частиц, содержание глины в комках, коэффициент фильтрации.*

Ключевые слова: *песок, кварц, модуль крупности, зерновой состав, фильтрация.*

Введение. Исследование свойств кварцевого песка месторождения «Красностекловарский карьер» важно с точки зрения рационального природопользования. Получение основных результатов физико-механических свойств песка позволит определить сферу его возможного применения. В зависимости от полученных данных, песок может использоваться в качестве сырья в гражданском и дорожном строительстве, а также в производстве стекла [1].

Анализ кварцевого песка позволяет определить оптимальные условия его применения, разработать технологии очистки и обогащения, а также выявить возможные проблемы и риски, связанные с его использованием. Полученные данные помогут инженерам и технологам разработать эффективные производственные процессы с целью максимизации выхода качественного продукта и минимизации затрат на его производство.

Цель работы состоит в исследовании кварцевого песка месторождения «Красностекловарский карьер» для возможности применения в производстве и его соответствия стандартам качества.

Задачей исследования является анализ кварцевого песка в лабораторных условиях на соответствие песка к группе по ГОСТ 8736-2014

Методика эксперимента. Для анализа песка были взяты 2 пробы по 10кг. Анализ был произведен в лаборатории с помощью сушильного шкафа, прибора ПКФ, сосуда для отмучивания песка. Так же для анализа были использованы: штангенциркуль, весы настольные, прибор Ле-Шателье, набор сит, лупа. Для выявления основных свойств песка определялись базовые физические свойства [2, 3, 4].

Результаты исследований. Основные результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Проба	
	№ 1	№ 2
Зерновой состав Полные остатки на ситах, %: 2,5 мм 1,25 мм 0,63 мм 0,315 мм 0,16 мм	 0 / 0 0,7 / 0,7 1,5 / 2,2 14,8 / 17,0 68,1 / 85,1	 0 / 0 0,8 / 0,8 1,6 / 2,4 13,8 / 16,2 68,2 / 84,4
Модуль крупности	1,05	1,04
Группа песка	очень мелкий	очень мелкий
Содержание пылевидных и глинист. частиц, %; требования ГОСТ 8736	0,7 не более 5	0,8 не более 5
Содержание глины в комках, %; требования ГОСТ 8736	0,5 не более 1,0	0,5 не более 1,0
Класс песка	II	II
Коэффициент фильтрации, м/сут	5.08	5.02

В соответствии с ГОСТ 8736-2014 данный песок по модулю крупности, равному 1,05 (проба № 1) и 1,04 (проба № 2) относится к группе очень мелких песков. Содержание в пробах песка пылевидных и глини-

стых частиц составляет 0,7 % (проба № 1) и 0,8 % (проба № 2). Содержание глины в комках отсутствует. Коэффициент фильтрации песка 5,08 м/сут (проба № 1) и 5,02 м/сут (проба № 2).

Выводы:

1. Возможно применение данного песка в стекольном производстве при условии отсутствия в нем органических примесей.

2. Группы очень мелких и мелких песков также возможно применить в качестве заполнителей бетонных и растворных смесей.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова //Бетон и железобетон – взгляд в будущее: Материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). – М.: МГСУ, 2014. – С. 279-290.

2 ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия. Группа Ж17. МКС 91.100.15. Дата введения 2015-04-01. Издание (февраль 2019 г.) с Поправкой (ИУС 10-2015). – 11 с.

3. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний. Группа Ж19. МКС 91.100.15. ОКСТУ 5711. Дата введения 1989-07-01. Издание (Сентябрь 2018 г.) с Изменениями N 1, 2 (ИУС 11-89, 5-2001). – 34 с.

4. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. МКС 13.080.20. 93.020. Дата введения 2017-05-01. Переиздание. Февраль 2019 г. – 26 с.

УДК 691.31

Балдин Р.Д.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ УКРЕПЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕБНЯ ВАКУУМИРОВАНИЕМ В СРЕДЕ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

Аннотация. *В настоящей статье рассматривается инновационный способ укрепления механических характеристик щебня за счет его вакуумирования в среде цементного раствора. Указанный метод направлен на улучшение прочности и долговечности щебеночных оснований, используемых в дорожном строительстве и других строительных объектах. В ходе исследований была проведена серия экспериментов, включающих оценку изменений в структуре щебня и его взаимодействии с цементным раствором при различной продолжительности вакуумирования.*

Ключевые слова: *щебень, вакуумирование, цемент, строительные материалы, глубокая пропитка.*

Введение. Щебень является одним из основных компонентов в производстве бетонов и строительных растворов. Его механические и физические характеристики имеют прямое влияние на общую прочность строительных конструкций. Укрепление щебня с использованием различных методов стало предметом многочисленных исследований [1-3]. В последние годы широкое применение находит вакуумирование, которое способствует улучшению свойств строительных материалов.

В исследовании использовались образцы щебня фракции 20-40 мм, которые подвергались вакуумированию в среде цементного раствора. Вакуумирование осуществлялось с помощью специализированного оборудования, позволяющего создать необходимый уровень давления. После обработки образцы были проверены на прочность на сжатие и сравнивались с контрольными, не подвергавшимися вакуумированию.

Последовательность вакуумирования в среде цементного раствора следующая: 1. Замешивается раствор цемента; 2. Щебень засыпается в прибор для создания вакуума и заливается раствором; 3. Насосом в ёмкости создаётся вакуум; 4. Смесь щебня и цемента выдерживается в среде вакуума; 5. Щебень извлекается и высушивается.

Вакуумирование позволяет удалить воздушные пузырьки и улучшить пропитку материалы раствором. В результате: из-за устранения воздушных включений повышается прочность материала и его устойчивость к механическим нагрузкам. Отсутствие химических добавок снижает негативное воздействие на окружающую среду. Получается более плотная и монолитная структура материала, что способствует понижению водопроницаемости и повышению морозостойкости. Ваккумирование щебня в цементном растворе не только укрепляет его механические характеристики, но и улучшает его взаимодействие с бетоном, что, в свою очередь, повышает общую прочность конструкций, в которых он применяется. Однако, для оптимизации процесса необходимо учитывать соотношение компонентов раствора, время воздействия вакуума и тип используемого щебня.

Заключение. Укрепление щебня вакуумированием в среде цементного раствора представляет собой перспективный метод повышения эксплуатационных характеристик строительного материала. Дальнейшие исследования в этой области помогут уточнить технологические параметры процесса и расширить возможности его применения в различных строительных проектах. Будущие работы могут сфокусироваться на разработке технических рекомендаций по внедрению данной технологии в производство, а также на анализе долгосрочных характеристик щебня после вакуумирования в различных климатических условиях. Важно также исследовать возможные экологические последствия применения данной технологии и разработать решения для минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Список источников

1. Соловьева М.В., Хозин В.Г., Фомин А. Ю. Упрочнение дорожных каменных материалов расплавленной серой // Известия КазГАСУ. 2013. №2 (24). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/uprochnenie-dorozhnyh-kamennyh-materialov-rasplavlennoy-seroy (дата обращения: 06.04.2025).

2. Способ приготовления известнякового строительного щебня: пат. Рос. Федерация / Д.И. Гофман, А.И. Лескин, М.В. Катасонов. – № 2642754; заявл. 15.11.2016: опубл. 25.01.2018.

3. Способ приготовления известнякового строительного щебня: пат. Рос. Федерация / Д.И. Гофман, А.И. Лескин, М.В. Катасонов, В.В. Артамонов. – № 2645030; заявл. 07.02.2017; опубл. 15.02.2018. бюл. № 5.

УДК 698

Баранов К.Г.
Научный руководитель: Маношкина Г.В.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТЕНЫ И СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ФАСАДА

Аннотация. *Настоящая работа посвящена сравнительному анализу энергоэффективности и стоимостной характеристики конструкций, выполненных из «Трехслойной стены» и «Системой вентиляционного фасада». В тексте рассматриваются теплотехнические и экономические показатели данных конструктивных особенностей и их влияние на энергоэффективность зданий. В заключение представлены основные проблемы и вызовы, стоящие перед обеими технологиями.*

Ключевые слова: *кирпич, бетон, утеплитель, облицовка, вент-фасад, трехслойная стена энергоэффективность, теплопроводность, строительные технологии.*

Введение. С ростом осведомленности о климатических изменениях и увеличении затрат на энергоресурсы, энергоэффективность становится критически важной для строительства современных зданий. Одними из распространённых и используемых в строительной отрасли ограждающих конструкций, являются конструкции из трехслойной стены и системой вентиляционного фасада. В данном докладе мы проведем сравнение их энергоэффективности и экономических показателей, рассмотрим текущее состояние, а также анализ проблем и вызовов, с которыми сталкиваются эти конструкции.

Описание конструкционных особенностей.

Трехслойная стена - это многослойная строительная система состоящая из трех основных слоёв:

1. Несущий слой (внутренний) – выполняется из прочных материалов и обеспечивает устойчивость конструкции.
2. Утепляющий слой (средний) – теплоизоляционный материал снижающий теплопотери.
3. Защитно-декоративный слой (наружный) – облицовка, обеспечивающая эстетику и защиту от внешних воздействий.

Система вентиляционного фасада - это наружная многослойная строительная система, сочетающая несущую стену с навесной облицовкой и вентиляционным зазором:

1. Несущий слой (внутренний) – выполняется из прочных материалов и

обеспечивает устойчивость конструкции.

2. Утепляющий слой (средний) – теплоизоляционный материал снижающий теплопотери.

3. Воздушный зазор (30-100 мм)

4. Защитно-декоративный слой (наружный) – облицовка, обеспечивающая эстетику и защиту от внешних воздействий.

Энергоэффективность: Сравнительный анализ.

Трехслойная стена.

- Конструкция: несущий слой (кирпич, бетон) 250 мм + утеплитель (пенополистирол) 100 мм + облицовка (кирпич, штукатурка) 120 мм.

$$R = \frac{0{,}25}{0{,}7} + \frac{0{,}1}{0{,}04} + \frac{0{,}12}{0{,}7} \approx 3{,}03\ (\text{м}^2 \times °\text{C})/\text{Вт}$$

Система вентиляционного фасада.

- Конструкция: несущая стена (кирпич) 250 мм + утеплитель (минвата) 150 мм + воздушный зазор + облицовка (керамогранит, композитные панели).

$$R = \frac{0{,}25}{0{,}7} + \frac{0{,}15}{0{,}045} + 0{,}16 \approx 4{,}27\ (\text{м}^2 \times °\text{C})/\text{Вт}$$

Вывод по теплотехнике:

- Вентилируемый фасад эффективнее за счет большей толщины утеплителя и воздушного зазора.

- Трехслойная стена имеет меньшую тепловую инерцию, если использует легкие материалы.

Критерий	Трехслойная стена	Навесной вент. фасад
Стоимость материалов	Дешевле(кирпич)	Дороже (кронштейны)
Монтажные работы	Трудоемкая, выше затраты на труд	Быстрее, но требует квалифицированных монтажников
Фундамент	Требуется усиленный (выше нагрузка)	Можно использовать лёгкие основания (меньше нагрузка)
Ремонтопригодность	Сложный ремонт (разбор кладки)	Лёгкая замена утеплителя и облицовки
Срок службы	50+ лет (при качественной кладке)	30-50 лет (зависит от коррозии крепежа)
Эксплуатационные затраты	Низкие (не требует обслуживания)	Возможны затраты на ревизию креплений

Примерная стоимость (2024 г. Российская Федерация)

Трехслойная стена: 4 000 – 6 000 руб/м^2

Система вентилируемого фасада: 5 000 – 8 000 руб/м^2

Рекомендации:

Выбирать трёхслойную стену рекомендуется в случаях – ограниченного бюджета, необходима высокая тепловая инерция (для частного дома) и когда простота конструкции важнее ремонтопригодности.

Выбирать систему навесного вентилируемого фасада в случаях – требуемой высокой энергоэффективности, когда важна долговечность и ремонтопригодность и когда проект предполагает сложные архитектурные формы.

Список источников

1. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Часть 2. Теплоэффективные конструкции. — М.: МГСУ, 2011.

2. Якубов С. Вентилируемые фасады для российского климата. Сантехника, отопление, кондиционирование. 2012. №9(129).

3. Кожин В.А., Кремлёв С. Сущность понятия энергоэффективности и показатели её измерения в жилищном строительстве.

УДК 691:728.1

Бахтина М.А.

Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СИП-ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. *Рассматривается технология возведения домов из СИП-панелей. При строительстве дома необходимо соблюдать технологию возведения и учитывать все положительные и отрицательные стороны изучаемого строительного материала.*

Ключевые слова: *СИП-панель, малоэтажное строительство, преимущества, технология возведения домов.*

Строительство быстровозводимых малоэтажных зданий в настоящее время очень актуально, так как такие технологии экономят не только время, но и ресурсы.

Материалы, используемые для этого, на строительном рынке очень разнообразны, и отвечают всем стандартам качества, экологичности, энергоэффективности и экономичности. Особого внимания заслуживает канадская технология строительства, в которой используются структурные изоляционные панели (СИП-панели), которые обеспечивают возможность быстрого и относительно недорогого строительства дома с высоким теплосбережением [1].

Цель данной статьи – изучить технологию возведения зданий из СИП-панелей.

Объекты и дома, возводимые по СИП-технологии, отличают высокой скоростью сборки, доступностью, прочностью и надежностью, хорошей теплоизоляцией, экологичностью и безопасностью.

В основе данной технологии лежат трехслойные панели. Они состоят из утеплителя - пенополистирола, плит ОСП (ориентировочно-стружечные плиты) с двух сторон и бруса, который соединяет панели между собой (рис. 1).

Стандартные СИП-панели имеют высоту 2,8 или 2,5 м, ширина 1,25 м. Толщина - от 118 до 224 мм. Варианты толщиной до 124 мм подходят для внешних стен одноэтажных сооружений и внутренних перегородок. Модели толщиной более 124 мм — для межэтажных перекрытий, полов, кровли, перегородок, стен зданий более 1 этажа.

Рис. 1. Вид конструкции СИП-панели

Устойчивость обеспечивается за счет высокой жесткости листов и использования замковой системы шип-паз. Методика строительства такого дома схожа с конструктором. Соединение панелей между собой устраивается при помощи саморезов, соединительных деревянных профилей и монтажной пены (Рис. 2).

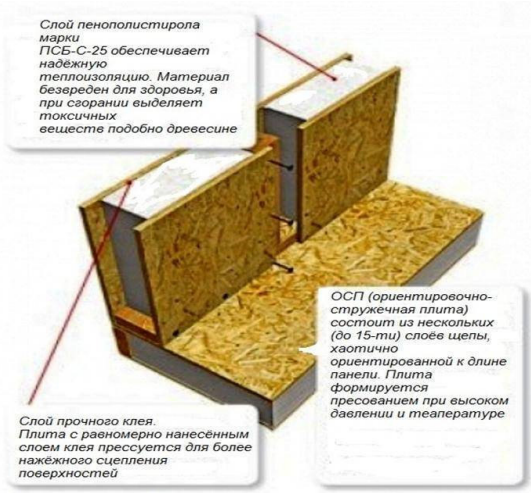


Рис. 2. Соединение Сип-панелей

Сборка дома производится усилиями 2…3 человек без привлечения техники [1]. Типовой фундамент для таких домов – свайно-винтовой. Основное его преимущество - прекрасная вентиляция подполья, необходимая для долгой службы деревянного перекрытия, и возможность беспроблемного пристроя к дому дополнительных площадей.

Фундамент накрывают гидроизоляционным слоем, делают обвязку, на которую впоследствии и ставят дом. Пол собирается из СИП-панелей. Начинают укладку с короткой стороны дома. Если нужно, чтобы основание было еще более жестким, можно дополнительно прокладывать брусья и доски.

Установка стеновых СИП-панелей начинается с одного выбранного угла. От точности действий на этом шаге зависит качество сборки всех стен. Когда СИП-плита установлена и точно выровнена по вертикали при помощи уровня, ее окончательно закрепляют на перекрытии саморезами. Саморезы вкручивают прямо через ОСП в стартовую доску, выдерживая расстояние примерно 15 сантиметров между каждым крепежом.

Строительство крыши - завершающий этап сборки дома. Крыша, собранная из СИП-панелей не требует дополнительной пароизоляции и утепления, это уже предусмотрено конструкцией самих панелей. Под крышей из СИП-панелей зимой всегда теплая мансарда, поэтому на отоплении дома в целом будет значительная экономия денежных средств [2].

Сразу после сборки самого дома начинается установка окон и монтаж кровельного покрытия. В качестве кровельного покрытия могут также использоваться различные кровельные материалы: гибкая черепица, металлопрофиль, металлочерепица - ограничений нет. [1].

Таким образом, преимуществ строительства дома по канадской технологии в разы больше, чем недостатков, против которых можно найти решения. Строительство малоэтажных домов из СИП-панелей выгодно выделяется относительно других вариантов материалов, а значит, имеет перспективы развития и продвижения на строительном рынке. Соблюдение технологии сборки и применение качественных материалов в дальнейшем скажется на длительности эксплуатации жилого дома.

Список источников

1. Чотулов В.Ю. Анализ и совершенствование технологии монтажа домокомплектов из SIP в России [Текст] /В. Ю. Чотулов // Символ науки. - 2017. - № 4. - С.155-160.

2. Курманов А.С. Как собрать СИП дом самому: учеб. пособие / А.С. Курманов, К.С. Курманов, Е.В. Курманова. - Санкт-Петербург: ООО ЛД-Принт, 2020. - 187 с.

УДК 691.175.664

Беляков А.А.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

НАЛИВНЫЕ ПОЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА

Аннотация. *Сравнение основных эксплуатационных свойств полиуретановых материалов согласно нормативным документам.*

Ключевые слова: *полиуретан, термореактивные полимеры.*

Цель работы – определение свойств современных материалов для полов на основе термореактивных полимеров.

Полы на основе термореактивных полимеров принято называть наливными. Такие полы отличает технология изготовления, специфические свойства.

Наливные полы обладают небольшой толщиной (3-5 мм) при этом сохраняют высокие прочностные характеристики, износостойкость, долговечность.

В Российской Федерации нормативный документ, регламентирующий свойства наливных полов, не принят. Свойства термореактивных пластмасс нормируются ГОСТ на каждый отдельный вид органического вяжущего. Каждый производитель на свой материал разрабатывает технические условия, которые отражают основные свойства производимого материала, технологию укладки.

Полиуретаны – это синтетические полимеры, содержащие в основе цепи макромолекулы уретановые группы ─□N─□(O)─O─; в цепи могут присутствовать также амидные, карбамидные, эфирные (простые и сложные) и другие функциональные группы. Различают полиуретаны, построенные на основе одного диизоцианата и одного гликоля (гомополимеры), двух диизоцианатов и одного гликоля или двух гликолей и одного диизоцианата (сополимеры), путём чередования блоков различной природы (блоксополимеры). Использование для синтеза полиуретанов соединений различной химической природы определяет уникальное разнообразие структур и свойств полиуретанов, отсутствующее во всех других классах полимеров.

Полиуретан является одним из самых распространенных вяжущих, на основе которых изготавливаются наливные полы. Свойства полиуретановых полов взяты по ТУ 22.23.19-001-40658904-2022 Политакс 66PU 2СВ, ТУ 22.23.19-001-40658904-2022 Политакс 66PU 2Т. Материалы произведены ООО «Холдинговая компания «Голдман групп».

Сравнение основных эксплуатационных свойств материалов согласно нормативным документам представлено в табл. 1.

Таблица 1. Основные эксплуатационные характеристики материалов для полов на основе термореактивных полимеров

№ пп	Свойства	Полиуретановый наливной пол	Полиуретановый наливной пол (самовыравнивающийся)	ГОСТ на основании которого проводится испытание
1	Время отверждения покрытия до степени 3 (потеря липкости)	10ч	10ч	

2	Адгезионная прочность	21 МПа	12 МПа	ГОСТ 14236-81
3	Относительное удлинение до разрыва	35%	60%	ГОСТ 14236-81
4	Прочность при сжатии	42 МПа	42 МПа	ГОСТ 4651-2014
5	Прочность покрытия при ударе	100см	100 см	ГОСТ 4765
6	Истираемость	38-40 мг (по Таберу, колесо Н-18, 1000 г, 1000 об.)	57-59 мг (по Таберу, абразив S□-10, m1,0 кг, 28 дн.)	
7	Класс пожарной опасности	горючесть – Г1 (трудногорючий), воспламеняемость – В2 (трудновоспламеняемый), распространение пламени – РП2 (слабораспространяющий пламя), дымообразование – Д2 (умеренная), токсичность продуктов горения – Т2 (умеренноопасный).	горючесть – Г1 (трудногорючий), воспламеняемость – В2 (трудновоспламеняемый), распространение пламени – РП2 (слабораспространяющий пламя), дымообразование – Д2 (умеренная), токсичность продуктов горения – Т2 (умеренноопасный).	

Выводы: Проведя анализ данных, выяснили, что данные покрытия имеют различия в характеристиках. Относительное удлинение до разрыва у самовыравнивающихся полиуретановых полов на 25% больше, чем у чистых полиуретановых полов. Прочность при сжатии у обоих видов одинакова. Истираемость у также у самовыравнивающихся выше в 1,5р. Однако адгезионная прочность у обычных полиуретановых полов в 1,75 раза больше, чем у самовыравнивающихся полиуретановых полов. По классу пожароопасности оба вида полов идентичны.

Также нужно отметить, что у полиуретановых полов нет таких показателей как: прочность при растяжении и прочность при изгибе.

Самовыравнивающийся полиуретановый наливной пол обладает высокой эластичностью в сравнении с простым полиуретановым наливным полом.

Список источников

1. ТУ 22.23.19-001-40658904-20222012 Технологическая карта. Полиуретановое антистатическое наливное покрытие пола, https://politaks.ru/doc/techcard/POLITAKS_66PU_2T.pdf Дата обращения 06.04.2025г.

2. ТУ 5772-005-10861980-2001 Техническая информация. Полиуретановое антистатическое наливное покрытие пола(самовыравнивающегося), https://politaks.ru/doc/techcard/POLITAKS_66PU_2□V.pdf Дата обращения 06.04.2025г.

УДК 691.175.2

Богатырева С.А.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КВАРЦВИНИЛУ

Аннотация. *В статье рассмотрены основные требования к материалу для покрытия полов – кварцвинилу. Нормативный документ на кварцвинил принят впервые.*

Ключевые слова: *кварцвинил, плитка напольная, свойства кварцвинила.*

Цель работы – определение требований к кварцвинилу.

Кварцвиниловая плитка отличается многослойностью, функциональным назначением каждого слоя, высокими эксплуатационными характеристиками (износостойкость, светостойкость, долговечность, декоративность и др). Основные технические требования кварцвинила представлены ГОСТ Р 56207—2014 «Плиты и плитки из искусственного камня на основе природного кварца»; основные характеристики в ГОСТ Р 58899— 2020 «Покрытия напольные эластичные, текстильные и ламинированные»

Существуют три вида напольного покрытия – замковое, клеевое и свободнолежащее.

Замковая кварцвиниловая плитка представляет из себя панели с замками, которые не требуют дополнительных приспособлений для сборки. При необходимости, его можно разобрать и переместить в другое место. На качестве пола это никак не отразится. Толщина панелей в нашем ассортименте от 3 до 8,5 мм.

Клеевая кварцвиниловая плитка носит такое название, потому что материал монтируется на предварительно выровненный пол при помощи клея. Толщина кварцвиниловой плитки – от 2 до 4.5 мм.

Свободнолежащая - имеет толщину больше, чем у замковой плитки, от 5 мм и ровные кромки. Этот тип покрытия укладывают без клея и замковых элементов.

Кварцвинил обладает следующими свойствами:

- **Стойкость к истиранию**. За счёт плотного защитного слоя кварцвинил можно отнести к износостойким материалам;
- **Упругость**. В отличие от керамической плитки, кварцвинил гораздо мягче и эластичнее. Это свойство позволяет ему смягчать удары при падении;
- **Экологичность**. Кварцвиниловая плитка изготовлена из экологически чистых материалов и практически не вызывает аллергию;
- **Простой уход**. Кварцвиниловое покрытие не требует особого ухода. Для его мытья можно использовать практически любые средства, а грязь и пятна не проникают внутрь и не разрушают структуру покрытия.
- **Скольжение**. Эластичные напольные покрытия, такие как кварцвинил, как правило, обладают приемлемым сопротивлением скольжению, при условии, что они чистые, сухие и не загрязнены маслом, жиром и другими скользкими веществами, после укладки обработаны соответствующим образом и подлежат постоянному уходу при эксплуатации. Допускаемый коэффициент трения: - не менее 0,35 — по сухим покрытиям полов; - не менее 0,4 — по влажным покрытиям полов.
- **Электрическое сопротивление** для кварцвиниловых плиток измеряют в соответствии с ГОСТ 11529.

Показатели кварцвинила:

1. Плотность (объемная масса) 2200 — 2400 кг/м3
2. Водопоглощение ≤0,05%
3. Предел прочности при сжатии ≥36 МПа
4. Предел прочности при изгибе ≥50 МПа
5. Ударостойкость ≥50 см
6. Морозостойкость ≥150 циклов
7. Износостойкость ≤0,097 г/см2
8. Твердость лицевой поверхности по Моосу ≥6
9. Химическая стойкость, допустимые растворы № 1, 2, 3

10. Средний коэффициент линейного теплового расширения 10^{-5} C^{-1}

Вывод: в результате анализа требований к кварцвиниловому покрытию можно заключить, что кварцвиниловое покрытие является надежным и практичным решением для различных помещений при условии соблюдения всех технологических требований к монтажу и эксплуатации. Правильный выбор типа кварцвинила, качественная подготовка основания и соблюдение технологии укладки обеспечат длительный срок службы материала.

Список источников

1. ГОСТ Р 58899-2020 Покрытия напольные эластичные, текстильные и ламинированные. Основные характеристики
https://soyuzrp.ru/f/gost_r_58899-2020_pokrytiya_napolnye_elastichnye_tekstilnye_i_laminirovannye.pdf
2. ГОСТ Р 56207-2014 Плиты и плитки из искусственного камня на основе природного кварца. Технические условия
https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293768/4293768033.pdf?ysclid=m8u6pvtgte709127478

УДК 69.002.5

Бойченко В.Д.
Научный руководитель: Ворона-Сливинская Л.Г. профессор, д-р экон. наук
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: РЕАЛИИ СОВРЕМЕННОСТИ

Аннотация. *В данной статье рассматривается вопрос о применении BIM-технологий совместно с применением 3Д моделированием и анализ практической части исследования. Рассматриваются основные аспекты интеграции BIM-моделей и аддитивных технологий для оптимизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов. Особое внимание уделено потенциалу аддитивных технологий в повышении эффективности управления строительными проектами и снижении затрат на протяжении всего жизненного цикла здания.*

Ключевые слова: *аддитивные технологии, BIM-моделирование, 3д моделей, жизненный цикл здания.*

Основными вопросами каждой управляющей компании встает снижение стоимости и сроков строительства, повышение производительности и снижение трудозатрат на том или ином объекте. Поэтому с каждым годом меняется привычная всем нам тенденция строительства, внедряются новые стандарты, правила, технологии. Как раз о новых технологиях мы и поговорим, существуют множество программных обеспечений с применением, как искусственного интеллекта, так и 3Д визуализации, но на практике не достаточно часто практикуется.

В нашей статье мы поговорим о BIM-моделировании и взаимодействие с аддитивными технологиями, другими словами 3Д-принтерами.

BIM-моделирование – это процесс в результате которого формируется информационная модель здания или сооружения. Она выступает на каждом жизненном цикле здания и используется в следующих целях:

- техмерная визуализация объекта с четкой детализацией к каждому объекту;
- расчет и оценка стоимости строительства;
- обнаружение ошибок между строительными системами;
- планирование ремонта и обслуживания здания;
- отслеживание необходимых материалов;

В 2021 году был введен свод правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на разных стадиях жизненного цикла», в котором собраны базовые требования к формированию информационных моделей на разных этапах жизненного цикла. Выделяют четыре основных этапа жизненного цикла: проектирование, строительство, эксплуатация и снос. И для каждого этапа чтоб минимизировать затраты разрабатывают информационную модель [1,2].

На этапе проектирования основная задача BIM-моделирования является разработка проектной и рабочей документации с подтверждением у экспертного лица.

На этапе строительства данная модель необходима для контроля и наглядного представления к требованию заказчика.

На этапе эксплуатации BIM-модель нужна в качестве источника информации о здании. С каждым этапом информационная модель дополняется.

И на этапе сноса данная модель позволяет обеспечить безопасность ликвидации сооружения [3,4].

Поэтому мы считаем, что BIM-моделирования является перспективным направлением в области строительства, который позволит в дальнейшем улучшить и ускорить строительное производство, а если применить данное направление с аддитивными технологиями [5,6].

Как нам известно, аддитивные технологии напрямую связаны с созданием объемных конструкций с помощью 3D-печати. Существует три способа ее создания:

- метод послойного экструдирования вязкой рабочей смеси;
- метод спекания;
- метод напыления;

Но самый распространенный метод послойного распределения. Так, Московская компания специализирующаяся на строительстве с помощью 3D-печати, на своем своём сайте показывает ход строительства и дает некоторые комментарии по данной технологии. На готовый фундамент выкладывается блоками монолитный каркас, который состоит из: 30 колон, 8 армопоясов, Бетона Б25 (М350), внутри стены заполняется 30 см теплым энергоэффективным полистеролбетоном Марки Д400, данная технология простая и для изготовления такого дома требуется два месяца.

Основные достоинства 3D-технологий заключается в том, что они дают творческую свободу к проектированию, позволяют создать уникальные и неповторимые здания, строительные фирмы могут применять готовые алгоритмы для улучшения строительных проектов, данная технология требует минимум количества рабочей силы и материалов, ускорить процесс строительства совместно с BIM-моделей.

Список источников

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее. Вестник Волгоградского государственного архитектурно строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 131-136.

2. Зотов С.П., Мензулов Л.А., Вартанов О.С Технология 3D печати зданий и отдельных архитектурных форм. Москва, 2015

3. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №1 (52). С. 27-46.

4. Савченко Д.В. Перспективы 3D-аддитивных технологий в строительстве малоэтажных зданий / Д.В. Савченко, В.А. Комаров, Д.М. Сопин // Наукоемкие технологии и инновации (XXV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 23 ноября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 179-182.

5. Аддитивные технологии и современные технологии строительства / Н.Ю. Гуторов, А.С. Чепенко, Н.А. Науменко, О.А. Павленко // Молодежь и научно-технический прогресс : сборник докладов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 т., Губкин, 20 апреля 2017 года. Том 3. – Губкин: ООО "Ассистент плюс", 2017. – С. 85-87.

6. Электронный источник URL: https://3dconstruction.ru/ (Дата обращения: 02.04.2025).

УДК 691.328

Ведерников Д.Д.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСКОРЕНИЕ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ МЕТОДАМИ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Аннотация. *В данной статье рассмотрены методы ускорения твердения бетона в зимнее время с использованием теплового воздействия. Исследование включает анализ эффективности различных способов подогрева бетонной смеси, таких как электропрогрев, паропрогрев и использование тепловых пушек. На основе полученных данных предложены рекомендации по выбору оптимального метода для конкретных условий строительства.*

Ключевые слова: *бетон, твердение, зимнее строительство, электропрогрев, паропрогрев, тепловое воздействие.*

Введение. Бетон является одним из основных строительных материалов, широко применяемых в современном строительстве. Однако его использование в зимнее время сопряжено с рядом сложностей, связанных с низкими температурами. При температуре ниже +5 °□ процессы гидратации цемента замедляются, что приводит к снижению прочности

бетона и увеличению времени его твердения. Для обеспечения нормального течения процессов гидратации применяются различные методы теплового воздействия, которые позволяют ускорить твердение бетона и повысить его качество.

Исследование методов теплового воздействия на бетонную смесь позволяет определить наиболее эффективные способы поддержания необходимой температуры в зимний период и минимизировать затраты на их реализацию.

Цель работы состоит в исследовании методов теплового воздействия для ускорения твердения бетона в зимнее время.

Задача исследования заключалась в анализе эффективности различных способов подогрева бетонной смеси, таких как электропрогрев, паропрогрев и использование тепловых пушек, а также в определении оптимального метода для конкретных условий строительства.

Теоретическое исследование. Для проведения анализа были рассмотрены три основных метода теплового воздействия:

1. Электропрогрев – метод, при котором через бетонную смесь пропускается электрический ток, что вызывает выделение тепла за счет электрического сопротивления материала.

2. Паропрогрев – метод, при котором бетонная смесь подвергается воздействию горячего пара, что обеспечивает равномерный прогрев всей конструкции.

3. Использование тепловых пушек – метод, при котором нагретый воздух направляется на поверхность бетона для поддержания необходимой температуры. [2].

Для оценки эффективности каждого метода были проведены лабораторные испытания. В качестве образцов использовались бетонные кубы размером 10×10×10 см, изготовленные из бетона марки М300. Образцы подвергались воздействию различных методов подогрева при температуре окружающей среды -10 °□.

Измерения проводились с использованием термометров, тензометров и приборов для определения прочности бетона. Также фиксировались энергозатраты для каждого метода. [1,3].

Результаты исследований. Основные результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Метод	Температура бетона через 24 часа, °□	Прочность бетона через 7 дней, МПа	Энергозатраты, кВт·ч/м³
Электропрогрев	+20	25	120
Паропрогрев	+22	28	150
Тепловые пушки	+18	22	100

1. Электропрогрев показал высокую эффективность, обеспечивая равномерный прогрев бетона и достижение проектной прочности за 7 дней. Однако энергозатраты данного метода оказались значительными.

2. Паропрогрев продемонстрировал наилучшие результаты по прочности бетона, но требует наличия специального оборудования и больших энергетических затрат.

3. Использование тепловых пушек оказалось наиболее экономичным методом, однако прогрев бетона был менее равномерным, что повлияло на конечную прочность материала. [4].

Выводы.

1. Все три метода теплового воздействия обеспечивают ускорение твердения бетона в зимнее время, однако их эффективность зависит от конкретных условий строительства.

2. Для крупных объектов рекомендуется использовать паропрогрев, так как он обеспечивает наилучшее качество бетона.

3. Электропрогрев является универсальным методом, подходящим для большинства случаев, несмотря на высокие энергозатраты.

4. Тепловые пушки целесообразно применять при ограниченном бюджете и небольших объемах работ.

Список источников

1. Александров С.Е. Технология бетона в зимних условиях / С.Е. Александров, П.В. Кузнецов // Строительные материалы. – 2018. – № 4. – С. 45-52.

2. ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.

3. Иванов С.П. Современные методы зимнего бетонирования / С.П. Иванов, А.А. Петров // Инновационные технологии в строительстве. – 2020. – № 2. – С. 12-18.

4. Петров А.Н. Эффективные способы подогрева бетона в зимнее время / А.Н. Петров // Строительная индустрия. – 2019. – № 6. – С. 30-35.

УДК 625.122

Вилявин С.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОВЫЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Аннотация. *В работе рассматриваются современные методики контроля качества возведения земляного полотна, акцентируя внимание на инновационных технологиях, позволяющих повысить точность, оперативность и эффективность контроля.*

Ключевые слова: *земляное полотно, контроль качества, автомобильные дороги.*

Введение. Возведение земляного полотна – это сложный и многоэтапный процесс, требующий точного контроля на всех его стадиях. Контроль качества земляного полотна играет ключевую роль в обеспечении долговечности и безопасности транспортных путей. В свете технического прогресса и увеличения требований к качеству работ существует необходимость в новых методах контроля, которые удовлетворяли бы актуальным потребностям строительной отрасли [1].

Современные методики контроля земляного полотна включают в себя применение геодезических методов, которые позволяют вести точные измерения высот и горизонтальных проверок на всем протяжении строительства. Использование спутниковых технологий и систем глобального позиционирования (GPS) значительно увеличивает точность и упрощает процесс измерений.

К преимуществам применения геоинформационных систем (ГИС) следует отнести возможность ежеминутного мониторинга состояния земляного полотна. ГИС позволяют интегрировать данные с различных источников, что повышает оперативность решения возникающих проблем [2].

Автоматизированные системы контроля, такие как системы дистанционного зондирования, предоставляют возможность получения данных о состоянии земляного полотна без необходимости непосредственного вмешательства. Это особенно актуально для участков с ограниченным доступом или в условиях неблагоприятной погоды.

Комбинация традиционных методов и новых технологий позволяет добиться более полного контроля над процессом возведения земляного полотна. Например, данные, полученные с помощью беспилотных летательных аппаратов (дронов) в сочетании с результатами геодезических измерений, могут быть обработаны с использованием программного обеспечения для создания трехмерных моделей местности. Эти модели позволяют видеть, как земляное полотно взаимодействует с существующими географическими и инженерными параметрами, и выявлять потенциальные проблемы, такие как осадки, сдвиги или недостатки в конструкции.

Применение машинного обучения и искусственного интеллекта также меняет подход к анализу данных, полученных в процессе строительства. Алгоритмы могут обрабатывать большие объемы информации и выявлять аномалии, которые могут указывать на возможные ошибки или просчеты в проектировании и строительстве. Это позволяет не только повысить качество контроля, но и ускорить процессы принятия решений.

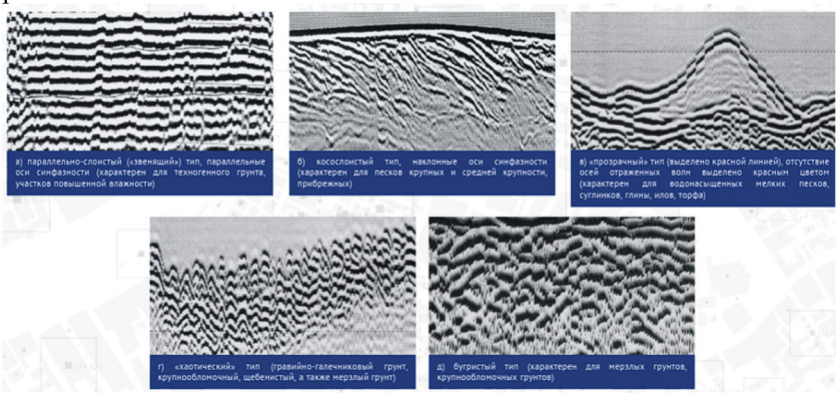


Рис. 1. Методика георадиолокационного обследования

Кроме технического контроля, необходимо учитывать также аспекты безопасности и экологии. Строительство земляного полотна может оказывать значительное влияние на окружающую среду. Важно проводить мониторы за изменениями в экосистемах, которые могут возникнуть в результате земляных работ. Использование экологически чистых технологий, например, при выборе материалов и методов укладки, способствует снижению негативного воздействия на природу.

Для повышения надежности конструкций важно учитывать не только настоящие требования, но и прогнозируемые изменения: климатиче-

ские факторы, изменения в структуре почвы и даже проектирование с учетом будущих нагрузок и изменений в эксплуатации. Это требует от специалистов не только технической грамотности, но и способности анализировать и адаптироваться к изменениям в проектной ситуации.

Заключение. Контроль качества земляного полотна – это комплексный процесс, который требует многоступенчатого подхода. Использование современных технологий, таких как геодезические измерения, ГИС и системы автоматизированного контроля, значительно увеличивает эффективность и надежность контроля. Одновременно важно учитывать экологические и безопасностные аспекты, что поспособствует созданию устойчивых и долговечных объектов инфраструктуры. Как следствие, интеграция традиционных методов с новыми технологиями представляет собой необходимое условие для успешного выполнения современных строительных проектов и создания безопасной транспортной среды для всех участников.

Список источников

1. Лычковский А.А.Модернизация комплексной технологии возведения земляного полотна // ИТСТ. 2021. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-kompleksnoy-tehnologii-vozvedeniya-zemlyanogo-polotna (дата обращения: 06.04.2025).

2. Баранник С.В., Кузовлев Е.Г. ГИС в жизненном цикле автомобильных дорог на этапе их эксплуатации // ООО «ИндорСофт». 2017. №2 (9). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gis-v-zhiznennom-tsikle-avtomobilnyh-dorog-na-etape-ih-ekspluatatsii (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 691.32

Винокуров Д.А.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

КОРРОЗИЯ БЕТОНА: МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Аннотация. *Изучен и проанализирован ГОСТ, сделаны выводы.*

Ключевые слова: *бетон, коррозия, защитное покрытие.*

Цель – провести анализ методов защиты бетона о коррозии.

Бетон — искусственный каменный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной, тщательно перемешанной и уплотнённой смеси из минерального или органического вяжущего вещества, крупного или мелкого заполнителей, воды. В ряде случаев может иметь в составе специальные добавки, а также не содержать воды. Они применяются во многих видах работ, поэтому их видов существует множество.

Бетоны приготавливают в соответствии с требованиями государственных стандартов, по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

Коррозия бетона – процесс разрушения бетона под действием внешних факторов, в том числе воды, газов и т.д. Есть несколько способов защиты бетона и бетонных конструкций: конструктивный, организованный водосток, нанесение защитных покрытий и корректировка состава бетона.

Рассмотрим подробнее защитные покрытия для бетона и бетонных конструкций. Нормативные требования к свойствам защитных покрытий опубликованы в ГОСТ 31384 —2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования.

Существует несколько типов покрытий, используемых для защиты бетона и железобетона от коррозии. Торкрет-штукатурка на цементе рекомендуется в условиях напора до и более 10м, при работе на отрыв, в углекислотной среде, является механически прочным, применяется при отсутствии трещин, в надземной и подземной зоне. Торкрет-штукатурка с полимерными добавками имеет безусловное преимущество в условиях напора более 10м, при работе на отрыв, а также рекомендуется в условиях напора до 10м, в выщелачивающей, углекислотной, магнезиальной, сульфатной, нефтехимической среде, является механически проч-

ным, применяется при отсутствии трещин, в надземной и подземной зоне.

Битумное окрасочное покрытие имеет безусловное преимущество при капиллярном всасывании, рекомендуется при напоре до 3м, в выщелачивающей, общекислотной, углекислотной, магнезиальной, сульфатной среде, является механически прочным, применяется при отсутствии трещин и в подземной зоне. Битумное пропиточное покрытие рекомендуется при напоре до и более 10м, при работе на отрыв, в зимних условиях, в выщелачивающей, общекислотной, углекислотной, магнезиальной, сульфатной, электрохимической среде, механически прочное, применяется при отсутствии трещин, в надземной и подземной зоне. Битумное оклеенное покрытие рекомендуется при напоре до и более 10м, в выщелачивающей, общекислотной, углекислотной, магнезиальной, сульфатной, электрохимической среде, механически прочное, применяется при трещинах до 0,3мм, в подземной зоне.

Битумно-полимерное окрасочное покрытие имеет безусловное преимущество в условиях капиллярного всасывания. Оно рекомендуется в условиях, аналогичных битумному окрасочному покрытию, а также напор до 10м, в электрохимической среде. Битумно-полимерное пропиточное покрытие рекомендуется в условиях, аналогичных битумному пропиточному за исключением зимних условий. Битумно-полимерное оклеенное покрытие имеет безусловное преимущество при наличии трещин до 0,3мм. Также оно рекомендуется в условиях, аналогичных битумному пропиточному, в надземной зоне.

Асфальтовое холодное покрытие имеет безусловное преимущество при работе на отрыв, применяется при отсутствии трещин, в подземной зоне, обладает отличной механической прочностью. Оно рекомендуется в условиях напора до и более 10м, в условиях капиллярного всасывания, в выщелачивающей, электрохимической среде, при наличии трещин до 0,3мм, в надземной зоне. Асфальтовое горячее покрытие имеет безусловное преимущество в общекислотной среде в случае специального подбора состава, при отсутствии трещин, обладает отличной механической прочностью. Также оно рекомендуется в условиях, аналогичных битумному оклеечному. Асфальтовое горячее литое покрытие имеет безусловное преимущество в зимних условиях, в общекислотной среде. Оно рекомендуется в условиях напора более 10м, в углекислотной, магнезиальной, сульфатной, электрохимической среде, в подземной зоне.

Полимерное окрасочное покрытие имеет безусловное преимущество при работе на отрыв, в общекислотной и нефтехимической среде, также рекомендуется в условиях напора до 5 и более 10м, в углекислотной,

магнезиальной, сульфатной, электрохимической среде, является механически прочным, применяется при отсутствии трещин, в подземной зоне. Полимерное оклеенное покрытие, в свою очередь, имеет безусловное преимущество при работе на отрыв, в общекислотной и нефтехимической среде, также рекомендуется в условиях напора более 10м, в углекислотной, магнезиальной, сульфатной, электрохимической среде, в надземной и подземной зоне.

Кроме того, существуют различные лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии. Они делятся на лакокрасочные тонкослойные, толстослойные, комбинированные, пропиточно-кольматирующие систем защиты.

Наиболее универсальными лакокрасочными тонкослойными покрытиями являются каучуковые, полиуретановые, хлорсульфированные, полиэтиленовые.

Лакокрасочные толстослойные и комбинированные системы покрытий наносятся на поверхность бетона. Предотвращают попадание влаги в бетон, защищают поверхность от воздействия некоторых жидких агрессивных сред, карбонизации, воздействия солей, в т. ч. хлоридов. Повышают сохранность арматуры, стойкость к морозным воздействиям. Покрытия трещиностойкие, допускается раскрытие трещин.

Полимерцементные системы покрытий наносятся на поверхность бетона. Обладают свойствами, описанными выше.

Материалы пропиточно-кольматирующие проникающего действия аналогично, но не трещиностойкие. Материалы пропиточно-кольматирующие проникающего действия на цементно-полимерной основе наносятся на поверхность бетона независимо от направления давления воды (прямое или обратное) по отношению к поверхности нанесения. Аналогично, но обладают эффектом залечивания трещин в бетоне с шириной раскрытия не более 0,4 мм.

Гидропломбы наносятся на поверхность бетона и дефектные места. Быстрое устранение напорных течей.

Для защиты бетонных и железобетонных конструкций от коррозии используются различные покрытия. Для каждого типа покрытия существуют свои области применения. При выборе защитного покрытия нужно учитывать свойства, прописанные в ГОСТ.

Список источников

1. ГОСТ 31384-2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. Введ. в действие 01.03.2018г. https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293742/4293742308.pdf?ysclid=m8u6e32lxz717095912

УДК 691.328

Войкина Е.В.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА В СИП ПАНЕЛЯХ

Аннотация. *Исследованы основные недостатки пенополистиролбетона, использованного в строительстве СИП-панелей. Анализируются проблемы, связанные с его применением.*

Ключевые слова: *Ключевые слова статьи: пенополистиролбетон, СИП-панели, паропроницаемость, механическая уязвимость, долговечность.*

Введение. Современные методы строительства предлагают разнообразные материалы и технологии, направленные на оптимизацию процесса возведения зданий и улучшение их эксплуатационных качеств. Среди них особую популярность приобрели структурно-изолированные панели (СИП), которые представляют собой многослойные конструкции, включающие два листа ориентированно-стружечных плит (ОСП) и слой утеплителя между ними. Чаще всего в роли утеплителя используется пенополистирол, обладающий отличными теплоизолирующими свойствами. Несмотря на очевидные плюсы, применение пенополистиролбетона связано с рядом существенных минусов, которые следует учесть перед выбором данного материала.

Цель - исследование недостатков применения полистиролбетоина в СИП-панелях.

Задачи.

Провести анализ и освятить ключевые недостатки пенополистиролбетона, используемого в СИП-панелях. Статья направлена на выявление проблем, связанных с использованием этого материала, включая его влияние на долговечность, безопасность, экологию и комфорт в жилых помещениях

Ключевые недостатки пенополистиролбетона в СИП-панелях

1. Низкая паропроницаемость.

Одним из основных недостатков пенополистирола является его слабая способность пропускать водяной пар. Эта особенность приобретает особое значение в регионах с повышенной влажностью, где высокая влажность сохраняется круглогодично. Стены, возведённые из СИП-панелей с исполь-

зованием пенополистирольного утеплителя, склонны к накоплению влаги, что ведёт к следующим негативным последствиям:

- Конденсация влаги: Проникая внутрь стены, вода может скапливаться на стыке слоёв, что приводит к постепенному разрушению структуры материала и ухудшению его теплозащитных свойств.

- Появление плесени и грибка: Высокая влажность создаёт благоприятные условия для развития микроорганизмов, что отрицательно влияет на здоровье проживающих и долговечность строения.

Чтобы решить эту проблему, нередко применяют специализированные мембраны и системы вентиляции, однако это усложняет процесс строительства и увеличивает его стоимость.

2. Пожароопасность.

Пенополистирол относится к категории легковоспламеняемых материалов, что значительно повышает риск возникновения пожара. Даже после добавления антипиренов, уменьшающих вероятность возгорания, данный материал остаётся потенциально опасным. В случае пожара он выделяет токсичные газы, такие как стирол и углекислый газ, что представляет серьёзную угрозу здоровью людей.

Кроме того, при воздействии высоких температур пенополистирол утрачивает свою форму и прочность, что может спровоцировать обрушение конструкций. Особенно опасно это в высотных зданиях, где каждая панель несёт существенную нагрузку.

3. Негативное экологическое воздействие.

Процесс производства и утилизации пенополистирола оказывает заметное влияние на состояние окружающей среды. Данный материал производится из нефти, что делает его зависимым от ограниченных природных ресурсов. К тому же, пенополистирол практически не разлагается естественным путём, что затрудняет его переработку.

В процессе распада пенополистирола высвобождаются опасные соединения, такие как бензол и толуол, способные загрязнять почву и водоёмы. Помимо этого, производство сопровождается образованием побочных продуктов, требующих специального обращения.

4. Ограниченный срок эксплуатации.

Несмотря на заявления производителей о длительном сроке службы пенополистирола, на практике этот материал подвержен износу и деградации под влиянием различных внешних факторов:

- Воздействие ультрафиолетового излучения: Солнечные лучи способствуют медленному разрушению пенополистирола, приводящему к утрате его изначальных характеристик.

- Механическая уязвимость: Пенополистирол довольно хрупок и скло-

нен к повреждениям при ударах и нагрузках. Это может приводить к трещинам и снижению теплоизоляционных показателей.

- Химическое воздействие: Определённые химикаты, такие как растворители и кислоты, способны нанести ущерб пенополистиролу, сокращая его срок службы.

Выводы.

1. Использование пенополистиролбетона в СИП-панелях связано с рядом значительных недостатков, которые могут отрицательно сказаться на долговечности, безопасности и функционировании зданий.

2. Перечисленные факторы свидетельствуют о необходимости более тщательной проработки проектных решений и выбора альтернативных материалов, учитывающих как эксплуатационные характеристики, так и экологические требования.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Кинетика набора прочности цементного камня с модифицирующими добавками Биотех-НМ и Glenium 51 / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Цемент и его применение. – 2011. – № 4. – С. 104-107.

2. Анисимов С.Н. Модифицированные цементные композиции с кварцевым наполнителем [Электронный ресурс] / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7929.

3. Анисимов С.Н. Прочность и долговечность бетонов в зависимости от дисперсности цемента и наполнителей / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова //Бетон и железобетон – взгляд в будущее: Материалы III Всеросс. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). – М.: МГСУ, 2014. – С. 279-290.

УДК 69.057

Войкина Е.В.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ ИЗ СИП-ПАНЕЛЕЙ И БЛОКОВ-МОДУЛЕЙ

Аннотация. *Современное жилищное строительство нуждается в инновационных решениях, способных удовлетворить растущие требования к энергоэффективности, срокам возведения и стоимости жилья. В данной статье представлен сравнительный анализ технологий возведения индивидуальных жилых домов с использованием структурно-изолирующих панелей (СИП) и блоков-модулей. Рассматриваются преимущества и недостатки каждой технологии с точки зрения энергосбережения, экологичности, стоимости, скорости строительства и долговечности. Обоснованы рекомендации по выбору наиболее подходящей технологии для различных условий и потребностей.*

Ключевые слова: *многоквартирные дома, панельно-каркасное домостроение, SIP-технология.*

Введение. Строительная индустрия постоянно эволюционирует, и выбор материалов становится критически важным для достижения оптимального результата. На сегодняшний день два популярных метода возведения индивидуальных жилых домов – использование СИП-панелей и блоков-модулей. Оба метода имеют свои уникальные характеристики, которые определяют их применение в зависимости от конкретных проектных требований, бюджета и предпочтений заказчика [1].

Технология СИП, представляющая собой сэндвич-панели, состоящие из двух внешних слоев OSB и внутреннего слоя утеплителя, обеспечивает высокую теплоизоляцию и низкие теплопотери. Это позволяет строить дома с малой потребностью в отоплении, что в условиях современных энергостандартов является значительным преимуществом. С точки зрения экологичности, СИП-панели часто производятся с использованием переработанных материалов, что снижает углеродный след постройки.

Рис. 1. Конструкция и узел СИП панелей

С другой стороны, блоки-модули, представляющие собой предварительно обработанные железобетонные или бетонные конструкции, отличаются высокой прочностью и устойчивостью к внешним воздействиям. Они обеспечивают возможность быстрого строительства благодаря заводскому производству и минимальному количеству работ на строительной площадке. Однако такие дома зачастую менее эффективны в плане теплоизоляции, что может привести к увеличению эксплуатационных расходов на отопление.

Основным преимуществом технологии блоков-модулей является скорость возведения [2]: дома могут быть построены всего за несколько недель. Этапы, такие как заливка фундамента, монтаж блоков и крыши, выполняются в сжатые сроки. В то время как для технологий СИП время возведения тоже значительно сокращается, процесс может потребовать больше времени на подготовительные работы, такие как установка теплоизоляции и финишная отделка.

СИП-панели, как правило, более доступны на этапе закупки, в то время как блоки-модули могут иметь более высокую первоначальную цену из-за стоимости материалов и заводского производства. Однако следует учитывать затраты на эксплуатацию и долговечность, где более прочные блоки могут оказаться более выгодными в долгосрочной перспективе.

Заключение. Выбор технологии возведения индивидуальных жилых домов из СИП-панелей или блоков-модулей зависит от множества факторов, включая бюджет, климатические условия и индивидуальные предпочтения застройщика. СИП-панели предлагают преимущества в энергоэффективности и стоимости, в то время как блоки-модули обеспечивают высокую прочность и скорость строительства. Данный сравнительный анализ подчеркивает важность тщательной оценки всех аспектов перед принятием решения, что позволяет достичь оптимального

результата при строительстве жилых объектов. Важно, чтобы будущие исследования также рассматривали новые технологии и инновации, которые могут дополнить существующие методы и материалы в жилищном строительстве.

Список источников

1. Чотулов В.Ю. Анализ и совершенствование технологии монтажа домокомплектов из SIP в России // Символ науки. 2017. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-sovershenstvovanie-tehnologii-montazha-domokomplektov-iz-sip-v-rossii (дата обращения: 06.04.2025).

2. Сундетова А.Ж. Блочно-модульное строительство как альтернатива капитальному строительству. Конструктивные решения блочно-модульного строительства // E-Scio. 2022. №11 (74). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/blochno-modulnoe-stroitelstvo-kak-alternativa-kapitalnomu-stroitelstvu-konstruktivnye-resheniya-blochno-modulnogo-stroitelstva (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 330.322:69

Волжанина М.В.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМ ПРОЕКТОМ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация. *В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты управления инвестиционным проектом строительства многоквартирного жилого дома. Анализируются ключевые этапы управления проектом, факторы риска и методы их минимизации. Особое внимание уделяется финансовому планированию, контролю сроков и затрат, а также оптимизации процессов реализации проекта. В статье приводится пример оценки эффективности инвестиционного проекта с использованием метода чистой приведенной стоимости (NPV).*

Ключевые слова: *инвестиционный проект, управление строительством, многоквартирный жилой дом, NPV, IRR, финансовое планирование, риски.*

Инвестиционный проект строительства – это комплекс мероприятий, направленных на создание или модернизацию объекта.

Ключевые характеристики инвестиционного проекта:

- Длительный период реализации
- Высокий уровень капитальных затрат
- Многосоставная структура финансирования
- Высокая степень риска

Основные этапы управления инвестиционным проектом

1. Прединвестиционная стадия
   - Анализ рынка недвижимости
   - Оценка спроса и конкуренции
   - Разработка концепции проекта
   - Финансово-экономическое обоснование (FEO)
2. Инвестиционная стадия
   - Привлечение финансирования
   - Заключение договоров с подрядчиками
   - Контроль за строительными работами
   - Управление бюджетом и сроками
3. Эксплуатационная стадия
   - Ввод объекта в эксплуатацию
   - Продажа или сдача в аренду жилых помещений
   - Возврат инвестиций и оценка экономической эффективности

Источники финансирования

Финансирование строительства многоквартирного жилого дома может осуществляться за счет:

- Собственных средств инвестора
- Кредитных ресурсов (банковские кредиты, облигационные займы)
- Государственной поддержки (льготные кредиты, субсидии, налоговые льготы)
- Средств дольщиков (долевое строительство)

Методы оценки эффективности проекта

Основные методы оценки инвестиционной привлекательности проекта:

1. Чистая приведенная стоимость (NPV)

NPV = sumfrac{□F_t}{(1+r)^t} - I□

где □F_t – денежные потоки в период t, r – ставка дисконтирования, I□ – первоначальные инвестиции.

2. Внутренняя норма доходности (IRR)

sumfrac{□F_t}{(1+IRR)^t} = I□

IRR – это ставка, при которой NPV становится равным нулю.

3. Срок окупаемости (PP)

PP = frac{I□}{□F_{\text{среднегодовой}}}

где □F_среднегодовой – среднегодовой денежный поток.

Основные риски и их влияние на проект

При реализации строительного проекта можно выделить несколько ключевых рисков:

- Финансовые риски (инфляция, рост стоимости материалов, изменение процентных ставок по кредитам)
- Операционные риски (задержки в строительстве, нехватка рабочих кадров)
- Юридические риски (изменение законодательства, проблемы с разрешительной документацией)
- Маркетинговые риски (изменение спроса на жилье, конкуренция)

Методы минимизации рисков

- Разработка детального бизнес-плана
- Диверсификация источников финансирования
- Применение страхования строительных рисков
- Использование технологий BIM (BuildingInformationModeling) для управления проектом

Рассмотрим гипотетический проект строительства жилого комплекса площадью 10 000 м².

Исходные данные:

- Общая стоимость проекта – 800 млн руб.
- Прогнозируемая выручка от продаж– 1,2 млрд руб.
- Среднегодовой денежный поток – 250 млн руб.
- Ставка дисконтирования – 12%
- Горизонт расчета – 5 лет

Расчет NPV:

NPV = sumfrac{250}{(1+0.12)^t} - 800

NPV = 223 + 199 + 178 + 159 + 142 - 800 = 101 млн руб.

Поскольку NPV > 0, проект является экономически целесообразным.

Расчет IRR:

Рассчитав IRR методом итераций, получаем IRR ≈ 16%, что выше ставки дисконтирования (12%), что подтверждает инвестиционную привлекательность проекта.

Расчет срока окупаемости (PP):

PP = frac{800}{250} = 3,2 text{ года}

Проект окупится через 3,2 года.

Управление инвестиционным проектом строительства многоквартирного жилого дома требует комплексного подхода, включающего

детальное финансовое планирование, эффективное управление сроками и ресурсами, а также минимизацию рисков.

Анализ показал, что оценка экономической эффективности с применением методов NPV, IRR и PP позволяет принимать обоснованные решения о целесообразности реализации проекта. Применение современных технологий управления, таких как BIM, а также эффективное управление финансированием и рисками, способствует успешной реализации строительных проектов и увеличению их инвестиционной привлекательности.

Список источников

1. Бирман Г. Экономика инвестиций. – М.: Дело, 2020.
2. Гаврилова Т. В. Управление инвестиционными проектами. – СПб.: Питер, 2021.
3. ГОСТ Р 54869-2011 «Управление проектами. Требования».

УДК 625.731

Гайнутдинов И.Ф.
Научный руководитель: Мирошина Т.П., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. *Статья посвящена исследованию модифицированных материалов, используемых для укрепления оснований автомобильных дорог. С увеличением транспортных нагрузок и экологических требований к дорожным покрытиям возрастает необходимость в разработке эффективных и устойчивых материалов, способных улучшить характеристики дорожных оснований. В работе рассматриваются различные подходы к модификации традиционных строительных материалов, таких как щебень, песок и битум, а также внедрение новых синтетических и композитных материалов, включая геосетки, полимеры и отходы промышленности. Анализируется влияние модифицированных материалов на физико-механические свойства дорожных оснований, их устойчивость к деформациям, а также долговечность в условиях эксплуатации. Результаты исследования демонстрируют значительное улучшение характеристик прочности и устойчивости модифицированных оснований, что открывает новые перспективы для повышения качества и безопасности автомобильных дорог.*

Ключевые слова: *дорожное основание, строительство земляного полотна, модификация материалов, строительные материалы.*

Введение. Повышенные требования к качеству дорожной инфраструктуры в условиях современного общества требуют использования инновационных решений в области материаловедения. Традиционные материалы, такие как песок и щебень, часто не способны обеспечить необходимую прочность и долговечность оснований автомобильных дорог в условиях значительных транспортных нагрузок и агрессивной среды. В связи с этим, актуальной задачей является изучение модификации этих материалов для создания более эффективных и устойчивых к различным воздействиям конструкций.

Модификация традиционных строительных материалов может осуществляться различными методами, такими как добавление специальных добавок, использование полимеров и композитов, а также внедрение отходов различных производств. Полимеры, как правило, улучшают сцепление и устойчивость к воздействию влаги, что критически важно для долговечности дорожных оснований. Геосетки, используемые в сочетании с традиционными материалами, позволяют распределить нагрузки и снизить риск деформации.

Кроме того, промышленные отходы, такие как шлаки от доменных печей и резанные отходы дерева, могут быть использованы в качестве добавок для повышения прочности и устойчивости. Эти материалы не только уменьшают количество отходов, но и значительно снижают стоимость строительства.

В рамках данного исследования проводились лабораторные испытания модифицированных образцов на основе разных комбинаций материалов. Испытания включали проверку прочности на сжатие, устойчивости к сдвигу и влагостойкости. Также были выполнены полевые испытания, чтобы оценить поведение модифицированных дорожных оснований в реальных условиях.

Результаты испытаний показали, что модифицированные материалы значительно улучшают характеристики дорожных оснований. Например, добавление полимеров в традиционные смеси увеличивало прочность на сжатие на 20-30% по сравнению с контрольными образцами. Также наблюдалась заметная устойчивость к деформациям в условиях циклической нагрузки.

Долговечность модифицированных оснований показала высокие результаты, особенно при использовании отходов, что свидетельствует о полезности интеграции экологически чистых решений в дорожное строительство. Эти материалы не только обеспечивают устойчивость к

нагрузкам, но и помогают сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Заключение. Изучение и внедрение модифицированных материалов для укрепления оснований автомобильных дорог представляет собой важное направление в дорожном строительстве. Результаты проведенного исследования подтвердили, что данные подходы способны значительно повысить долговечность и надежность дорожных покрытий, что важно для обеспечения безопасности и комфорта при эксплуатации автомобильных дорог. Будущие исследования должны быть направлены на оптимизацию технологий производства модифицированных материалов и дальнейшее изучение их долгосрочной эффективности в условиях эксплуатации.

Список источников

1. Косухин А.М., Бабин А.А., Косухин М.М., Шаповалов Н.А. Модифицированные минеральные композиции для укрепления оснований автомобильных дорог // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2009. №4.

УДК 691.55

Галлямова А.А., Плюхина А.А.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ДЕКОРАТИВНЫЕ ШТУКАТУРКИ

Аннотация. *Статья представляет общие ознакомительные сведения о декоративных штукатурках.*

Ключевые слова: *декоративная штукатурка, интерьер, виды штукатурки, достоинства декоративной штукатурки.*

На данный момент, довольно популярным решением для современного интерьера является декоративная штукатурка. Это финишный отделочный материал на основе синтетического или минерального связующего с добавлением различных наполнителей и добавок.

В продаже существуют в виде сухих и готовых смесей. Сухие представляют собой смесь вяжущего, заполнителя и добавок, дозированных и перемешанных на заводе, которые необходимо затворить водой перед употреблением. Готовые — продаются уже смешанные в однородную массу с водой.

Декоративная штукатурка применяется для создания уникальных покрытий, самых различных цветов и фактур.

Классифицируется в зависимости от вида связующего в составе. Существуют штукатурки на *минеральной, полимерной основе* и *смешанные.*

К ***минеральным*** относятся цементные, известковые, гипсовые, на основе жидкого стекла и смешанные.

Данные типы штукатурок могут применяться как внутри, так и снаружи помещения. Продаются как в сухом виде — штукатурки на основе цемента, извести и гипса, так и в готовом — силикатные.

В зависимости от вяжущего в составе штукатурки имеют разные свойства. Однако среди общих свойств можно выделить хорошую паропроницаемость и антисептические свойства за счет известковых добавок либо воздухопроницаемости как в случае силикатной штукатурки. Некоторые виды имеют большой срок службы, например, цементная штукатурка, которая может эксплуатироваться до 50 лет.

В группу ***полимерных*** штукатурок входят акриловые и силиконовые.

В состав *акриловых* штукатурок входит акриловая смола, что придает ей высокую эластичность. Штукатурку можно окрасить в любой цвет с помощью пигментной пасты. Продукция продается в готовом состоянии.

Преимущества материала в доступной стоимости, водостойкости, широкой вариативности цветов, простоте ухода и высокой эластичности смеси, что позволяет ей ложиться на любые строительные материалы.

Однако материал горючий и обладает низкими показателями паропроницаемости, может растрескаться под влиянием ультрафиолета.

Силиконовые штукатурки изготавливаются на основе смол. Продаются в готовом виде.

Материал обладает хорошей износостойкостью, не пропускает воду, обладает теплоизолирующими свойствами, имеет среднюю паропроницаемость, эластичный, устойчивый к трещинообразованию.

Единственный недостаток — высокая стоимость. Также этот отделочный материал требует предварительной обработки стены грунтовкой того же производителя, что повышает стоимость работ.

По внешнему виду штукатурку можно разделить на: *фактурную, структурную* и *гладкую.*

Фактурная штукатурка отличается интересными рельефами, которые получают с помощью специальных валиков, губок, шпателей, и других инструментов. В зависимости от плотности смеси можно создавать имитации на различные материалы, например, кирпич, каменную кладку, дерево. Примеры фактурной штукатурки:

– «Карта мира» наносится в несколько слоев и очертаниями напоминает границы материков.

– «Волна» имитирует водную рябь. Создается с помощью кельм, шпателей или кистей.

– «Барельеф» — штукатурка, содержащая объемные элементы декора, например, изображения цветов, узоров. Создается с помощью мастихина и других инструментов.

Структурная штукатурка имеет шероховатую текстуру засчет своей неоднородной массы с зернистым составом. Добавками могут быть мелкие камни, мраморная или гранитная крошка, целлюлоза и т.д. В зависимости от размера зерен, структурная штукатурка может быть мелкозернистой и крупнозернистой. Примеры структурной штукатурки:

– «Шуба» — зернистая текстура, напоминающая взъерошенный велюр или мех. Изготавливается из песчано-цементного раствора и минеральных добавок.

– «Барашек» чаще используется во внешней отделке, содержит кварцевую, мраморную или доломитовую крошку небольших размеров. С виду напоминает колечки шерсти барашка.

– «Мозаика» содержит измельченные минералы различных пород, например, гранита, мрамора, кварца, лазурита и так далее.

– «Короед» имитирует следы, оставляемые жуком древоточцем. Чаще используется в наружной отделке зданий.

Гладкая штукатурка — один из самых популярных видов отделки внутренних помещений. Она отличается водостойкостью, долговечностью и отсутствием отрицательного воздействия на организм человека из-за своих экологически чистых компонентов. Примеры:

– «Мокрый шелк» создает текстуру благородной ткани. Благодаря перламутровым добавкам имеет блестящий перелив.

– «Морской бриз» имеет в составе речной песок и перламутровые частицы. На вид покрытие получается похожим на облака или волны.

– «Венецианская» штукатурка создается на основе мраморной крошки, гашеной извести и пигментов. Эта штукатурка имитирует мрамор, что придает ей элегантный, богатый вид.

Декоративная штукатурка является отличным решением для отделки как внешних, так и внутренних поверхностей. Существует несколько видов штукатурок в зависимости от вида связующего в их составе: минеральная, силикатная, акриловая и силиконовая. По внешнему виду штукатурка бывает фактурной, структурной и гладкой.

Список источников

1. ГОСТ 31189-2015 Смеси сухие строительные
2. ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем
3. Виды декоративной штукатурки — [Электронный ресурс]. URL: https://www.baufasad.ru/about/blog/vidy-dekorativnoy-shtukaturki/?ysclid=m8u6162scz861112639
4. Виды декоративной штукатурки — [Электронный ресурс]. URL: https://znaet.petrovich.ru/remont/otdelka-sten/dekorativnaya-shtukaturka/obzor/vidy-dekorativnoj-shtukaturki/?ysclid=m8u614tesz616406637

УДК 69.04

Гамузов М.В., Фролова Д.В.
Научный руководитель: Школяр Ф.С., канд. техн. наук, доцент
Санкт-Петербургский политехнический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАТЯЖЕНИЯ ВАНТОВ В ПК ЛИРА-САПР

Аннотация. *В статье рассмотрен принцип проектирования консольного вылета с предварительно напряженными вантовыми конструкциями с проведением нелинейного расчета в ПК ЛИРА-САПР.*

Ключевые слова: *консольный вылет, вантовое соединение, предварительное натяжение, моделирование, нелинейный расчет.*

В ходе проектирования зданий с протяженным консольными вылетами инженеры сталкиваются с необходимостью обеспечения высокой жесткости, устойчивости, прочности и долговечности проекта. Одним из оптимальных конструктивных решений по обеспечению жесткости строительных конструкций является устройство вантового соединения.

Целью данной работы является разработка алгоритма определения оптимального предварительного натяжения вантов при проектировании протяженного консольного вылета в ПК ЛИРА-САПР.

Рассмотрим конструктивную схему консольного вылета, опертого на железобетонные балки и вантовые нити. Зададим расчетную схему в ПК ЛИРВ-САПР и зададим необходимые загружения в соответствии с [1].

Для оптимального использования вантового соединения необходимо предварительное натяжение вант.

Для реализации преднапрягаемой системы в ПК ЛИРА-САПР, вантовые нити были заданы 310 типом КЭ (нить), а в начале вантовой нити, в месте крепления с несущими элементами, был задан 308 тип КЭ, для задания предварительного натяжения, которое задается «нагрузкой на спецэлемент».

Для поиска оптимального значения предварительного напряжения ванты изначально приложим заведомо большую нагрузку на ванту, к примеру 200 т. (рис.1.). Данный метод определения предварительного натяжения вант описан в [2]. Далее в ПК ЛИРА-САПР моделируем порядок нелинейных загружений конструкции с выводом всех результатов на загружении, в котором находится нагрузка, отвечающая за предварительное натяжение вант. Это необходимо для определения предельного значения предварительного натяжения, которое сможет выдержать конструкция без изменения геометрии. В результате расчета получаем максимальные усилия, воспринимаемые вантами (рис.2.).

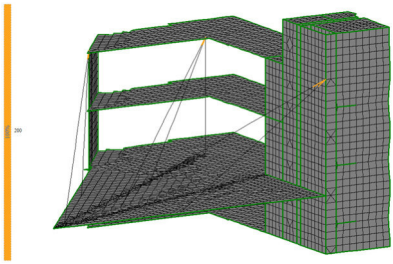


Рис.1. Предварительное напряжение вант, заданное в ПК ЛИРА-САПР.

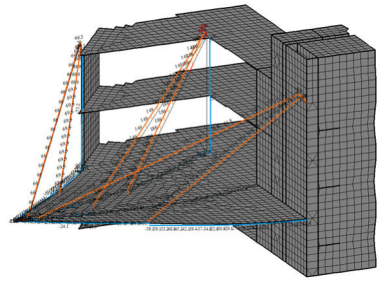


Рис.2. Максимальные усилия, воспринимаемые вантами, т

Фиксируем полученные значения и повторяем расчет, но уже с предельно допустимыми значениями предварительной нагрузки, которые могут воспринять ванты. Затем постепенно уменьшаем значение предварительного натяжения ванты, фиксируя получившиеся значения перемещения консольного вылета. В конце строим график зависимости перемещения консольного перекрытия от предварительного натяжения в ванте (рис. 3.).

Рис. 3. График зависимости перемещения консольного перекрытия от предварительного натяжения в ванте

По этому графику определяем необходимое значение предварительного натяжения, которое соответствует требуемому перемещению, в нашем случаем, в соответствии с [1], максимальный допустимый прогиб консоли при ее длине в 21 м. составляет 127 мм, и достигается при предварительном натяжении в 60 т.

Аналогично находим необходимое предварительное натяжение остальных вант. После определения значения предварительного натяжения для всех вант задаем данную нагрузку на 308 КЭ и выполняем расчет (рис.4.). Получившееся значения перемещения по оси Z в пределах нормы (рис 5.), деформации по оси Z не превышают 127 мм., соответственно, делаем вывод о допустимости применения данной конструктивной схемы

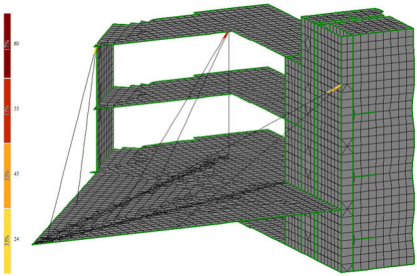


Рис.4. Значения предварительных натяжений в ватах, т.

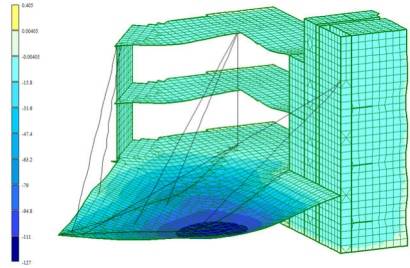


Рис. 5. Перемещение по оси Z расчетной схемы после подбора предварительного натяжения вант

Вывод.

В результате работы был разработан метод подбора оптимального предварительного напряжения вантовых конструкций при проектировании консольного вылета. Удалось определить необходимое значение предварительного натяжения каждой ванты, которые обеспечивают до-

статочную жесткость конструкции: для центральных вант – 60 и 55 т., для вант, параллельных граням: 45 и 24 т.

Список источников

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 введ.2017.06.04.- М.: Стандартинформ, 2016. - 89 с.

2. Кужахметова Э. Р. Расчет вант с учетом геометрической и физической нелинейности // Научный журнал «Известия КГТУ» No55, 2019. –С. 252-266

3. Дагаев В.А., Пурвин Г.М., Школяр Ф.С. Оптимизация определения и приложения сложнораспределенных нагрузок на вантовое покрытие двоякой кривизны. Вестник МГСУ. 2023;18(11):1713-1730.

УДК332.834:347.454.32

Глушкова И.Г.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДОЛЕВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО С ЭСКРОУ-СЧЕТАМИ: АНАЛИЗ ТЕКУЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ

Аннотация. *В данной статье рассматривается актуальная тема долевого строительства с использованием эскроу-счетов. Анализируются текущие тенденции на рынке, влияние эскроу-счетов на процесс строительства, а также основные направления инвестирования в данной области. Особое внимание уделяется цифровизации, которая играет ключевую роль в современных подходах к строительству.*

Ключевые слова: *долевое строительство, эскроу счет, безопасные инвестиции, финансовая прозрачность, цифровизация, недвижимость.*

Долевое строительство в России стало популярным способом приобретения жилья, однако оно связано с определенными рисками для покупателей. Введение эскроу-счетов, как механизма защиты прав дольщиков, значительно изменило рынок долевого строительства. Эскроу-счета позволяют обеспечить прозрачность и безопасность сделок, что в свою очередь способствует повышению доверия со стороны инве-

сторов и покупателей. Эскроу-счета также способствуют более ответственному подходу застройщиков к ведению проектов [2].

Анализирую современный рынок долевого строительства, были выделены некоторые тенденций.

Во-первых, наблюдается рост интереса к проектам, использующим эскроу-счета. Это связано с тем, что покупатели становятся более осведомленными о своих правах и ищут безопасные способы инвестирования.

Во-вторых, наблюдается увеличение числа застройщиков, которые переходят на использование эскроу-счетов, чтобы повысить свою конкурентоспособность.

В-третьих, цифровизация процессов, связанных с долевым строительством, становится нормой. Платформы для онлайн-продаж и управления проектами упрощают взаимодействие между застройщиками и дольщиками.

Инвестирование в долевое строительство с использованием эскроу-счетов становится все более привлекательным для частных и институциональных инвесторов. К основным направлениям инвестиций относят:

1. Жилые комплексы – наиболее популярный сегмент, где дольщики ищут доступное жилье.

2. Коммерческая недвижимость – растущий интерес к офисным и торговым помещениям, особенно в крупных городах.

3. Инфраструктурные проекты – инвестиции в объекты социальной инфраструктуры, такие как школы и больницы, становятся актуальными в свете растущих потребностей населения [1].

Цифровизация также открывает новые возможности для инвестирования. Платформы для краудфандинга и онлайн-торговли недвижимостью позволяют более широкому кругу людей участвовать в проектах, которые ранее были доступны только крупным инвесторам [3].

Были выделены следующие виды платформ для цифровизации:

1. Банковские платформы. Многие банки предлагают собственные решения для управления эскроу-счетами. Эти платформы часто интегрированы с другими банковскими услугами, что позволяет дольщикам легко осуществлять переводы и получать консультации.

2. Специализированные онлайн-сервисы. Существуют платформы, которые фокусируются исключительно на долевом строительстве и эскроу-счетах. Они предлагают удобные интерфейсы, возможность отслеживания этапов строительства в реальном времени и информирование о состоянии счета.

3. Мобильные приложения. С увеличением использования мобильных устройств, некоторые компании разработали приложения, которые позволяют пользователям управлять эскроу-счетами со смартфона. Это значительно упрощает процесс и делает его доступным в любое время и в любом месте [4].

При выборе платформы для работы с эскроу-счетами стоит учитывать несколько факторов:

- Безопасность: платформа должна обеспечивать высокий уровень защиты данных и финансовых транзакций;
- Удобство использования: интерфейс должен быть интуитивно понятным и доступным для пользователей с разным уровнем технической подготовки;
- Функциональность: возможность отслеживания статуса строительства, получения уведомлений и доступа к дополнительным услугам может стать важным критерием при выборе платформы;
- Поддержка клиентов: наличие качественной службы поддержки поможет решить возникающие вопросы и проблемы [2].

Перспективы использования эскроу-счетов становятся особенно актуальными в контексте ипотечного кредитования, где максимальная безопасность инвестиционных вложений является приоритетной задачей. Дело в том, что эскроу-счета могут служить гарантом сохранности средств дольщиков, обеспечивая тем самым их защиту от недобросовестных застройщиков. Рынок жилья, в свою очередь, отмечает позитивную динамику в связи с использованием этой финансовой конструкции, что создает предпосылки для увеличения объемов застройки и повышения качества новых жилых проектов. Важно, чтобы банковская система активно участвовала в этом процессе, предоставляя необходимые финансовые услуги.

В заключении можно отметить, что долевое строительство с эскроу-счетами представляет собой важный шаг к повышению безопасности и прозрачности на рынке недвижимости. В условиях цифровизации и растущего интереса к инвестициям в недвижимость, эскроу-счета становятся ключевым инструментом для защиты прав дольщиков и обеспечения стабильности застройщиков. Важно продолжать развивать законодательство и практики, связанные с этим механизмом, чтобы обеспечить дальнейший рост и развитие строительного рынка.

Список источников

1. Федеральный закон от 30 декабря 2004 № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» (в ред. от 25.12.2018) // Российская газета. 200431 дек.
2. Андреева Н.В., Гавриченко Е.В. Механизм взаимодействия участников инвестиционно-строительной деятельности с учетом использования эскроу-счета // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. №7-3 (97).
3. Станислав Михайлович Тарасов Долевое участие в строительстве в 2023 году: новые требования к застройщикам, актуальные нововведения и перспективы правового регулирования // Закон и право. 2024. №2.
4. Гретченко А.А. Типы цифровых платформ и их содержание// Россия: тенденции и перспективы развития. – 2020. – №5. с. 420-431

УДК 691.5

Гордеева А.О.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЦВЕТНОЙ ЦЕМЕНТ – МАТЕРИАЛ НОВОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация: *В данной статье рассматривается цветной цемент, способы его производства и применение в строительстве, преимущества.*

Ключевые слова: *цветной цемент, пигмент, белый цемент.*

Цветной цемент — это разновидность обыкновенного цемента, получаемая путём добавления красящих пигментов для придания необходимого цвета (жёлтый, красный, оранжевый, розовый, зелёный, коричневый, голубой, чёрный).

Существуют два способа получения цветного цемента. Первый подразумевает смешивание уже готового белого клинкера (белизной не менее 68% абсолютной шкалы) с порошком красящего пигмента.

Пигмент – это вещество, обладающее красящей способностью. Оно может быть как жидким, так и в виде пасты или порошка. Согласно [1]

красящие пигменты должны обладать щелочестойкостью и светостойкостью, не должны содержать примесей, оказывающих вредное влияние на морозостойкость и прочность цементного камня. Сейчас к пигменту дополнительно предъявляются свойства по стойкости к ультрафиолетовым лучам, стойкости к осадкам, низкой реакционной способности. При этом красители могут быть как природного, так и искусственного происхождения. При производстве цветных цементов минеральные пигменты не должны превышать 15%, а органические — 0,3%. Таким образом можно получить цемент практически любого цвета.

Второй способ заключается в совместном помоле и обжиге исходного сырья для получения цементного клинкера с соединениями некоторых металлов. Технологически это гораздо дешевле, но подобным образом можно получить только зеленый, желтый и черный цементы разной степени насыщенности цвета.

Цветной цемент, как и белый, чаще всего применяется для изготовления бетонных изделий с фактурой требуемого цвета. Изделие, окрашенное в массе, является стойким к истиранию и сохраняет первоначальный цвет в процессе эксплуатации. Вместе с тем, применение цветного цемента имеет некоторые особенности. Так, бетоны, изготовленные на основе цветного цемента, имеют более выраженную склонность к усадке, чем простой бетон на основе портландцемента. Чтобы уменьшить усадочные явления применяют качественные мытые наполнители смешанных фракций среднего размера (с размером зерен от 0,3 до 5 мм) и изготавливают жесткий бетон с малым водоцементным отношением. Цветные цементы твердеют медленнее обыкновенных цементов, имеют меньшую коррозийную стойкость и морозостойкость и сравнительно большую усадку.

Другая проблема, присущая бетону на цветном цементе – склонность к выцветанию и выпадению на бетонной поверхности солевых высолов, особенно после тепловлажностной обработки (ТВО). Для решения этой проблемы в бетон вводят добавки с гидрофобными свойствами, а подогрев (при необходимости) организуют электродным способом, а не пропариванием.

Цветной цемент используется в основном для декоративного оформления или же для цементобетонных дорожных покрытий. Подробнее цветной цемент нашёл своё применение:

1. В строительных отделочных смесях, в том числе для декоративных цементных штукатурок, цветных затирок для швов, цветных кладочных растворов, известково-цементных красок для кирпичных, шлакоблочных, бетонных и других оштукатуренных стен.

2. В устройстве мраморно-мозаичных полов.

3. В производстве цветного декоративного (архитектурного) бетона. Он состоит из цветного цемента, наполнителя, в том числе декоративной каменной крошки, и специальных добавок.

4. В производстве тротуарной плитки и фасадной плитки;

5. В изготовлении брусчатки.

6. Используется для изготовления небольших открытых террас и площадок, садовых, парковых и подъездных дорожек, маленьких ландшафтных мостов через ручьи и искусственные пруды.

7. В уличном декоре — вазонов, кашпо, колонн, статуэток и т. д.

Преимущества использования цветного цемента:

1. Эстетичный вид. Благодаря насыщенности и однородности цвета такой цемент позволяет создавать декоративный эффект и подбирать цвет, соответствующий общему оформлению ландшафта или интерьера.

2. Долговечность. Декоративный слой из цветного цемента обеспечивает высокую долговечность за счёт идентичных деформаций усадки и набухания с основным слоем.

3. Устойчивость к воздействию. Цвет цветного цемента не выгорает под воздействием солнечных лучей, устойчив к атмосферным агентам и гидротермальной обработке.

4. Возможность имитации других фактур. Цветные цементные смеси позволяют достигать разнообразия в цветовом решении фасадов и имитировать, например, поверхности, покрытые натуральным камнем и керамикой

Список источников

1. ГОСТ 15825-80 «Портландцемент цветной. Технические условия» [1] – Введ. 1980-12-01 – Госстрой СССР – 6 с.

2. ГОСТ 965-89 «Портландцементы белые. Технические условия» [Текст] – Введ. 1988-12-29 – Госстрой СССР – 7 с.

3. ГОСТ 310.1-76 «Цементы. Методы испытаний. Общие положения» [Текст] – Введ. 1978-01-01 – Госстрой СССР – 3 с.

УДК 330.322:69

Григорьев И.Е.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИХ

Аннотация. *В статье изучается актуальность строительства многоквартирных домов (МКД) на территории Российской Федерации (РФ) и в республике Марий Эл (РМЭ). Выявлены причины увеличения спроса на МКД, среди которых увеличение численности населения и повышение урбанизации.*

Ключевые слова: *многоквартирные дома, спрос, урбанизация, инвестиции в строительство МКД.*

С 2021 года на территории РФ отмечается резкий подъем объемов строительства многоквартирных домов (МКД) и продолжает увеличиваться с каждым годом. Поэтому изучение спроса на МКД, их востребованности в дальнейшем в настоящее время весьма актуально.

Увеличение рождаемости, урбанизация, миграция населения из сел и деревень в столичные города увеличивают спрос на МКД и способствуют дальнейшему вводу жилья в эксплуатацию.

На сегодняшний день процент урбанизации в РФ составляет 75% (см. рис. 1), а число городов миллионников увеличилось до 16 и статистика с каждым годом растет.

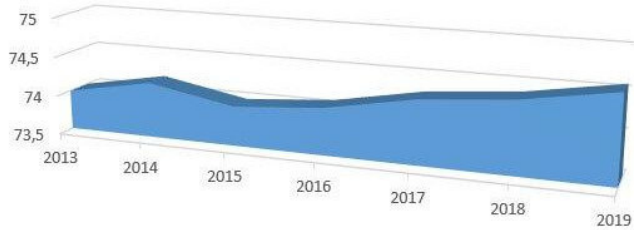


Рис. 1. Уровень урбанизации в РФ, в %

Рис. 2. Карта урбанизации городов РФ, в %

Все больше людей мигрируют в центры, поскольку в деревнях не функционируют колхозы, закрываются предприятия и уменьшается экономический потенциал, отсутствие работы сильно влияет на решение о переезде в центральные районы. Так же большое количество молодого населения до 25 лет хочет жить в экономически развитых городах, с доступом к культурным, социальным, транспортным и всем возможным обилием досуговых мест. Роль деревень и сел сильно угасает в жизни страны и общества, поэтому мы наблюдаем большой приток людей в центр от окраин страны. Так же немаловажно учитывать новый поведенческий уклад людей, люди привыкли путешествовать, постоянно перемещаться и менять место обитания, что положительно сказывается на строительстве МКД. Коттеджное и малоэтажное строительство, проживание в частном доме не так сильно развито в РФ, чем, например, в США.

В республике Марий Эл с середины 2023 года стабильно каждый месяц площадь проданных квартир составляет около 120 тысяч квадратных метров, рост начался с 2021 года, и положительная динамика сохраняется и будет увеличиваться с каждым годом.

Отмечается также рост стоимости недвижимости в крупных городах, например, на рис. 3 приведена динамика цен на квартиры в МКД в го-

роде Йошкар-Ола, показывающая рост в течение года, увеличение составило более 11% в новостройках и более 14% на вторичном рынке. [4]

Рис. 3. Динамика цен на недвижимость в МКД в городе Йошкар-Оле в течение года, руб/м2

В заключение можно отметить, что инвестиции в строительство МКД будут выгодны. Динамика изменения цен на недвижимость показывает их рост. Учитывая объем притока населения в крупные города и урбанизацию актуальность ввода жилья в будет возрастать. Однако в настоящее время на спрос недвижимости в МКД может повлиять высокий уровень ипотечной ставки и увеличившейся процент первоначального взноса по кредитам, что может несколько сократить объем инвестиций.

Список источников

1. Анализ рынка недвижимости по регионам. / Сайт Циан — база проверенных объявлений о продаже и аренде жилой, загородной и коммерческой недвижимости // URL: https://www.cian.ru/analiz-rynka-nedvizhimosti-b2b/ (дата обращения: 04.04.2025).

2. Индекс рынка недвижимости России / Сайт Restate.ru - Витрина недвижимости Restate - одна из крупнейших баз недвижимости России и агрегатор новостроек и предложений застройщиков и агентств. // URL: https://www.restate.ru/graph/ (дата обращения: 04.04.2025).

3. Бенц Д.А и Хидиятулина Л.М. Тенденции развития жилищного строительства в России. // Вестник Челябинского государственного университета, 2019. №3 (425). Экономические науки. Вып. 64. С. 67-77. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-zhilischnogo-stroitelstva-v-rossii (дата обращения: 04.04.2025).

4. Цена продажи квартир в Йошкар-Оле / Сайт Restate.ru - Витрина недвижимости Restate - одна из крупнейших баз недвижимости России и агрегатор новостроек и предложений застройщиков и агентств. // URL: https://yoshkar-ola.restate.ru/graph/ceny-prodazhi-kvartir/ (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 658.155:005.6:69

Гусев А.А.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИБЫЛЬ ПОДРЯДЧИКА НА ПРИМЕРЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация. *В статье рассматривается влияние системы контроля качества на экономическую эффективность строительных проектов, в частности, на прибыль подрядчика. Анализируются основные механизмы контроля качества, их воздействие на ключевые финансовые показатели строительной компании и издержки, связанные с отсутствием контроля. В работе приводится пример расчетов, демонстрирующий экономический эффект внедрения системы контроля качества на объекте многоквартирного жилого дома.*

Ключевые слова*: контроль качества, строительство, подрядчик, издержки, экономическая эффективность, многоквартирный дом.*

Контроль качества строительства является неотъемлемой частью успешной реализации строительных проектов. В условиях высокой конкуренции на строительном рынке обеспечение надлежащего качества позволяет подрядным организациям не только минимизировать затраты, связанные с исправлением дефектов, но и повышать свою репутацию, снижать эксплуатационные риски и привлекать новых заказчиков.

Однако многие строительные компании недооценивают влияние контроля качества на финансовый результат, рассматривая его как дополнительную статью расходов, а не как инструмент повышения прибыльности. В данной статье будет проведен анализ влияния контроля качества на прибыль подрядчика на примере строительства многоквартирного жилого дома.

1. Теоретические основы контроля качества в строительстве. Контроль качества в строительстве представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение соответствия строительных процессов и конечного результата проектной документации, нормативным требованиям и стандартам безопасности. Он включает следующие этапы:

Входной контроль – проверка качества строительных материалов, оборудования и документации.

Операционный контроль – мониторинг технологических процессов, контроль выполнения строительных работ.

Приемочный контроль – проверка готовых конструкций перед сдачей в эксплуатацию.

Применение системы контроля качества позволяет минимизировать риск возникновения дефектов, а также предотвращает дополнительные затраты, связанные с их устранением.

2. Влияние контроля качества на прибыль подрядчика.

2.1. Уменьшение затрат на исправление дефектов

Отсутствие должного контроля качества приводит к необходимости исправления ошибок, которые могут возникнуть на разных этапах строительства. Согласно исследованиям, устранение дефектов на стадии проектирования обходится в 10 раз дешевле, чем на стадии строительства, и в 100 раз дешевле, чем после сдачи объекта в эксплуатацию.

2.2. Снижение риска штрафов и судебных разбирательств

Несоблюдение строительных норм и стандартов может привести к штрафным санкциям со стороны надзорных органов, судебным разбирательствам с заказчиками и жильцами, а также к необходимости выплат компенсаций. Это существенно снижает прибыль подрядчика и может негативно сказаться на его финансовой устойчивости.

2.3. Сокращение сроков строительства

Четкий контроль за качеством выполнения строительных работ позволяет избежать простоев, вызванных переделками, и оптимизировать использование рабочей силы и ресурсов, что способствует сокращению сроков строительства и снижению накладных расходов.

2.4. Повышение репутации и привлечение новых заказчиков

Компании, известные высоким качеством выполняемых работ, имеют конкурентное преимущество на рынке, что позволяет им привлекать более выгодные контракты и обеспечивать долгосрочное сотрудничество с заказчиками.

2.5. Оптимизация использования строительных материалов

Контроль качества снижает вероятность перерасхода материалов из-за брака или ошибок при выполнении работ, что также положительно сказывается на итоговой прибыли подрядчика.

3. Экономический эффект внедрения системы контроля качества: расчет на примере многоквартирного жилого дома

Для количественной оценки влияния контроля качества на финансовые результаты подрядчика рассмотрим гипотетический пример.

Исходные данные:

- Стоимость строительства многоквартирного жилого дома – 500 млн руб.
- Средний уровень потерь из-за дефектов без контроля качества – 5% от стоимости строительства (25 млн руб.)
- Инвестиции в систему контроля качества – 3% от стоимости строительства (15 млн руб.)
- Ожидаемое снижение потерь из-за дефектов – 60%

Расчет экономической эффективности:

- Потери без системы контроля качества: 25 млн руб.
- Потери при наличии контроля качества (снижение на 60%): 10 млн руб.
- Экономия за счет сокращения потерь: 15 млн руб.
- Чистая экономия (с учетом затрат на контроль качества): 0 руб.

Однако если учитывать долгосрочный эффект, такие вложения обеспечивают:

- Уменьшение репутационных рисков и привлечение новых клиентов
- Повышение конкурентоспособности на рынке
- Снижение вероятности штрафов и судебных исков

Контроль качества строительства многоквартирного жилого дома оказывает значительное влияние на финансовые показатели подрядчика. Внедрение системы контроля позволяет сократить затраты на исправление дефектов, избежать штрафов, оптимизировать сроки строительства и снизить эксплуатационные расходы.

Проведенный расчет показывает, что инвестиции в контроль качества могут не давать немедленной прибыли, но создают значительные конкурентные преимущества и минимизируют финансовые риски. В современных условиях эффективное управление качеством становится не просто инструментом соблюдения нормативных требований, а важным фактором увеличения прибыли строительной компании.

Список источников

1. СНиП 3.01.04-87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов».
2. ГОСТ Р 57306-2016 «Системы менеджмента качества в строительстве».
3. Ивлев В. А. Экономика строительства: оценка эффективности строительных проектов. – М.: Инфра-М, 2020.
4. Козлов В. П. Управление качеством в строительстве. – СПб.: Питер, 2018.
5. Гребенников П. Е. Контроль качества в строительном производстве. – М.: Академия, 2019.

УДК 69.002.5

Еменгулова И.А.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТРОИТЕЛЬНЫМ МАШИНАМ

Аннотация: *В статье рассматриваются ключевые понятия и определения, касающиеся строительных машин, из классификации, требований и индексации*

Ключевые слова: *строительные машины, требования, безопасность, дорожное строительство, классификация, индексация.*

Введение. Строительные машины представляют собой важнейшую категорию механических средств, используемых в строительстве для выполнения различных задач, от земляных работ до установки конструкций. Основные понятия, касающиеся строительных машин, включают в себя несколько ключевых аспектов, начиная от требований, предъявляемых к этим машинам, и заканчивая их классификацией [1].

Цель: изучить основные понятия и определения, касающихся строительных машин, а также требования, предъявляемых к ним как к орудиям.

Задачи:

1. изучить основные понятия и определения, касающихся строительных машин, а также требования, предъявляемых к ним как к орудиям.

Требования к строительным машинам как к машинам-орудиям включают в себя несколько критически важных элементов. Во-первых, строительные машины должны обеспечивать эффективность и производительность работы. Это подразумевает высокую скорость выполнения задач и минимизацию времени простоя. Во-вторых, обеспечивается безопасность как операторов, так и других работников, находящихся на строительном объекте. Это включает в себя обязательное наличие защитных устройств и средств индивидуальной защиты. В-третьих, строительные машины должны быть надежными, то есть обладать высокой степенью устойчивости к нагрузкам и способность к длительной эксплуатации без значительного износа.

Классификация строительных машин может производиться по различным признакам. Во-первых, по категории выполняемых работ строительные машины можно разделить на машины для земляных работ, подъемные ма-

шины, дорожные машины, бетономешалки и т.д. Во-вторых, они могут различаться по типу привода: механические, электрические, гидравлические и пневматические машины. Также существует классификация по размерам: от малогабаритных машин до гусеничных и колесных экскаваторов.

Индексация строительных машин – это процесс, с помощью которого каждой машине присваивается уникальный идентификационный код или обозначение. Это делается для упрощения учета и управления машинным парком, а также для упрощения поиска информации о конкретной машине. Индексация обычно происходит на основе нескольких факторов, включая тип машины, ее назначение и технические характеристики. Система индексации помогает оптимизировать процесс организации и управления работами на строительных площадках. [2].

Вывод: таким образом, понимание этих основных понятий и определений, а также требований и классификации строительных машин, играет ключевую роль в эффективном управлении строительными проектами. Знание этих аспектов позволяет не только улучшить производительность, но и повысить безопасность и качество выполняемых работ.

Список источников

1. Кузьмин В.П. Строительные машины и оборудование / В.П. Кузьмин, В.И. Суриков. - М.: Академия, 2012. - 336 с

2. Строительные машины и оборудование: учебник для вузов / под ред. В.Г. Дмитренко. - Ростов н/Д: Феникс, 2014. - 573 с.

УДК 623.122

Ефимова В.Д., Крылова П.В.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. *В настоящее время, при отрицательных температурах в зимних условиях, полным ходом идут процессы разработки грунта, проводятся земляные работы, благодаря обеспечению эффективности всего процесса на строительной площадке, а также своевременному выполнению СМР. Отличительной особенностью являются: обработка химическими добавками, разработка грунта экскаваторной обработкой и специальным сменным оборудованием.*

Ключевые слова*: земляные работы, зимние условия, мерзлые грунты.*

Введение. В настоящее время производство земляных работ в зимних условиях возможно в случае обеспечения эффективности всего процесса на строительной площадке, а также своевременного выполнения строительно-монтажных работ. Для этого разрабатываются выемки и резервы в сухих песках, гравийно-галечных и скальных породах, возводятся насыпи из сосредоточенных резервов, разрабатываются сухие выемки глубиной более трёх метров из глинистых грунтов, устраиваются насыпи из песчаных грунтов на болотах, дренажные прорези, производится вымораживание.

Цель работы состоит в исследовании производства земляных работ в зимних условиях.

Задачей исследования является изучение способов работы с мёрзлыми грунтами.

Главная особенность выполнения земляных работ в зимнее время — это снег и лед при отрицательном показателе температуры воздуха. При промерзании грунтов осложняется их разработка, транспортирование, укладка и уплотнение.

Земляные работы в зимний период позволяют продлевать сезон строительства, повышая темпы строительства, и равномерно используются тем самым рабочие средства механизации. В этом случае главное не позволить качеству снизиться.

Защита грунтов от промерзания при их разработке зимой осуществляется укладкой слоя материала, имеющего низкую теплопроводность, также производят рыхление или обработку солями, которые понижают температуру замерзания воды. Разрабатывают грунт обязательно на максимально сжатом фронте работ. [1]

Утепляющие слои будут эффективно выполнять свои функции, если их толщина и теплопроводность применяемых материалов, температура воздуха, скорость ветра будут соответствовать требованиям.

Просто и наиболее экономично защитить грунты от глубокого промерзания предварительно разрыхлить их до наступления морозов, осуществляя перекрестную вспашку с помощью тракторных плугов или прицепных рыхлителей на глубину 25-35 сантиметров. Далее идет боронование глубиной 10-15 сантиметров.

У мерзлого слоя разрыхленного грунта малая прочность, его легко разработать экскаваторами или бульдозерами. Теплый слой разрыхленного грунта создается с помощью накопления на нём снега.

Одним из способов предохранения грунта от замерзания является его обработка химическими добавками, которые понижают температуру замерзания воды. Зачастую для этого применяются соли хлорид кальция и хлорид натрия. Обработку грунта осуществляют розливом этих солей на его поверхность. [2]

Успешная разработка грунта в зимнее время и подготовка мерзлого слоя к экскавации осуществляется: экскаваторной обработкой и с помощью специального сменного оборудования; механической обработкой; оттаиванием; предохранением грунта от промерзания.

Самый экономичный способ рыхления мёрзлого грунта в большинстве случаях – взрывной (дробление мёрзлого слоя на более мелкие глыбы и комья, взрывая размещенные в заранее пробуренном слое, взрывчатые вещества).

Взрывные работы заранее рассчитываются величиной заряда (количеством взрывчатого вещества в одном месте).

В некоторых случаях разработка тонких слоев смерзшихся слабо песчаных грунтов осуществляется большегрузными скреперами. Воздушно-сухие песчаные грунты замерзанию подвержены слабо, они не образуют прочные монолиты. В начале зимы при глубине промерзания менее 15-20 сантиметров они разрабатываются только скреперами. [3]

Вывод. таким образом, при разработке мёрзлых грунтов всегда нужно учитывать использование их после рыхления. При выборе машины и оборудования для рыхления мёрзлых грунтов обращают внимание на глубину промерзания, прочность мёрзлого слоя и стоимость производ-

ства работ. Если толщина мёрзлых слоев мала, то зачастую в действие идут экскаваторы и бульдозеры. Эти машины осуществляют и рыхление мёрзлых поверхностных слоёв, и разработку расположенных ниже талых грунтов.

Список источников

1. Изотов В.С. Основы технологии строительных процессов: Учебное пособие / В.С. Изотов. – Казань: КГАСУ, 2013. – 213 с.
2. Карпов В.В. Проектирование технологических процессов производства земляных работ: Учебное пособие / В.В. Карпов – СПб: СПбГАСУ, ЭБС АСВ, 2014. – 128 с.
3. Тарановская Е.А. Определение границ земляных работ: Учебное пособие / Е.А. Тарановская – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 186 с.

УДК 69.003.12:338.5

Ильина И.А.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ НА СМЕТНУЮ СТОИМОСТЬ ОБЪЕКТА

***Аннотация**. В статье рассматриваются факторы, оказывающие влияние на сметную стоимость в строительстве, методика определения затрат при производстве работ в зимнее время.*

***Ключевые слова**: зимнее удорожание, сметная стоимость, учет факторов в зимний период.*

Строительство в зимнее время является сложным и дорогостоящим процессом, который оказывает значительное влияние на сметную стоимость объекта. Низкие температуры, снегопады, гололед и другие неблагоприятные погодные условия создают дополнительные трудности, увеличивают сроки выполнения работ и требуют применения специальных технологий и материалов. В связи с этим, учет влияния зимнего периода на сметную стоимость является важным этапом планирования и бюджетирования строительных проектов.

Целью анализа было выявить основные факторы, влияющие на сметную стоимость в зимний период.

Среди основных факторов можно выделить:

1. В зимний период требуется усложнение технологических процессов и применение специальных технологий:

- В зимний период требуется использование тепловых пушек, электропрогрева, термос-матов и других методов прогрева для обеспечения необходимой температуры твердения бетона и предотвращения промерзания грунта. Это влечет за собой дополнительные расходы на электроэнергию, топливо и аренду оборудования.

- Для обеспечения набора прочности бетона при низких температурах используются специальные химические добавки, которые увеличивают стоимость бетонной смеси.

- Необходимо укрывать конструкции и материалы от снега, дождя и ветра с помощью тепловых завес, тентов, пленочных укрытий и других защитных мер. Это требует дополнительных затрат на материалы и монтажные работы.

- Регулярная очистка строительной площадки от снега и льда необходима для обеспечения безопасных условий труда и возможности выполнения работ. Это требует затрат на аренду снегоуборочной техники и оплату труда рабочих.

2. Снижение производительности труда.

Например, зимняя одежда сковывает движения рабочих, что приводит к снижению производительности труда. Короткий световой день и неблагоприятные погодные условия ухудшают видимость на строительной площадке, что также негативно сказывается на скорости выполнения работ. Работа на открытом воздухе в холодное время года повышает риск заболеваний, что приводит к увеличению больничных листов и снижению численности рабочих на площадке. потери рабочего времени из-за перерывов для обогревания при температуре от -20°□ до -35°□, сокращение рабочего дня при температуре ниже -30°□.

3. Удорожание материалов и оборудования.

В зимний период спрос на специальные строительные материалы, такие как противоморозные добавки и утеплители, возрастает, что приводит к повышению их цен.

Для предотвращения порчи материалов необходимо обеспечить их надлежащее хранение в теплых помещениях или под навесами. Это требует дополнительных затрат на аренду складских помещений и организацию хранения.

Работа в сложных зимних условиях приводит к ускоренному износу строительной техники и оборудования, что увеличивает затраты на их обслуживание и ремонт.

4. Увеличение транспортных расходов.

Снегопады и гололед затрудняют доставку материалов и оборудования на строительную площадку, что может приводить к срывам сроков поставки и увеличению транспортных расходов.

Зимние условия требуют повышенных мер безопасности при транспортировке грузов, что может потребовать использования специальной техники и квалифицированного персонала.

5. Надбавки к заработной плате.

В районах с суровым климатом работникам выплачиваются районные и северные надбавки, которые увеличивают фонд оплаты труда.

За работу на открытом воздухе в холодное время года работникам выплачиваются надбавки и предоставляются теплые перерывы.

После установления необходимости учета всех факторов в зимний период необходимо рассмотреть методику учета зимних удорожаний в сметной документации, которая установлена Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации №325 от 25.05.2021 г. «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» [1].

Зимнее удорожание нормативным методом начисляется согласно главе 2 приказа №325/пр:

- по видам объектов капитального строительства – среднегодовой, на весь период строительства;

- по видам строительных конструкций и работ – для зимнего периода.

Дополнительные затраты, связанные с применением специальных технологий, материалов и оборудования, а также с обеспечением безопасных условий труда, включаются в смету отдельными строками.

При принятии решения о производстве работ в зимний период необходимо провести тщательный анализ эффективности и учесть:

- если проект необходимо завершить в кратчайшие сроки, то зимнее строительство может быть оправдано, несмотря на затраты;

- необходимо оценить, сможет ли компания покрыть дополнительные затраты, связанные с зимним строительством;

- для успешного выполнения работ в зимний период необходимо иметь опытный персонал и специализированное оборудование.

- если сроки проекта не являются критичными, то можно рассмотреть возможность переноса работ на более благоприятное время года.

Таким образом, производство работ в зимнее время оказывает существенное влияние на сметную стоимость объекта, увеличивая ее за счет дополнительных затрат на материалы, оборудование, трудовые ресурсы и специальные технологии. При принятии решения о производстве работ в зимний период необходимо провести тщательный анализ эффективности, учитывая срочность проекта, финансовые возможности, наличие квалифицированного персонала и оборудования, а также возможность переноса сроков. Правильная оценка и учет зимних удорожаний позволяет избежать финансовых рисков и успешно реализовать строительные проекты в зимнее время.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время: Приказ Минстроя России от 25.05.2021 № 25/пр : Зарегистрировано в Минюсте России 28.07.2021 №64411 : послед. ред. // Консультант плюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_391837/ (дата обращения: 04.04.2025). Режим доступа: для зарегистр. пользователей.

УДК 69.001.5

Казанкина А.С.
Научный руководитель: Титова А.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ В АРКТИКЕ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация. *Представлен сравнительный анализ инновационных материалов для наружных ограждающих конструкций арктических зданий с целью выявления наиболее перспективных решений, обеспечивающих энергоэффективность и долговечность. Рассмотрены теплофизические свойства, прочность, экологичность и экономическая целесообразность VIP, аэрогелей, пеностекла, полимерных композитов и "умных" материалов. Сформулированы выводы о преимуществах и недостатках материалов, даны рекомендации для строительного комплекса Арктики.*

Ключевые слова: *инновационные материалы, ограждающие конструкции, Арктика, теплоизоляция, энергоэффективность, вакуумная изоляция, аэрогель, пеностекло, полимерные композиты, "умные" материалы.*

Арктический регион характеризуется экстремальными климатическими условиями, включающими низкие температуры, сильные ветра, высокую снеговую нагрузку, наличие вечной мерзлоты и продолжительные периоды полярной ночи и полярного дня. Эти факторы оказывают существенное влияние на проектирование и строительство зданий, предъявляя повышенные требования к теплоизоляционным характеристикам и долговечности наружных ограждающих конструкций.

Применение традиционных строительных материалов, таких как бетон, кирпич и дерево, в арктическом климате зачастую приводит к преждевременному разрушению конструкций, снижению энергоэффективности зданий и увеличению затрат на отопление. Например, бетон подвержен разрушению из-за циклов замораживания-оттаивания воды в порах, кирпич также разрушается при многократном воздействии низких температур и высокой влажности, а древесина подвержена гниению и обладает высокой горючестью. Кроме того, данные материалы обладают недостаточной теплоизоляционной способностью, что приводит к значительным теплопотерям и увеличению затрат на отопление зданий.

В связи с этим, актуальной задачей является поиск и применение инновационных материалов, способных обеспечить высокую энергоэффективность и долговечность наружных ограждающих конструкций в условиях Арктики. Целью данной работы является сравнительный анализ теплофизических свойств, прочности, экологичности и экономической целесообразности применения перспективных инновационных материалов для наружных ограждающих конструкций зданий в Арктическом регионе.

Для оптимизации характеристик ограждающих конструкций в арктических условиях рассматриваются следующие инновационные материалы:

Вакуумная изоляция (VIP): VIP представляет собой панели, заполненные высокопористым материалом (например, стекловолокном), окруженным герметичной оболочкой, в которой создан вакуум. Вакуум значительно снижает теплопередачу, обеспечивая высокие теплоизоляционные свойства. Однако долговечность VIP зависит от герметичности оболочки, нарушение которой приводит к ухудшению теплоизоляционных характеристик.

Аэрогель – ультралегкий пористый материал, состоящий преимущественно из воздуха (до 99%), заключенного в сетчатую структуру диоксида кремния. Он обладает высокой прочностью и низкой теплопроводностью, а также является экологически чистым материалом. Недостатком аэрогеля является его чувствительность к механическим повреждениям.

Пеностекло – это легкий пористый материал, получаемый путем вспенивания стеклянной массы. Он обладает высокой прочностью на сжатие и ударным нагрузкам, устойчивостью к воздействию влаги и химических веществ, а также изготавливается из переработанного стекла, что делает его экологичным.

Полимерные композиты состоят из полимерной матрицы, армированной волокнами (углеродными, стеклянными, базальтовыми и др.). Они обладают высокой прочностью на растяжение и сжатие, устойчивостью к коррозии и биологическому разложению, а также малым весом.

"Умные" материалы способны изменять свои свойства (теплопроводность, прозрачность, форму) в зависимости от внешних факторов, таких как температура, свет или давление. Применение "умных" материалов в ограждающих конструкциях позволяет адаптировать теплотехнические характеристики здания к изменяющимся климатическим условиям. Примером "умного" материала является термохромное стекло, которое меняет свою прозрачность в зависимости от температуры, регулируя поступление солнечного света в помещение. Однако технология "умных" материалов находится на стадии разработки, что ограничивает их доступность и широкое применение.

Проведенный сравнительный анализ инновационных материалов для наружных ограждающих конструкций зданий в Арктике позволил выявить наиболее перспективные решения для обеспечения энергоэффективности и долговечности строительных объектов в данном регионе.

Вакуумная изоляция (VIP) и аэрогели обладают высокими теплоизоляционными характеристиками, но требуют бережного обращения и защиты от механических повреждений. Пеностекло отличается высокой прочностью и долговечностью, что делает его привлекательным для применения в условиях экстремальных нагрузок. Полимерные композиты характеризуются высокой прочностью и устойчивостью к коррозии, однако требуют учета экологических аспектов при их производстве и утилизации. "Умные" материалы представляют перспективное направление для адаптации зданий к изменяющимся климатическим условиям, однако требуют дальнейших исследований и разработок.

Выбор оптимального материала для конкретного проекта должен осуществляться на основе комплексного анализа технических, экономических и экологических факторов, с учетом специфики строительного комплекса Арктического региона.

Список источников

1. tchaintech / Вакуумная изоляция (VIP) – изоляция/ - [Эллектронный ресурс]: https://www.tchaintech.com/RU/PDETAIL/Vacuum-Insulation-Panel-(VIP)-Thermal-insulation (дата обращения: 02.04.2025г.).
2. Корда / Аэрогель – 2024г. [Эллектронный ресурс]: https://www.rosizol.com/catalog/teploizoljacija/aerogel/ (дата обращения: 02.04.2025г.).
3. ИЗОСТЕК/ Блоки пеностекла/ - 2025г. [Эллектронный ресурс]: http://xn--e1adckssh.xn--p1ai/penosteklo-izostek/# (дата обращения: 02.04.2025г.).
4. Википедия/ Композитный материал/ - 2025г. [Эллектронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Композитный_материал (дата обращения: 02.04.2025г.).

УДК 691.32

Казанкина А.С.
Научный руководитель**:** Анисимов С.Н., доцент, канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ТЕРМОСА И ТЕПЛЯКА

Аннотация. *Проведение бетонных работ зимой имеет ряд особенностей. Низкая температура замедляет процесс гидратации цемента, что может привести к снижению прочности и долговечности бетонной конструкции. Чтобы избежать этих проблем, применяются различные методы, позволяющие поддерживать оптимальные условия. В данной статье изучены два метода: метод термоса и метод тепляка.*

Ключевые слова: *бетон, зимние условия, метод.*

Введение. Методы термоса и тепляка широко известны в монолитном домостроении. Чаще всего их применяют при высоких модулях

поверхности конструкций, а также в бетонировании при невысоких температурах окружающей среды.

Целью работы является изучение процесса бетонирования методом термоса. **Задача работы** заключается в теоретическом исследовании эффективности применения методов термоса и тепляка в современном строительстве.

Теоретическое исследование. Перед началом работ в холодных температурах выполняются общие постоянные правила: необходимо правильно подготовить материалы. Прежде, чем приступить к укладке бетона, следует использовать заранее подогретые компоненты: вода и заполнители (например: песок и щебень), перед смешиванием, чтобы повысить начальную температуру бетонной смеси. Также из особенностей подготовки материалов зимой следует добавлять в бетонную смесь противоморозные добавки (например, нитрит натрия или формиат кальция), препятствующие преждевременному замерзанию и неправильному затвердеванию [1].

После тщательной подготовки компонентов смеси можно приступить к укладке бетона. Бетонная смесь должна быть уложена как можно быстрее после приготовления, чтобы избежать охлаждения. Также очень важно качественно компактировать смесь, использование специальных инструментов или других методов уплотнения помогает улучшить контакт между частицами бетона, что способствует лучшему сцеплению и уменьшению пористости.

Укладка бетона бесспорно важная часть всего процесса, но также не менее важная часть - это поддержание нужной температуры. Существуют несколько успешных методов. Первый метод – это метод термоса. Бетонная смесь выделяет тепло при взаимодействии воды и цемента – этот процесс называется гидратация, простыми совами это экзотермическая реакция, в ходе которой выделяется значительное количество теплоты. Метод термоса как раз и основан на этой химической реакции, чтобы сохранить теплоту внутри конструкции, создавая условия для нормального твердения бетона, несмотря на низкую температуру окружающей среды. Основные этапы выполнения работ методом термоса:

1. **Подготовка**. Бетонную смесь готовят обычным способом, используя подогретые до +20 … +30° воду и заполнители.

2. **Укладка**. Смесь укладывают в опалубку, обеспечивая минимальные теплопотери при транспортировке и укладке. Важно избегать длительного контакта с холодным воздухом.

3. **Утепление**. После укладки бетона опалубка утепляется с помощью теплоизоляционных материалов (например, пенопласт, минераль-

ная вата или специальные маты). Утепление должно быть тщательным, особенно вокруг краев и углов, где теплопотери наиболее велики.

4. **Выдерживание**. В течение нескольких дней бетон удерживает свое внутреннее тепло, продолжая твердеть и набирать прочность. За счет утепления обеспечивается медленное остывание, что способствует нормальному протеканию процессов гидратации.

Этот метод нельзя использовать при температурах ниже -10°□, а также при укладке тонких слоёв бетона, смесь быстро теряет свою энергию.

Ещё один из самых эффективных методов: метод тепляка. суть заключается в создании временного закрытого пространства над заливаемым участком бетона, которое обеспечивает поддержание положительной температуры в зоне твердения бетона. Основные принципы метода тепляка:

1. **Создание временной конструкции.** Над бетонной конструкцией возводится временное сооружение, которое называется - тепляк. Он может быть выполнен из деревянных каркасов, покрытых брезентом, пленкой или другим теплоизолирующим материалом.

2. **Подогрев воздуха.** Внутри тепляка устанавливаются обогревательные устройства, такие как тепловые пушки, калориферы или другие источники тепла. Они поддерживают температуру внутри тепляка на уровне, достаточном для нормального твердения бетона (+5,+15°□).

3. **Контроль влажности.** Для предотвращения пересыхания бетона важно поддерживать влажность внутри тепляка. Это достигается путем регулярного увлажнения поверхности бетона водой и увлажнителями.

4. **Контроль процесса твердения.** В процессе эксплуатации тепляка осуществляется постоянный контроль температуры внутри конструкции. Эти параметры должны поддерживаться на оптимальном уровне до достижения бетоном требуемой прочности.

Вывод.

1. Метод тепляка является надежным и проверенным способом проведения бетонных работ в зимний период. Он обеспечивает необходимые условия для качественного твердения бетона, позволяя вести строительство даже в суровых климатических условиях.

2. Метод термоса является простым и эффективным решением для проведения бетонных работ в зимний период при умеренных морозах. Он помогает избежать сложных технических решений и дополнительных затрат, сохраняя при этом высокое качество бетона.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Исследование обогрева бетона стыковых зон каркасных конструкций в термоактивной опалубке / Ю.А. Минаков, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8-6. – С. 1313-1317.

2. Анисимов С.Н. Управление кинетикой набора прочности бетона при возведении монолитных конструкций в экстремальных условиях / С.Н. Анисимов, Ю.А. Минаков, Д.А. Семагин, А.О. Смирнов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2018. – № 1(5). – С. 84-89.

3. Колчеданцев Л.М. Применение разогретых бетонных смесей для повышения прочности стыка сборно-монолитных зданий / Л.М. Колчеданцев, О.Г. Ступакова, Р.Р. Мустафин // Строительные материалы. 2012. № 4. С. 17-19.

УДК 624.15

Казанцева А.С., Косарева Е.А.
Научный руководитель: Мотовилова Л.П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ ВДАВЛИВАНИЕМ В Г.ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация: *Статья посвящена применению технологии статического вдавливания свай (СВС) при строительстве многоквартирного жилого дома с подземной парковкой в г. Йошкар-Ола (ул. Волкова), расположенного вблизи объекта культурного наследия – здания педучилища (ул. Советская, д. 88). Рассмотрены ограничения традиционных методов погружения свай (ударного, вибрационного) в условиях плотной городской застройки и слабых водонасыщенных грунтов. Описан принцип работы технологии СВС, исключающей динамическое воздействие на окружающие здания. Приведено обоснование выбора метода, основанное на требованиях к охранным зонам объектов культурного наследия и опыте применения безударных технологий.*

Ключевые слова: *статическое вдавливание свай (СВС), безударная технология, объект культурного наследия, охранная зона, слабые грунты, городская застройка.*

Введение. г. Йошкар-Ола, как и многие исторические города России, сочетает плотную застройку с сложными грунтовыми условиями (преобладание слабых водонасыщенных грунтов, торфяников). Это делает традиционные методы погружения свай (ударные, вибрационные) малоприменимы-

ми из-за риска повреждения зданий культурного наследия и высокого уровня шума. Технология статического вдавливания свай (СВС) предлагает решение этих проблем, что подтверждается её успешным применением на объекте: «Многоквартирный жилой дом с подземной парковкой, расположенный по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Волкова».

Цель. Обосновать эффективность применения технологии статического вдавливания свай (СВС) при строительстве в условиях плотной городской застройки г. Йошкар-Ола, сопряженной с наличием объектов культурного наследия и сложных грунтовых условий**.**

Описание объекта застройки

Объект застройки: «Многоквартирный жилой дом с подземной парковкой, расположенный по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Волкова», строительство осложняет находящийся рядом объект культурного наследия: «Здание педучилища» (см. рис. 1), расположенное по адресу г. Йошкар-Ола, ул. Советская, д. 88. В границах охранной зоны объекта культурного наследия устанавливается особый режим использования земель и земельных участков в соответствии с градостроительными регламентами [1], установленными Правилами землепользования и застройки городского округа «Город Йошкар-Ола».

Рис. 1. Фасад «Здания педучилища» по ул. Советская

Обоснования использования метода статического вдавливания свай (СВС)

В результате использования технологии забивки свай в грунтовой среде возникают динамические продольные и поперечные волны, которые приводят к дополнительным деформациям и осадкам зданий, расположенных в пределах зоны влияния строительства. Использование метода вдавливания свай позволяет полностью исключить динамическое воздействие на окружающую застройку и обеспечить нормальную эксплуатацию близлежащих зданий.

Имеющийся отечественный опыт использования технологии вдавливания свай предусматривает применение данного метода в случаях плотной городской застройки, для снижения влияния устройства свайных фундаментов на существующие здания с высокой архитектурной ценностью и объекты культурного наследия [2].

Рис. 2. Сваевдавливающая установка

Принцип работы технологии статического вдавливания сваи (СВС)

Метод вдавливания свай основан на статическом воздействии: свая постепенно погружается в грунт под действием вертикальной нагрузки, создаваемой гидравлическими домкратами. Процесс контролируется датчиками, что позволяет точно регулировать усилие и избегать повреждение конструкции.

Заключение. Проведенное исследование подтвердило высокую эффективность технологии статического вдавливания свай (СВС) для строительства в условиях плотной городской застройки г. Йошкар-Ола, особенно вблизи объектов культурного наследия. На примере реализации проекта многоквартирного жилого дома с подземной парковкой по ул. Волкова установлено: технология СВС полностью исключает динамические воздействия на грунт и окружающую застройку.

Список источников

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации [Текст] : федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ // принят Государственной Думой 24 мая и одобрен Советом Федерации 14 июня - 2002.

2. Федоровский В.Г. Учет вдавливания свай и сжатия ствола при расчете осадок свайных полей методом условного фундамента / Федоровский В.Г. [Текст] // Сборник научных трудов НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – Москва : институт АО «НИЦ «Строительство», 2011. – С. 371-378.

УДК 330.322.214:347.454.32

Комаров Н.А.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ В РАМКАХ РЕФОРМЫ ДОЛЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. *Реформа долевого строительства, начавшаяся в России с 2017 года, привела к кардинальному изменению системы финансирования инвестиционно-строительных проектов (ИСП). В данной статье анализируется эффективность новых механизмов финансирования, выявляются ключевые проблемы и предлагаются рекомендации по оптимизации системы.*

Ключевые слова: *долевое строительство, проектное финансирование, эскроу-счета, инвестиционные строительные проекты, девелопмент, реформа строительства, риски финансирования.*

Долевое строительство в России долгое время функционировало на основе прямого привлечения средств граждан, что порождало значительные риски. В результате реформы 214-ФЗ, с 1 июля 2019 года система была изменена: девелоперы лишились права привлекать средства дольщиков напрямую и обязаны использовать эскроу-счета в банках. Основной целью реформы стало повышение прозрачности финансовых потоков и защита средств дольщиков. Это изменило структуру финансирования строительных проектов и привело к необходимости использования банковского проектного финансирования.

Введение механизмов проектного финансирования и эскроу-счетов оказало значительное влияние на экономику строительного сектора, в том числе на доступность кредитных ресурсов и рентабельность девелоперских проектов.

Цель статьи - проанализировать эффективность новой модели финансирования ИСП, а также выявить положительные и отрицательные стороны реформы.

Выделим основные изменения в системе финансирования долевого строительства:

1. Введение эскроу-счетов.

Согласно новым правилам, средства дольщиков размещаются на специальных эскроу-счетах в банках и становятся доступными застройщику только после ввода объекта в эксплуатацию. Это снижает риски для покупателей, но увеличивает финансовую нагрузку на девелоперов, вынужденных привлекать банковские кредиты.

2. Проектное финансирование.

Застройщики теперь используют банковские кредиты для строительства, что делает проекты более устойчивыми с финансовой точки зрения, но также это увеличивает стоимость строительства из-за процентных ставок по кредитам.

3. Государственная поддержка.

Для смягчения последствий реформы государство разработало программы субсидирования процентных ставок и предоставления льготного финансирования для застройщиков. Однако эффективность этих мер пока остается предметом дискуссий.

В результате анализ эффективности новой модели финансирования были выделены ее плюсы и минусы.

Среди плюсов, преимуществ реформы можно выделить:

- Рост надежности и прозрачности, в том числе исключение рисков обмана дольщиков.

- Повышение устойчивости строительного сектора. Развитие банковского проектного финансирования способствует более стабильному финансированию отрасли.

- Снижение количества проблемных объектов. Уменьшение числа недостроенных домов за счет контроля за финансовыми потоками.

В качестве минусы или недостатков реформы выделяются:

- Рост себестоимости строительства, поскольку высокие ставки по кредитам увеличивают стоимость проектов.

- Снижение маржинальности девелоперов. Не все компании могут позволить себе проектное финансирование, что может привести к сокращению числа игроков на рынке.

- Замедление темпов строительства, поскольку длительные процедуры согласования кредитов и ограниченный доступ к финансированию могут приводить к задержкам в реализации проектов.

После выявления недостатков необходимо разработать пути оптимизации данного финансирования. Можно предложить:

1. Дополнительные меры господдержки — расширение программ субсидирования ставок по кредитам.

2. Развитие механизмов государственно-частного партнерства — использование государственно-частного партнерства в строительстве жилья и инфраструктурных объектов.

3. Упрощение доступа к кредитным ресурсам — разработка специальных условий для малого и среднего бизнеса в сфере строительства.

В заключении следует отметить, что реформа долевого строительства внесла значительные изменения в систему финансирования инвестиционных строительных проектов. Несмотря на положительное влияние на прозрачность отрасли, введенные механизмы увеличили финансовую нагрузку на застройщиков. Оптимизация проектного финансирования, развитие механизмов господдержки и улучшение условий кредитования могут повысить эффективность новой системы и снизить негативные последствия реформы.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. О долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости : Федеральный закон № 214-ФЗ : принят Государственной Думой 22.12.2004 г. : Одобрен Советом Федерации 24.12.2004 г. : послед. ред. // Консультант плюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51038/ (дата обращения: 04.04.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Российская Федерация. Законы. Правила возмещения кредитным организациям недополученных доходов по кредитам, выданным в целях реализации проектов жилищного строительства : Утвержден Постановлением Правительства РФ № 629 от 30.04.2020 г. с изменениями Постановления Правительства РФ № 534 от 31.03.2022 г. // Консультант плюс : сайт. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413462/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 04.04.2025). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Отчеты Банка России о развитии системы эскроу-счетов в строительстве: https://cbr.ru/analytics/finansirovanie-dolevogo-stroitelstva/2020-06-01/(дата обращения: 04.04.2025).

4. Аналитические доклады профильных ассоциаций и экспертов строительного рынка. https://acexpert.ru/publications/research/analiz-rynka-stroitelnykh-materialov-rossii-2024(дата обращения: 04.04.2025).

УДК 691.32

Косарева Е.А., Казанцева А.С.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТВЕРДЕНИЯ НА РАННЮЮ ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Аннотация: *Ранняя прочность бетона является важным параметром, определяющим его эксплуатационные характеристики и сроки ввода конструкций в эксплуатацию. Температура твердения оказывает значительное влияние на процесс гидратации цемента и формирование структуры бетона. В данной статье рассматриваются механизмы влияния температуры на раннюю прочность бетона, а также анализируются экспериментальные данные, полученные в российских и зарубежных исследованиях.*

Ключевые слова: *температура твердения, ранняя прочность бетона.*

Введение. Бетон – один из наиболее распространенных строительных материалов, свойства которого зависят от множества факторов, включая состав смеси, условия твердения и внешние воздействия. Температура твердения является ключевым параметром, влияющим на кинетику гидратации цемента и формирование структуры бетона. Ранняя прочность бетона, определяемая в первые 7-28 суток, имеет важное значение для строительства, особенно в условиях сжатых сроков или при работе в экстремальных климатических условиях [1].

Цель. Исследовать влияние температуры твердения на раннюю прочность бетона, изучить механизмы воздействия температурных условий на процесс гидратации цемента и формирование структуры бетона, а также разработать практические рекомендации для оптимизации условий твердения с целью обеспечения высокой ранней прочности без ущерба для долговечности конструкций.

Задачи:

1. Изучить механизмы влияния температуры на процесс гидратации цемента и формирование структуры бетона.
2. Проанализировать экспериментальные данные о влиянии температуры на раннюю прочность бетона.
3. Разработать практические рекомендации по контролю температуры твердения бетона.

Механизмы влияния температуры на гидратацию цемента.

Процесс гидратации цемента является экзотермическим и зависит от температуры окружающей среды. При повышении температуры скорость гидратации увеличивается, что приводит к более интенсивному образованию гидратных фаз, таких как гидросиликаты кальция (□-S-□) и гидроксид кальция (□a(O□)$_2$). Однако чрезмерное повышение температуры может привести к неравномерному распределению гидратных продуктов и образованию микротрещин, что негативно сказывается на прочности бетона.

Исследования, проведенные российскими учеными, показывают, что оптимальная температура для твердения бетона находится в диапазоне 20-25 °□. При температуре ниже 10 °□ процесс гидратации замедляется, что приводит к снижению ранней прочности. При температуре выше 30 °□ наблюдается ускоренное схватывание, но это может вызвать снижение конечной прочности из-за дефектов структуры [2].

Экспериментальные данные.

В работе [3] проведены исследования влияния температуры на прочность бетона в ранние сроки твердения. Было установлено, что при температуре 40 °□ прочность бетона на 3-и сутки увеличивается на 30% по сравнению с образцами, твердевшими при 20 °□. Однако на 28-е сутки прочность образцов, твердевших при повышенной температуре, была на 10–15% ниже, что связано с ухудшением структуры бетона.

В исследовании [4] изучалось влияние низких температур (5 °□) на раннюю прочность бетона. Результаты показали, что при таких условиях прочность на 7-е сутки снижается на 40% по сравнению с образцами, твердевшими при 20 °□. Это связано с замедлением кинетики гидратации и недостаточным формированием гидратных фаз.

Практические рекомендации.

Для обеспечения оптимальной ранней прочности бетона необходимо контролировать температуру твердения. В условиях низких температур рекомендуется использовать тепловую обработку или добавки-ускорители твердения, такие как хлорид кальция или нитрат кальция. При высоких температурах следует применять методы охлаждения бетонной смеси и избегать быстрого испарения воды, что может привести к деформациям и трещинообразованию.

Выводы:

1. Температура твердения оказывает значительное влияние на раннюю прочность бетона.

2. Повышенные температуры ускоряют набор ранней прочности, но могут негативно сказаться на долговечности бетона.

3. Для обеспечения высокой ранней прочности в различных температурных условиях необходимы специальные меры.

Список источников

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов – 3-е изд. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002 – 500 с.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Современные проблемы строительного материаловедения / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников – 3-е изд. – Москва: Стройиздат, 1979 – 476 с.
3. Иванов Ф.М., Петров С.А. Влияние температуры на прочность бетона в ранние сроки твердения. Строительные материалы №5 / – 2015. – с. 34-38.
4. Смирнов А.Н., Кузнецов Д.В. Исследование влияния низких температур на процесс твердения бетона // – Москва: Вестник МГСУ, 2018. – с. 45-52.

УДК: 625.768

Куклин И.Е.
Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. *В данной статье рассматриваются обеспечения безопасного передвижения транспортных средств и пешеходов в зимний период. Рассмотрен вариант регулярного контроля дорожного покрытия. Отдельное внимание уделяется организации работ дорожных служб также создания графиков уборки снегопадов и реагирования на экстренные ситуации.*

Ключевые слова: *зимнее содержание, мониторинг, эффективное управление, мобильные приложения, организация работы.*

Введение. Работы зимнего содержания региональных дорог на обеспечение бесперебойного, безопасного и комфортного движения транспортных средств с разрешенной Правилами дорожного движения скоростью, их сохранности и поддержание технического состояния на уровне, соответствующем уровню выделяемого финансирования. Виды и объемы выполняемых работ на автомобильных дорогах должны обеспечивать состояние сети дорог, соответствующее нормативному уровню содержания [1].

Зимнее содержание региональных дорог – это важная тема, поскольк-

ку хорошее состояние дорожного полотна в холодное время года напрямую влияет на безопасность дорожного движения и удобство передвижения для всех участников. Особенности зимнего содержания дорог включают несколько ключевых аспектов [2].

Во-первых, основная задача заключается в обеспечении безопасного передвижения транспортных средств и пешеходов, поэтому необходимо своевременно проводить очистку дорожного покрытия от снега и льда. Это достигается с помощью специализированной техники, такой как снегоуборочные машины, комбинированные дорожные машины и ледорезы. Также часто применяются реагенты для обработки дорожного полотна с целью предотвращения образования гололеда.

Во-вторых, важным аспектом является регулярный контроль за состоянием дорожного покрытия. Это включает в себя мониторинг температуры, влажности и осадков, что позволяет более эффективно планировать работы по очистке и обработке дорог. Региональные администрации должны активно реагировать на изменения погодных условий, чтобы обеспечить бесперебойное движение.

Таблица 1. Средняя стоимость содержания 1 км автомобильной дороги (с условной шириной 7 м)

Категория дороги	Средняя стоимость содержания 1 км (7000 кв. м) работ по содержанию, тыс. руб.
I	1 600,95
II	1 154,15
III	651,19
IV	381,04
V	270,85
В целом по сети дорог	588,24

Еще одной важной особенностью зимнего содержания является организация работы дорожных служб. Это включает в себя четкое распределение задач между различными подразделениями, а также создание графиков уборки снегопадов и реагирования на экстренные ситуации. В некоторых регионах существуют специальные центры мониторинга, которые следят за состоянием дорог и координируют действия аварийных служб.

Не менее важна информированность водителей и пешеходов. Регулярное обновление информации о состоянии дорог, а также предупреждения о погодных условиях помогают уменьшить риск ДТП и заторов. Это может осуществляться через интернет, социальные сети и мобильные приложения.

Заключение. В завершение, зимнее содержание региональных дорог требует комплексного подхода, в который входят как технические решения, так и организационные меры. Применение современных технологий, активное сотрудничество различных ведомств и внимание к потребностям граждан играют ключевую роль в повышении качества обслуживания в зимний период.

Список источников

1. ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах» Утв. Минтранса России от 16.06.2003 №ОС-548-Р.
2. Нюдь А.С., Киряков Е.И. Существующие проблемы выявления и ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах и мостовых сооружениях // Вестник ТГАСУ. 2013. №2 (39).

УДК 69.003.12:004.9

Куперман А.В.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И.., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *В данной статье рассматриваются такие программы для составления смет в строительстве, как «РИК» и «ГРАНД-смета». Приводится их характеристика, особенности и сравнение.*

Ключевые слова: *сметы в строительстве, РИК-смета, ГРАНД-смета.*

В проектно-сметной документации составление смет является важным этапом. Для ускорения и упрощения любой работы в рамках сметного дела были созданы специальные программы. Такая программа позволяет составлять сметы, учитывая требования заказчика и государственный регламент.

В настоящее время сметных программ достаточно много, среди самых популярных программ такие, как: Гранд-смета, Арос-Лидер Рик-смета, Госстройсмета, Смета.ру, Багира и др.

Рассмотрим более подробно программы «РИК» и «ГРАНД-смета».

Группа компаний «РИК» была основана в 1988 году. Компания «Гранд» начала разрабатывать программное обеспечение для создания сметной документации в 1992 году. Программа «Гранд-Смета» была создана позже, в 2005 году, когда была зарегистрирована официальная торговая марка этого названия. «ГРАНД-смета».

Группа компаний «РИК», первой в России, разработала полный комплекс ПО для подготовки сборников элементных сметных норм (ГЭСН), а также программу для расчёта и выпуска территориальных единичных расценок (ТЕР).

ПК «РИК» – программный комплекс универсального назначения, который может быть использован на любом этапе строительства – от расчета инвестиций вплоть до ввода в эксплуатацию и в процессе эксплуатации объектов любой степени сложности. В нем собран полный функционал для эффективной работы организаций, работающих в строительном комплексе. Позволяет выполнить весь спектр сметных расчетов базисно-индексным, ресурсно-индексным и ресурсными методами для локальной и объектной сметы, сводного сметного расчета. Предоставляет возможность ведения плана производства (контроль за объемами выполненных работ, накопительные ведомости), а также проводить экспертизу смет и конъюнктурный анализ. Развитая система использования наработанных смет (аналогов) при создании новых объектов. Гибкая система настроек выходных форм, редактор концовок, Экспорт выходных документов в Word и Excel с поддержкой встроенных формул, позволяющих пересчитывать смету «на лету».

Программа «ГРАНД-Смета» предназначена для автоматизации определения сметной стоимости строительства и учета выполненных работ. Программа прошла сертификацию в системе ГОСТ Р Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (сертификат № РОСС RU.АЖ49.□05926 от 26.07.2024 г.) Программа «ГРАНД-Смета» включена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (№11163 от 21.07.2021).

Обе сметные программы «РИК» и «ГРАНД-Смета» полностью соответствует Методике определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации,

утвержденной приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. №421/пр» с изменениями №557/пр от 07.07.2022 г.

Некоторые отличия программ «РИК-Смета» и «Гранд-Смета» приведены в таблице 1.

Таким образом, на данный момент выбор сметной программы зависит только от заказчика и компании подрядчика, на основании навыков и «традиционных» форм, которые они используют. Все программы работают идентично и отличаются только своим интерфейсом, сложность выбора самой программы не должна зависеть от простоты и функциональности.

Таблица 1

Показатели	«РИК-Смета»	«Гранд-Смета»
Цели использования	предназначена для анализа затрат и планирования бюджета, активно используется в крупных строительных компаниях	подходит для работы с разными проектами, имеет широкие возможности и актуальные базы данных
Поддерживаемые нормативные базы	поддерживает все основные лицензированные нормативные базы, такие как ТЕР, ТСН, ФСНБ, а также специализированные базы для различных отраслей, например РЖД и дорожные работы	интегрирована с базами данных ФЕР, ТЕР, ГЭСН
Некоторые функции	предлагает поддержку сложных расчётов, регулярное обновление баз данных, функции анализа себестоимости	даёт возможность применять коэффициенты к любому элементу «сметного разложения», иметь доступ к любой информации по расценке, получать информацию о стоимости позиции с учётом коэффициентов и нормами накладных расходов и сметной прибыли
Форматы вывода документов	в стандартной версии нельзя выводить документы в табличном формате Excel	позволяет составлять различные сметные формы, такие как смета по форме №4, локальный ресурсный сметный расчёт, объектная смета, сводный сметный расчёт и другие

Распространенность (по данным компании «Галактика IT»)	10,14%	55,30%
Стоимость 1 рабочего места	24 800 руб	30 000 руб
Стоимость годового обновление	15 000 руб	28 000 руб
Стоимость нормативной базы	15 000 руб	15 000 руб

Список источников

1. Горинский М. Обзор и сравнение сметных программ. URL: https://www.all-smety.ru/polezno_znat/compare.php (дата обращения 01.04.2025)

2. «Рик-смета»: сайт. Москва, 2019. URL: https://shop.smetarik.ru/. (дата обращения 01.04.2025)

3. «Гранд-Смета»: сайт. Москва, 2022. URL: https://shop.grandsmeta.ru/. (дата обращения 01.04.2025)

УДК 69.055

Лешканов А.Ю., Анисимов С.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА С ОТХОДАМИ ДРОБЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Разработаны составы бетона с отходами дробления различных классов. Установлено, что с учетом нормативного коэффициента вариации 13,5 % возможно получение бетонов классов В 12,5 – В 25. Полученные составы могут быть использованы при строительстве индивидуальных частных домов, а также готовых изделий из железобетона.*

Ключевые слова: *бетон, заполнитель, прочность, вариация, щебень.*

Введение. В настоящее время в промышленно развитых странах заметно повысился интерес к повторному использованию бетонного лома в строительном производстве. Установка по механическому дроблению бетона в ООО «ДельтаСтрой», г. Йошкар-Ола, РМЭ позволяет переработать и измельчить бетон до необходимой фракции. [1].

В результате переработки отходов ЖБИ получают фракционированный заполнитель для бетона по технологии, аналогичной или близкой к той, которую применяют при переработке плотных горных пород при производстве щебня для строительных работ. Часто отходы дробления почти сразу годятся для применения в качестве заполнителей (после минимальной обработки), что немаловажно для современного производителя и потребителя бетона. Энергозатраты при добыче природного щебня в 8 раз выше, чем при получении щебня из железобетонных изделий, а себестоимость бетона, приготовленного на вторичном щебне, снижается приблизительно на 25%.

Таким образом утилизация и вторичное использование бетона в наши дни особенно актуально и требует активного внедрения современных научных достижений для решения вопросов рационального ресурсосбережения и развития данной отрасли современной строительной науки. [2, 3].

Целью работы является подбор состава из отходов дробления бетона с разным классом по прочности на сжатие. **Задача исследования** состояла в получении бетонов с заданной прочностью при разном содержании цемента.

Методика и исходные материалы.

Подбор состава бетона проводился в соответствии с ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов и ГОСТ 27006-86. Бетоны. Правила подбора состава бетона.

Был построена математическая модель прочности бетона на сжатии в зависимости от расхода цемента. Бетонные смеси моделировались подвижностью П3. Рассчитывались характеристики согласно правилам математической статистики – среднее квадратичное отклонение, фактические и средние показатели прочности, коэффициент вариации. Результаты расчета прочности при расходе цемента 250 кг/м3, 350 кг/м3 и 450 кг/м3образцов кубов с ребром 15±1 см показаны в табл. 1.

Таблица 1

Подбор состава бетона

Наименование изделия	Песок кварцевый, $М_к$=1,8; кг/м^3	Отсев дробления бетона фр. 10-40 мм., кг/м^3	Азия цемент тип I 42,5 Н, кг/м^3	Объем воды, л.	Среднее значение предела прочности при сжатии через 28 суток, кг/см^2
Бетон товарный, класс В 12,5	880	950	250	180	176
Бетон товарный, класс В 15	840	950	275	190	200
Бетон товарный, класс В 20	800	950	350	195	267
Бетон товарный, класс В 22,5	780	950	400	201	302
Бетон товарный, класс В 25	750	950	450	213	330

Результаты исследования и обсуждение.

Результаты исследований показывают, что при использовании мелких песков совместно с заполнителями отходов дробления возможно получение тяжелого бетона плотностью не менее 2000 кг/^{3}. Однако низкая насыпная плотность щебня из отходов дробления значительно снижает плотность тяжелого бетона, а, соответственно, и его прочность. Подобранные составы отличаются повышенным расходом песка, что увеличивает водопотребность бетонной смеси.

Выводы.

1. Применение отходов дробления бетона экономически эффективно при изготовлении бетонов для частного домостроения.

2. Возможно получение бетонов с отходами дробления, соответствующих классу бетона В12,5 - В25.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Модифицированные цементные композиции с кварцевым наполнителем [Электронный ресурс] / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7929.2. Добшиц, Л. М.

2. Анисимов С.Н. Влияние заполнителей из отходов дробления железобетонных конструкций на прочность тяжелого бетона / С.Н. Анисимов, А.Ю. Мосунов // Научному прогрессу – творчество молодых. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. – №2., С. 236-238.

3. Лешканов А.Ю. Формирование структуры бетона с комплексными модифицирующими добавками: проблемы и пути решения / С.Н. Анисимов, О.В. Кононова, А.Ю. Лешканов, А.О. Смирнов // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XI международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Ч. 4., С. 193-195.

УДК 504.75

Лугова В.И.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *В статье представлен обзор концепции и ключевых аспектов «зелёного» строительства, направленного на повышение экологичности современного строительства.*

Ключевые слова: *экотехнологии, «зелёное» строительство, «зелёные» строительные материалы, «зелёные» крыши.*

В последние десятилетия проблема экологической безопасности становится все более актуальной в различных отраслях, включая строительство. Традиционные методы и технологии строительства энергозатратны и ресурсоемки, поэтому часто оказывают негативное влияние на окружающую среду. В связи с этим становится необходимо использовать инновационные подходы к данной проблеме, чтобы минимизировать вред, наносимый природе и человеку.

В настоящее время в строительной отрасли всё более популярным становятся «зелёные» технологии. «Зеленое» или «устойчивое» строительство (sustainable building, green building) — это направление в строительстве и эксплуатации зданий, которое минимизирует отрицательное влияние на окружающую среду. Его цель - снижение расхода энергетических и материальных ресурсов за всё время жизни сооружения, а также сохранение и улучшение качества строений и их внутреннего комфорта. «Зеленые» здания представляют собой высокое качество строительства при минимизации затрат и максимизации комфорта. Реализация «зеленых проектов» способствует устойчивому развитию, что обуславливает их актуальность. И хотя «зеленые» технологии являются новым и не самым простым направлением прогресса, при этом они демонстрируют потрясающую результативность [1]. Для объективной оценки экологичности зданий используются различные системы сертификации, такие как LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), Green Star и другие.

Одним из ключевых аспектов является использование экологически чистых материалов, которые не только снижают углеродный след, но и способствуют повышению энергоэффективности.

Таблица 1. Характеристики экологических строительных материалов

Материал	**Теплопроводность (λ, Вт/(м*°С)**	**Водопоглощение, %**	**Срок службы**	**Устойчивость к воздействию внешней среды**
Арболит	0,12	35-45	50 лет	Устойчив к биологическому воздействию (микроорганизмы, плесень, грибок)
Эковата	0,042	165	70 лет	Устойчива к влаге
Натуральное дерево (например, лиственница)	0,13	126	300 лет	Устойчива к влаге и низким температурам, обладает антисептическими свойствами
Натуральный камень (например, гранит)	3,5	0,17	500 лет	Устойчив к воздействию атмосферных осадков, высоких температур
Пеностекло	0,08	5	100 лет	Устойчив к огню, появлению плесени

«Зеленые» строительные материалы — это строительные материалы, которые в будущем (или при осуществляемом строительстве) могут использоваться повторно либо изготовлены из возобновляемых материалов (например, глина, солома, дерево и прочее), а также их использование должно приводить к уменьшению цены на их производство, обслуживание и замену в течение жизненного цикла здания. Такие материалы обладают минимальным негативным воздействием на окружающую среду, лучше сохраняют тепло (энергию), обеспечивают оптимальные санитарно-гигиенические показатели качества внутренней среды помещений [2].

Одной из самых распространенных на сегодняшний день экотехнологией являются «зелёные» крыши. Озеленение крыш — термин, обозначающий частично или полностью засаженные живыми растениями крыши зданий. Подразумеваются растения, высаженные прямо в грунт, для чего между зелёным слоем и крышей помещается водонепроницаемый мембранный слой; также могут использоваться дополнительные слои, защищающие крышу от корней, дренаж и системы полива. Создание ландшафтно-архитектурного, озеленяемого объекта на крыше должно оказать следующее благоприятное экологическое воздействие на окружающую среду:

- озеленение крыш придает территории новые функции зеленой зоны и часто одновременно служит местом отдыха и рекреации;

- озелененные крыши смягчают урбанистический характер городской среды и выполняют функции компенсационного озеленения на территориях с плотной и тесной застройкой;

- за счет структурирования частных и общественных территорий города озеленение крыш улучшает экологическую среду обитания человека как в жилой, так и в офисной и промышленной застройке;

- при строительстве объектов озеленения на крышах создаются дополнительные места обитания для объектов флоры и фауны (в том числе находящихся под угрозой исчезновения) и повышается биоразнообразие;

- создаются благоприятные условия для сохранения водных ресурсов, регулируются стоки дождевой воды, сохраняется баланс естественного круговорота воды в природе за счет испарения и транспирации;

- улучшают звукоизоляцию, улучшают теплоизоляцию как в зимний, так и в летний периоды, снижают энергопотребление на обогрев зданий в зимнее время и на кондиционирование в летнее [3].

Список источников

1. Теличенко В.И. От экологического и «зеленого» строительства — к экологической безопасности строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 2. С. 47—51.
2. Лекарева Н.А. «Зеленые» стандарты и развитие «зеленого» строительства Вестник СГАСУ Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 6-9.
3. ГОСТ Р 58875-2020 "Зеленые" стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования. - М.: Стандартинформ, 2020 – IV с.

УДК 711.4:004

Лукьянова Н.Ю.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ГОРОД» НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД

Аннотация. *Статья рассматривает концепцию «умного города» на примере Нижнего Новгорода. В условиях роста городского населения внедрение технологий становится ключевым для повышения качества жизни. Обсуждаются интеллектуальные транспортные системы, управление энергоресурсами и цифровизация услуг. Анализируются текущие проекты в городе и их влияние на развитие региона. Подчеркивается важность сотрудничества между государственными учреждениями, частным сектором и населением. Предлагаются рекомендации по развитию «умных» технологий в Нижнем Новгороде.*

Ключевые слова: *«умный» город, концепция, технологии, инновации, крупнейший город.*

Цель работы - проанализировать текущие инициативы и проекты, реализуемые в рамках концепции «умного города» в Нижнем Новгороде, а также оценить их влияние на улучшение качества жизни горожан и устойчивое развитие городской инфраструктуры.

Концепция «умного города» представляет собой интеграцию информационных и коммуникационных технологий в городское управление с целью повышения качества жизни, оптимизации ресурсов и улучшения устойчивости городской инфраструктуры. Нижний Новгород - один из крупнейших городов России. В нём активно внедряются элементы «умного города», это позволяет ему решать множество социальных, экономических и экологических задач.

Актуальность темы «умного города» связана с глобальными тенденциями урбанизации, ростом городского населения и увеличением нагрузки на инфраструктуру. В условиях изменения климата и необходимости повышения энергоэффективности внедрение «умных» технологий становится ключевым для развития городов.

Нижний Новгород, как один из ведущих городов России, имеет потенциал для реализации инновационных решений, служащих примером для других регионов. Из графика уровня цифровизации города видно, что уровень IQ Нижнего Новгорода достаточно высокий.

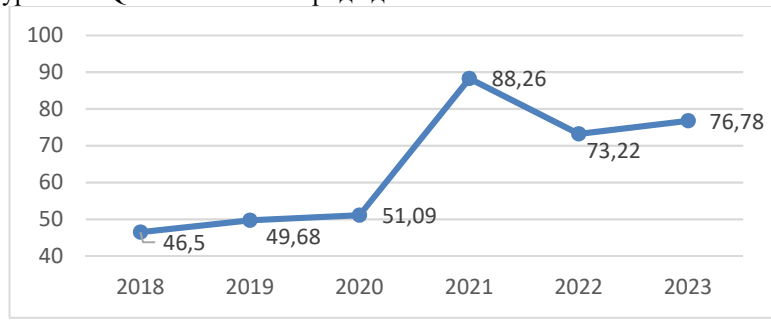


Рис. 1. Динамика уровня IQ города Нижнего Новгорода.

К основным компонентам системы «Умный город» относятся:

1. Инфраструктура и технологии.

Нижний Новгород активно развивает цифровую инфраструктуру, включая широкополосный интернет, системы мониторинга и управления городской инфраструктурой. Внедрение датчиков и IoT-устройств позволяет собирать данные о состоянии дорожного движения, качестве воздуха и других параметрах городской жизни.

2. «Умный» транспорт.

В рамках программы «Умный» транспорт в городе реализуются проекты по внедрению интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Это включает в себя системы управления движением, которые позволяют оптимизировать маршруты общественного транспорта, а также прило-

жения для пользователей, предоставляющие информацию о расписании и загруженности маршрутов.

3. Энергетическая эффективность.

Нижний Новгород стремится к повышению энергетической эффективности с помощью «умных» технологий. Установка «умных» счетчиков, систем освещения с датчиками движения и солнечных панелей на общественных зданиях способствует снижению потребления энергии и уменьшению углеродного следа.

4. Городская безопасность.

Внедрение систем видеонаблюдения с элементами искусственного интеллекта помогает повысить уровень безопасности в городе. Эти системы могут автоматически выявлять подозрительное поведение и информировать правоохранительные органы в реальном времени.

5. Гражданское участие и открытые данные.

Важным аспектом «умного города» является вовлечение граждан в процесс принятия решений. Платформы для обратной связи, а также доступ к открытым данным о работе городских служб способствуют повышению прозрачности и доверия со стороны населения.

Приведем некоторые примеры успешных решений в городе. Нижний Новгород уже реализует несколько успешных инициатив в рамках концепции «умного города». Например, проект по созданию единой городской платформы для управления данными позволяет интегрировать информацию из различных источников, улучшая координацию между городскими службами. Также активно развиваются мобильные приложения, которые предоставляют жителям актуальную информацию о городских услугах и мероприятиях.

В заключение хочется подчеркнуть, что организация системы «умный город» в Нижнем Новгороде демонстрирует потенциал применения современных технологий для решения городских проблем. Несмотря на существующие вызовы, такие как финансирование и необходимость в обучении кадров, реализация концепции «умного города» открывает новые горизонты для устойчивого развития города и повышения качества жизни его жителей. В будущем важно продолжать развивать эти инициативы, обеспечивая интеграцию новых технологий и активное вовлечение граждан в процесс управления городом.

Список источников

1. Рыкова Д. Нижний Новгород и Саров вошли в топ самых умных городов России [Электронный ресурс] //ФедералПресс. – 2022. – URL: https://fedpress.ru/news/52/society/3055901
2. Савченко А.Н., Ужегов А.О., Данилов А.Р. «Умный транспорт» для жителей мегаполиса: возможности использования цифровых технологий // Управление в современных системах. – 2021. – № 2 (30). – С. 56-65.
3. Сухарев О.С. Функции умного города как экосистемы // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». – 2022. – № 3, ч. 2. – С. 146-158.
4. Семячков К.А., Веретенникова А.Ю. Проекты умного города: систематизация отечественного и зарубежного опыта// Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2023. – № 4 (76). – 25 с.

УДК 691.421

Медведева А.Д.
Научный руководитель: Бородина Е.А, ст. преподаватель
Поволжский государственный технологическийуниверситет

КОРРОЗИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Аннотация. *В статье рассматриваются факторы возникновения коррозии керамического кирпича. Выявлены эффективные способы защиты материала от разрушений.*

Ключевые слова: *коррозия, керамический кирпич, повреждения, разрушения, высолы.*

Керамический кирпич является одним из наиболее распространённых строительных материалов, который широко используется в строительстве благодаря своей прочности, долговечности и приятному внешнему виду. Однако, несмотря на эти преимущества, он подвержен различным видам коррозии, которые могут привести к снижению его эксплуатационных характеристик и ухудшению визуальной составляющей конструкций.

Целью исследования является определение основных факторов, приводящих к коррозии кирпичной кладки, и разработка технических

предложений, направленных на предупреждение их возникновения. Задача состояла в анализе причин коррозии керамического кирпича, а также выявлении эффективных способов защиты данного материала.

Коррозия — это процесс разрушения структуры материала в результате воздействия агрессивной внешней среды. Основной причиной повреждения конструкций из керамического кирпича является периодическое увлажнение и высыхание. Материал наиболее интенсивно подвергается физической и химической коррозии в систематически увлажняемых местах (фундаменты, стены подвалов, стены и кирпичные перегородки влажных помещений, карнизы, сандрики и другие элементы зданий, незащищенные от попадания влаги из атмосферных осадков).

К методу предотвращения коррозии керамического кирпича под воздействием влаги можно отнести пропитку изделий. При обработке материала таким составом на нём образуется пленка, которая не даёт развиваться грибку и плесени. Помимо этого, она способствует сохранению цвета, защите от загрязнений и пыли, улучшении теплопроводности стены, экологически безопасна. Также, важна организация системы отвода воды от кирпичной стены, например, через отмостку или дренаж.

Не менее значимой причиной коррозии является замораживание и оттаивание влаги. Проблема возникает, когда внутри пор материала образуются кристаллы льда. На структуру керамики оказывается давление, что приводит к появлению трещин. При повторном оттаивании вода может проникать глубже в материал, усугубляя повреждения. Разрушения от размораживания выражается расслоением тела кирпича на вертикальные пластины. В результате снижается прочность и долговечность кладки. Избежать этого можно использованием марки кирпича, соответствующей необходимой морозостойкостью, и применением гидрофобизирующих добавок, которые улучшают устойчивость кладки к воздействию влаги и низких температур.

Керамические материалы хрупкие, твёрдые, прочные на сжатие и слабые на растяжение. Они выдерживают химическую эрозию, которая возникает у других материалов, подвергающихся воздействию кислой и щелочной среды. Несмотря на это, в материале могут накапливаться соли, попадающие из внешней среды. Кирпичные стены часто разрушаются под действием кристаллогидратов, образующихся в материале стен из-за растворов солей, особенно сульфатов натрия и магния. Это приводит к образованию высолов. Кроме того, в результате реакции солей и компонентов керамической массы могут образовываться рас-

ширяющиеся продукты коррозии, что способствует возникновению напряжения в материале и растрескиванию.

Для придания керамическим изделиям устойчивости по отношению к агрессивным средам их изготовляют с добавкой соответствующих материалов. Например, кислотоупорные изделия готовят из тугоплавких и огнеупорных основных и полукислых глин высокой и средней пластичности. Образование высолов из-за содержания водорастворимых солей можно предотвратить путем введения в шихту при производстве кирпича соединений бария, способных перевести водорастворимые сульфаты, имеющиеся в кирпиче, в нерастворимые.

Преимуществом керамики является высокая механическая прочность. Она слабо подвержена разрушению при сильной вибрации и больших перегрузках. Поэтому, при правильной укладке кирпича и своевременному устранению трещин и сколов вероятность механической коррозии мала.

Таким образом, анализ причин и способов предотвращения коррозии керамического кирпича показал основные факторы её появления и определил необходимость их предусмотрения. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку новых материалов и методов защиты, адаптированных к специфическим условиям эксплуатации материала.

Список источников

1. Тамилин М. /Строительный портал / Каталог статей / Полезные советы и аналитика [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.domastroim.su/

2. Желдаков Д.Ю. /Химическая коррозия кирпичной кладки. Протекание процесса. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

УДК 624.13

Мельников А.И., Николаев Ю.А.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Йошкар-Олинский строительный техникум

ОСОБОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ: ТРИУМФ ИНЖЕНЕРИИ НАД ПРИРОДОЙ И ВЫЗОВЫ БУДУЩЕГО

Аннотация. *Рассматриваются сложности и перспективы строительства на территориях вечной мерзлоты.*

Ключевые слова: *вечная мерзлота, фундамент, модульное строительство, геотехнический мониторинг.*

Строительство в зоне вечной мерзлоты – это не просто возведение зданий и инфраструктуры. Это область, где ошибки могут стоить очень дорого, а инновации открывают новые горизонты для освоения Арктики, стратегически важного региона для России.

Вечная мерзлота: загадочный фундамент Арктики. Это сложный, многокомпонентный грунт, находящийся в состоянии отрицательной температуры в течение как минимум двух лет подряд.

Этот фундамент Арктики состоит из: мерзлых грунтов разного состава, льда в различных формах, непромерзающих участков (таликов), органических веществ.

Привычные строительные методы, отработанные в умеренном климате, в условиях вечной мерзлоты оказываются неэффективными, а порой и опасными.

Это связано с рядом факторов: непредсказуемое поведение грунтов при оттаивании, осадка, пучение, термокарст, термоэрозия, агрессивное воздействие мерзлых грунтов, суровые климатические условия, высокая экологическая уязвимость Арктики, ограниченность ресурсов и инфраструктуры.

В основе строительства на вечной мерзлоте лежат два основных принципа:

1. Принцип сохранения мерзлоты (I принцип): этот принцип предполагает, что грунт основания должен оставаться в мерзлом состоянии на протяжении всего срока эксплуатации здания.

2. Принцип использования мерзлых грунтов в оттаивающем состоянии (II принцип): этот принцип предполагает, что грунт под основанием здания предварительно оттаивается и уплотняется. Важно отметить, что II

принцип сопряжен с повышенными рисками и требует тщательных расчетов и мониторинга.

Для реализации этих принципов используется широкий спектр технологий, материалов и инженерных решений, адаптированных к условиям вечной мерзлоты:

• фундаменты на сваях. Важно, чтобы сваи были надежно закреплены в мерзлом грунте на достаточной глубине, чтобы выдерживать нагрузки от здания и предотвращать его деформацию при оттаивании верхнего слоя грунта. Используются специальные методы замораживания сваи в грунте (например, с использованием термосифонов).

• вентилируемое подполье. Вентилируемое подполье позволяет сохранить мерзлое состояние грунта и предотвратить его деформацию.

• термостабилизация грунтов: использование специальных устройств (термосифонов, охлаждающих труб), которые отводят тепло из грунта в атмосферу, поддерживая его в мерзлом состоянии.

• противопучинные подушки. Противопучинные подушки позволяют компенсировать силы пучения, возникающие при промерзании грунта, и предотвратить деформацию фундаментов.

• использование морозостойкого бетона. Морозостойкий бетон должен обладать высокой водонепроницаемостью и устойчивостью к воздействию агрессивных химических веществ.

• применение специальных сталей. Для конструкций, работающих в условиях вечной мерзлоты, используются специальные низколегированные стали, обладающие высокой прочностью и устойчивостью к коррозии.

• теплоизоляционные материалы. Современные теплоизоляционные материалы должны обладать высокой эффективностью, долговечностью и устойчивостью к воздействию влаги и агрессивных химических веществ.

• модульное строительство. Модульное строительство позволяет значительно сократить сроки строительства, снизить его стоимость и минимизировать воздействие на окружающую среду.

• геотехнический мониторинг. Геотехнический мониторинг включает в себя измерение температуры грунта, уровня грунтовых вод, деформаций зданий и сооружений, а также другие параметры, позволяющие оценить состояние грунта и конструкций.

Изменение климата: новый вызов для строителей Арктики. Будущее строительства в вечной мерзлоте связано с развитием инновационных технологий и материалов, а также с переходом к устойчивому развитию, которое учитывает экологические, экономические и социальные аспекты.

Необходимы дальнейшие исследования в области:

• прогнозирования изменений состояния мерзлоты: разработка более точных моделей, позволяющих прогнозировать оттаивание грунтов и связанные с этим риски. Использование данных дистанционного зондирования Земли и геофизических методов для мониторинга состояния мерзлоты.

• разработки новых материалов и технологий: создание более эффективных и экологически безопасных материалов и технологий, адаптированных к условиям Арктики. Использование композитных материалов, геосинтетических материалов и других инновационных решений.

• оптимизации строительных процессов: сокращение сроков строительства и снижение его стоимости без ущерба для качества и безопасности. Использование модульного строительства, автоматизации и роботизации строительных процессов.

• экологической безопасности: минимизация негативного воздействия строительства на окружающую среду и сохранение уникальной экосистемы Арктики. Использование экологически чистых материалов и технологий, рекультивация нарушенных территорий и создание охраняемых природных зон.

Важные направления:

• совершенствование нормативной базы: разработка и обновление нормативных документов, регламентирующих проектирование и строительство в условиях вечной мерзлоты.

• подготовка квалифицированных кадров: обеспечение строительных организаций квалифицированными кадрами, обладающими знаниями и опытом работы в условиях вечной мерзлоты.

• развитие международного сотрудничества: обмен опытом и технологиями с другими странами, имеющими опыт строительства в условиях вечной мерзлоты.

В заключение: строительство в вечной мерзлоте – это сложная, но выполнимая задача. Она требует глубоких знаний, опыта, применения самых современных технологий и ответственного отношения к окружающей среде. Освоение Арктики является является ключевым фактором для достижения этой цели.

Список источников

1. Пантилеенко В.Н. Строительство в Арктике: состояние и перспектива: учеб. пособие / В. Н. Пантилеенко; Минобрнауки России, Ухтин. гос. техн. ун-т. - Ухта: УГТУ, 2016. - 127 с.

УДК 330.322:629.3.083(571.63)

Михеев Н.А.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ВЛОЖЕНИЙ В РАЗВИТИИ СЕРВИСА ПО РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Аннотация. *В данной статье исследуется активность инвестиционных вложений в развитие сервисов по ремонту автомобилей в Приморском крае. Актуальность темы обусловлена растущим спросом на автомобильные услуги в регионе, вызванным увеличением числа автомобилей и требований к качеству сервиса. Анализируются основные факторы, влияющие на инвестиционную привлекательность данного сектора, включая экономическую ситуацию, инфраструктуру и уровень конкуренции. Результаты исследования могут быть полезны как для инвесторов, так и для владельцев автосервисов, стремящихся оптимизировать свои стратегии в условиях меняющегося рынка.*

Ключевые слова: *инвестиции, автосервисы, Приморский край, ремонт автомобилей, развитие сервиса, экономическая привлекательность, инновационные технологии, рынок услуг, управление, стратегические рекомендации.*

В последние годы рынок услуг по ремонту автомобилей в России демонстрирует стабильный рост, особенно в региональных центрах. Приморский край, благодаря своему географическому положению и развивающейся инфраструктуре, становится привлекательной площадкой для инвестиционных вложений в эту сферу. Настоящая статья направлена на анализ текущей ситуации с инвестициями в сферу автосервиса в Приморском крае, выявление основных трендов и перспектив развития.

Текущая ситуация на рынке автосервисов

Рынок услуг по ремонту автомобилей в Приморском крае характеризуется разнообразием предлагаемых услуг: от мелкого ремонта и технического обслуживания до сложных кузовных работ и диагностики. С увеличением числа автомобилей на дорогах региона, особенно иностранных марок, растет и спрос на качественный сервис.

Однако, несмотря на этот рост, автосервисная отрасль сталкивается с рядом проблем, таких как нехватка квалифицированных кадров, высокие затраты на оборудование и технологии, а также усложненные логистические цепочки для обеспечения запчастями. В таких условиях активность инвестиционных вложений становится особенно актуальной.

Инвестиционный климат в Приморском крае

Приморский край привлекает внимание инвесторов благодаря своему стратегическому расположению, близости к магазинам Азии, а также наличию свободных экономических зон. В последние годы правительство региона активно работает над улучшением инвестиционного климата, предлагая различные льготы и преференции для новых проектов.

Согласно данным, предоставленным местными органами власти, в 2022 году наблюдался рост числа зарегистрированных предприятий в сфере автосервиса на 15%. Это говорит о высокой заинтересованности инвесторов в создании новых точек обслуживания автомобилей.

Основные направления инвестиций

1. Техническое оснащение: Инвесторы активно вкладывают средства в модернизацию и оснащение автосервисов современным оборудованием и инструментами, что позволяет повысить качество услуг и сократить время ремонта.

2. Обучение и развитие кадров: Важным направлением является инвестиции в обучение персонала. Партнерства с учебными заведениями и центрами подготовки специалистов помогают решать проблему нехватки квалифицированных кадров.

3. Цифровизация услуг: с каждым годом всё больше автосервисов внедряют цифровые решения: приложения для записи на услуги, системы управления очередями и □RM-системы для повышения эффективности работы. Инвестиции в IT-технологии позволяют улучшить клиентский опыт и сократить затраты.

4. Сетевые форматы: Создание франшиз или сетевых точек обслуживания дает возможность минимизировать риски и быстро выйти на рынок с узнаваемым брендом.

Перспективы и вызовы

Несмотря на положительную динамику, отрасль сталкивается с рядом вызовов. Это включает в себя нестабильность экономики, изменение потребительских предпочтений и рост конкуренции. В то же время, с увеличением количества автомобилей и ростом популярности электрических и гибридных моделей, открываются новые ниши для инвестирования.

Создание новых сервисов, специализирующихся на ремонте электромобилей и гибридов, становится актуальным направлением для ин-

весторов. Приморский край, имея лишь несколько специализированных сервисов, может завоевать эту нишу при поддержке инвестиций.

Активность инвестиционных вложений в развитие сервиса по ремонту автомобилей в Приморском крае демонстрирует хороший потенциал для роста. Однако успешность этих вложений зависит от комплексного подхода к решению существующих проблем, внедрения современных технологий и обучения кадров. Для инвесторов, ищущих устойчивые и прибыльные вложения, рынок автосервисов в Приморском крае представляет собой интересную и перспективную возможность.

Список источников

1. Кузнецов, А. С. (2019). *Инвестиции и инвестиционная политика в России*. Москва: Издательство "Экономика".

2. Официальный сайт правительства Приморского края. Раздел о инвестициях и развитии бизнеса. Retrieved from [https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/economics/investment-activity.php].

УДК 691:004.9

Морозова Ю.В., Русинова В.А.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Йошкар-Олинский строительный техникум

3D-ПЕЧАТЬ КАК РЕВОЛЮЦИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Аннотация. *Проведен анализ применения 3D-печати как новой технологии возведения зданий.*

Ключевые слова*: 3D-печать, послойное экструдирование, селективное лазерное спекание, напыление.*

Технология 3D-печати на специальном принтере появилась в начале 1980-х годов и с тех пор все больше проникает в нашу жизнь. Сегодня данным методом изготавливают самые разные изделия, начиная от сувениров, и заканчивая зубными имплантатами и деталями для самолетов. Более того, в последние годы этот вид производства постепенно

стал проникать и в строительную сферу, благодаря чему ближе к середине 2010 годов впервые была успешно опробована 3D-печать домов.

За последние пять лет было возведено 112 конструкций напечатанных на 3D принтере, общая площадь которых составила около 10 000 м^2.

История 3D-печати в строительстве начинается с 1939 года, когда Уильям Уршель создал первое в мире здание из бетона с 3D-печатью в Вальпараисо, штат Индиана.

В 1984 году американец Чарльз Халл разработал технологию послойного выращивания физических трёхмерных объектов из фотополимеризующейся композиции (ФПК). Технология получила название «стереолитографии» (STL). Патент на своё изобретение автор получил только в 1986 году, тогда же он основал компанию 3D System и приступил к разработке первого промышленного устройства для трёхмерной печати, которое было представлено общественности в 1987 году.

В 1988 году Скотт Крамп (США) запатентовал технологию трёхмерной печати с помощью послойной заливки расплавленной нити полимера (FDM).

В 2014 году начался прорыв в области строительства зданий с использованием 3D-печати бетоном.

В феврале 2017 года первый дом, полностью напечатанный на 3D-принтере, создали в России, в подмосковном Ступине. Он был целиком напечатан на стройплощадке, а не собран из деталей, созданных в заводских условиях.

На возведение стен дома площадью 38 м^2 потребовалось всего лишь 24 часа. Остальные работы (монтаж кровли и окон, внутренняя и внешняя отделка) заняли еще около трех недель. Строительство «под ключ» (включая фундамент, стены, перекрытия, кровлю, электропроводку, двери и окна, наружную и внутреннюю отделку) обошлось в сумму 593,6 тыс. руб.

Технология 3D-строительства ничем не отличается от самого популярного способа 3D-печати методом экструзии расплавленным пластиком - FDM, разве что сопло гораздо большего диаметра - около 50 мм, а вместо пластика самоотверждающийся композитный материал на основе цемента и армирующих добавок - фиброволокна, полимеров и т.д.

Многочисленные испытания уже доказали, что материалы могут для 3D-печати обеспечить достаточную несущую способность, морозостойкость и сопротивление паропроницаемости.

Бетон для 3D-печати отличается от обычного тем, что он имеет специальные добавки, которые делают его более прочным. Например,

можно использовать армирование с помощью стекловолокна или добавлять в смесь фиброволокно. Это позволяет создавать надежные и долговечные сооружения, соответствующие высоким стандартам качества.

Существует три основных способа работы принтеров:

- послойное экструдирование: бетонную смесь подают под давлением, и она укладывается слоями, создавая прочные и надежные конструкции.
- напыление: на рабочую поверхность распыляется специальная смесь, состоящая из песка и клейкого вещества, что дает возможность формировать элементы с разнообразными текстурами и формами.
- селективное лазерное спекание: лазерный луч плавит песок, создавая твердые делюлизированные объекты.

3D-печать, ставшая неизменной частью современных технологий, представляет собой настоящую революцию в архитектуре и строительстве. Она обладает множеством значительных преимуществ, которые значительно улучшили процесс проектирования и строительства: гибкость дизайна, сокращение времени на строительство**,** экономия материалов, устойчивость и инновации, экономическая эффективность, повышенная точность.

3D-печать в строительстве активно развивает использование инновационных материалов, что позволяет улучшать качество, устойчивость и функциональность конструкций.

Использование этой технологии позволяет значительно снизить количество отходов и уменьшить объем используемых ресурсов.

Использование экологически чистых и переработанных материалов в 3D печати помогает свести к минимуму углеродный след.

Улучшенная проектировка зданий с помощью 3D-печати позволяет снизить энергозатраты на строительство и эксплуатацию, тем самым поддерживая концепцию устойчивого развития.

Таким образом, 3D-печать становится важным инструментом в направлении экологически чистого и устойчивого строительства.

Также 3D-принтеры активно применяют для реставрации каких-либо деталей, орнамента исторических конструкций, поскольку классические орнаменты на фасадах таких зданий очень сложно, а зачастую просто невозможно, воспроизвести в наше время.

В заключении хочется еще раз отметить бесспорные преимуществами применения 3D-печати в строительстве: повышении скорости и точности строительства, простота эксплуатации, относительно невысокая себестоимость готового объекта, снижение использования ручного труда и риска производственного травматизма. Среди основных недостат-

ков можно отметить: высокую стоимость оборудования, возможность возведения конструкций в ограниченной рабочей зоне, высокие требования к составу рабочего материала, отсутствие универсальной смеси, климатические препятствия и отсутствие нормативной базы для проектирования и строительства зданий с помощью данной технологии. В настоящее время строительная отрасль отдает предпочтение использованию классических технологии возведения зданий и сооружений, но интерес к этому направлению проявляют не только университеты и научные группы, но и ведут свои разработки крупные компании.

Список источников

1. Лисяк В.В. «Основы компьютерной графики: 3D-моделирование и 3D-печать»: учебное пособие, Ростов-на-Дону; Таганрог: Юж. федер. ун-т, 2021.
2. Мамаева Е.А., Суворова Т.Н. «Зарубежный опыт применения 3D-моделирования и прототипирования для формирования цифровых компетенций», «Информатика в школе», 2020, №7.

УДК 691.162

Николаев С.В.
Научный руководитель: Нехорошков П.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОАСФАЛЬТОБЕТОНА

Аннотация. *В данной статье рассматривается технология приготовления резиноасфальтобетона (РАБ), которая представляет собой композитный материал, состоящий из битума и модифицирующих добавок в виде молотых резинок от шин. Резиноасфальтобетон демонстрирует повышенные механические и эксплуатационные характеристики, что делает его подходящим материалом для строительства и ремонта дорожных покрытий. Проведенные исследования показывают, что использование резины в асфальтобетонных смесях не только улучшает долговечность покрытий, но и способствует решению проблемы утилизации шин, что имеет важное экологическое значение. В статье приведены результаты лабораторных и полевых испытаний, а также предложены рекомендации по технологии производства РАБ,*

соответствующие современным требованиям по качеству и устойчивости дорожных покрытий.

Ключевые слова: *дорожное основание, строительство земляного полотна, модификация материалов, строительные материалы.*

Введение. Приготовление резиноасфальтобетона, как современной альтернативы традиционным асфальтобетонным смесям, становится актуальной темой в условиях растущих требований к прочности дорожных конструкций и необходимости решения экологических проблем. Модификация асфальтобетонов с использованием резиносодержащих добавок позволяет не только улучшить их эксплуатационные характеристики, но и уменьшить воздействие на окружающую среду, путем переработки отходов в виде отработанных шин [1].

Процесс приготовления РАБ включает несколько этапов, каждый из которых требует особого внимания к деталям, чтобы достичь оптимальных характеристик конечного продукта. Вначале резину подвергают механической обработке до достижения нужной фракции. Затем подготовленный порошок резины в определенных пропорциях добавляется в горячий битум и тщательно перемешивается. Этот этап критически важен, так как равномерное распределение резины в битуме обеспечивает необходимые свойства готовой смеси [2].

После этого в резиноасфальтобетонную смесь добавляют разнообразные минеральные материалы, такие как песок, щебень и различные добавки, улучшающие адгезию и текучесть. Смешивание всех компонентов происходит при повышенных температурах, что позволяет достичь однородности и нужной консистенции смеси.

Исследования показывают, что внедрение резины в структуру асфальтобетона существенно ароматизирует его основные механические параметры, такие как прочность на сжатие, устойчивость к деформациям и термостойкость. РАБ демонстрирует значительно меньшую подверженность к образованию трещин и деформациям при эксплуатации, что обусловлено амортизационными свойствами резины и ее влиянием на модуль упругости в смеси.

В отличие от традиционных асфальтобетонных смесей, резиноасфальтобетоны показали лучших результаты в условиях температурных изменений и циклических нагрузок, что делает их оптимальным выбором для районов с суровыми климатическими условиями и интенсивным трафиком.

Необходимо отметить, что использование резиноасфальтобетонов

напрямую способствует снижению экологического ущерба. Утилизация отработанных шин является значимой задачей, и применение РАБ в дорожном строительстве служит практическим решением этой проблемы. Таким образом, внедрение данной технологии в широкие масштабы не только повышает качество дорожных покрытий, но также имеет положительное влияние на экологическую ситуацию в регионах с высокими показателями автомобильного трафика.

Заключение. Технология приготовления резиноасфальтобетона представляет собой перспективное направление в развитии строительных материалов для дорожной инфраструктуры. Подход, сочетающий переработку отходов и создание более долговечного продукта, позволяет не только улучшать качество автомобильных дорог, но и вносить вклад в решение актуальных экологических проблем. Национальные и местные строительные организации должны учитывать положительный опыт применения РАБ, что, безусловно, приведет к созданию устойчивой и безопасной дорожной сети. Ожидается, что будущие исследования будут направлены на дальнейшее оптимизацию технологии, а также на изучение новых рецептур и добавок, способствующих повышению характеристик резиноасфальтобетонов.

Список источников

1. Иванов С.А. Резиноасфальтобетон на основе продукта утилизации отходов промышленности // Вестник ВСГУТУ. 2024. №4 (95).

2. Черсков Р.М., Дьяков К.А., Зинченко Е.В. Технология получения высокопрочных резинированных асфальтобетонов // □onstruction materials. 2011. №10.

УДК 625.855.3

Норкобилов И.К. угли
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АСФАЛЬТОБЕТОН И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Аннотация. *В данной статье рассматривается структура и назначение асфальтобетона как основного материала, используемого в дорожном строительстве. Анализируются современные проблемы, с которыми сталкиваются инженеры и проектировщики, а также обсуждаются актуальные направления его совершенствования. Оценка физико-механических свойств, долговечности, устойчивости к воздействию внешней среды и ремонта асфальтобетонных покрытий служит основой для предложений по внедрению инновационных технологий и новых материалов. В заключение, подчеркивается важность продолжения исследований в этой области для повышения качества дорожной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *асфальтобетон, дорожные покрытия, автомобильные дороги.*

Введение. Асфальтобетон, представляющий собой композитный материал, состоит преимущественно из битума и минерального порошка, является неотъемлемой частью современного дорожного строительства. Его качества, такие как прочность, устойчивость к деформациям и водопроницаемость, определяют долговечность дорожных покрытий и их эксплуатационные характеристики. Однако с учетом роста интенсивности дорожного движения, изменений климатических условий и экологических требований асфальтобетонные покрытия сталкиваются с новыми вызовами, что обуславливает необходимость в их совершенствовании [1].

Асфальтобетон состоит из двух основных компонентов: вяжущего вещества (битума) и заполнителей (щебень, песок). Битум, как гидрофобный материал, обеспечивает сцепление частиц и защищает их от воздействия влаги, тем самым предотвращая разрушение покрытия. Важно отметить, что свойства асфальтобетона зависят от соотношения компонентов, технологии производства и условий укладки.

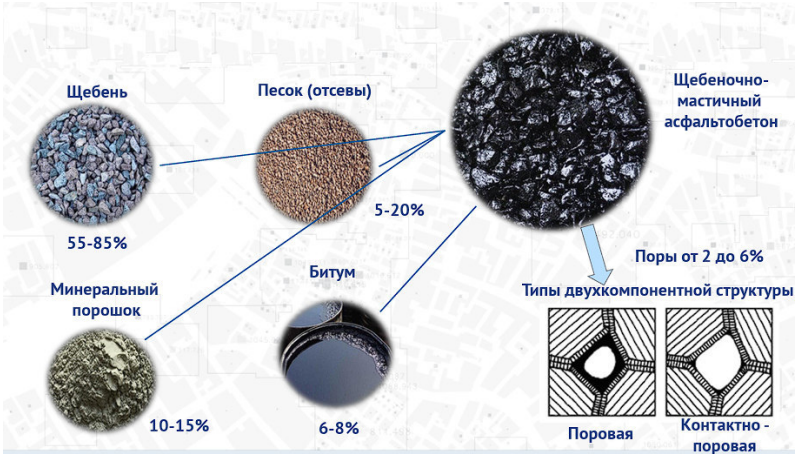


Рис.1. Компоненты для приготовления асфальтобетонной смеси

Существующие асфальтобетонные смеси подвержены влиянию ряда факторов. Среди основных проблем выделяется возникновение трещин, деформаций, а также ослабление прочности на растяжение из-за температурных колебаний [2]. Кроме того, в условиях растущего потока автомобилей актуальными становятся вопросы шумового загрязнения и износа поверхности. Для многих стран охрана окружающей среды накладывает дополнительные ограничения на использование определенных материалов и технологий.

Совершенствование асфальтобетона может осуществляться через внедрение инновационных технологий и новых материалов. Например, использование модифицированных битумов, которые добавляют полимеры и другие добавки, позволяет улучшить прочностные характеристики и устойчивость к температурным изменениям. Кроме того, исследуется возможность применения экологически чистых материалов, таких как переработанный асфальтобетон, что не только снижает затраты, но и уменьшает негативное воздействие на природу.

Важным направлением является разработка новых методов укладки и технического контроля за качеством асфальтобетона. Чувствительные к изменениям температуры и влажности материалы способны адаптироваться к условиям эксплуатации, значительно увеличивая срок службы дорожных покрытий. Интеллектуальные технологии, такие как мониторинг состояния покрытия в режиме реального времени, могут значительно повысить эффективность управления дорожным хозяйством.

Заключение. Асфальтобетон является фундаментальным материалом в дорожном строительстве, и его дальнейшее совершенствование не только улучшит эксплуатационные характеристики инфраструктуры, но и сделает ее более устойчивой к внешним воздействиям. Инновации в области материаловедения, технологии укладки и подходов к ремонту асфальтобетонных покрытий открывают новые горизонты для создания более качественной и безопасной дорожной сети. Важность продолжения научных исследований и внедрения новых технологий не вызывает сомнений, так как это может внести весомый вклад в развитие инфраструктуры и улучшение качества жизни населения.

Список источников

1. Быстров Н.В. Новые подходы к стандартизации дорожных асфальтобетонов // Вестник ХНАДУ. 2017. №79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-podhody-k-standartizatsii-dorozhnyh-asfaltobetonov (дата обращения: 06.04.2025).

2. Мусин Р.А. Деформации в асфальтобетонных покрытиях и пути решения проблемы // Инновационная наука. 2016. №8-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/deformatsii-v-asfaltobetonnyh-pokrytiyah-i-puti-resheniya-problemy (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 691.32

Носиров М.С.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

БИОМОДИФИКАТОРЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Аннотация. *Современное строительство сталкивается с необходимостью улучшения характеристик материалов, что обусловлено требованиями к устойчивости, прочности и экологичности. Одним из перспективных направлений является использование биомодификаторов, которые представляют собой натуральные или синтетически полученные добавки, способные улучшать физико-химические свойства строительных материалов. Данная статья посвящена исследованию различных типов биомодификаторов, их влиянию на характеристики строительных смесей и технологиям их получения. Рассматриваются механизмы действия биомодификаторов, а также эффективность их применения в цементных и бетонных смесях, а также в других строи-*

тельных материалах. Вместе с этим в статье обсуждаются технологии получения биомодификаторов, их взаимодействие с компонентами строительных смесей и влияние на конечные характеристики материалов. Результаты исследования подтверждают, что применение биомодификаторов не только улучшает свойства материалов, но и способствует сокращению негативного влияния строительной отрасли на окружающую среду.

Ключевые слова: *биомодификаторы, строительные материалы, строительные смеси.*

Строительная отрасль является одной из наиболее ресурсоемких и загрязняющих окружающую среду. С учетом глобальных изменений климата и необходимости перехода к устойчивому развитию, важным фактором становится использование инновационных материалов и технологий, которые способствуют минимизации негативного воздействия на природу. В этой связи биомодификаторы представляют собой важный шаг к созданию более устойчивых и экологически чистых строительных материалов [1].

Биомодификаторы могут быть разделены на несколько категорий, включая природные полимеры, микробные добавки и вторичные сырьевые компоненты. Природные полимеры, такие как целлюлоза, хитозан и белки, обладают уникальными свойствами, которые могут значительно улучшать прочность и долговечность бетонных смесей. Микробные добавки, включая экзополисахариды и биопленки, способны улучшать адгезию материалов и увеличивать их водоотталкивающие свойства.

Биомодификаторы действуют на материал, изменяя его структуру и межфазные взаимодействия. Например, добавление природного полимера в цементные смеси может уменьшить размер пор и увеличить плотность конечного продукта. Это, в свою очередь, ведет к улучшению механических свойств и устойчивости к агрессивным средам. Микробные добавки способствуют образованию защитных пленок, что позволяет улучшить долговечность материалов при воздействии влаги и химических веществ.

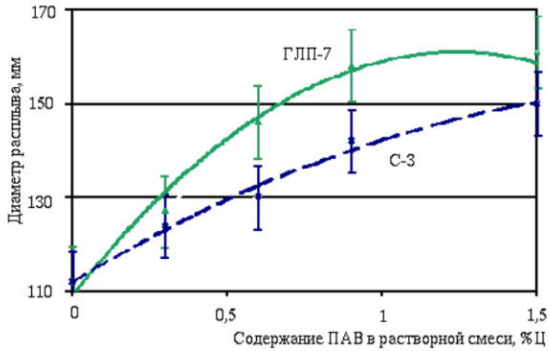


Рис. 1. Влияние добавок на расплыв растворной смеси из ПЦ400 [1]

Процесс получения биомодификаторов может различаться в зависимости от их типа и источника. Например, экстракция природных полимеров может проводиться с использованием растворов, что позволяет получить высокую чистоту продукта. Микробные биомодификаторы, как правило, получают с использованием культивирования микроорганизмов, которые производят необходимые соединения в оптимальных условиях. В этой статье детально рассматриваются различные методы экстракции и синтеза биомодификаторов, а также их подготовка к внедрению в строительные материалы.

К усиливающим наполнителям реакционно-способных олигомеров и композитов на их основе можно отнести нанодисперсные наполнители, которые приводят к изменению реологических параметров олигомеров, оказывают влияние на процессы их сеткообразования и на формирование макроструктуры. В этом случае осуществляется принцип образования полимера на поверхности наполнителей. Одним из успешных методов образования наполненных полимерных композитов является принцип «конденсационного», или «химического», наполнения, когда ультратонкие твердые частицы нового вещества образуются в результате химических реакций компонентов исходной смесевой композиции. Наполнитель, образованный в полимерной матрице в ходе ее формирования, равномерно распределяется в виде наноразмерных включений [2].

Исследования показывают, что добавление биомодификаторов в цементные и бетонные смеси значительно влияет на их физические и механические свойства. Биомодификаторы могут улучшать прочность на сжатие, устойчивость к трещинообразованию и водопроницаемость. Кроме того, использование биомодификаторов позволяет сократить по-

требление обычных добавок, тем самым снижая углеродный след производства строительных материалов.

Заключение. Биомодификаторы представляют собой многообещающую область для разработки новых, более устойчивых строительных материалов. Технологии их получения продолжают развиваться, открывая новые возможности для применения в строительной отрасли. Будущее строительства зависит от внедрения экологически чистых технологий и использования инновационных материалов, которые позволят значительно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Важно дальнейшее исследование и разработка биомодификаторов, что может помочь в создании более эффективных и безопасных строительных решений.

Список источников

1. Дудынóв С.В. Биомодификаторыдля строительных материалови технология их получения // Вестник МГУ. 2008. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biomodifikatorydlya-stroitelnyh-materialovi-tehnologiya-ih-polucheniya (дата обращения: 03.04.2025).

2. Абдрахманова Л.А. Наномодификаторы для строительных материалов на основе линейных и сетчатых полимеров // □onstruction materials. 2011. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nanomodifikatory-dlya-stroitelnyh-materialov-na-osnove-lineynyh-i-setchatyh-polimerov (дата обращения: 03.04.2025).

УДК 691.32

Ожиганов А.А., Ахтямов К.Д.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ И ПРАВИЛА ПОДВОДНОГО БЕТОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Бетонирование под водой — это сложный процесс, требующий специальных технологий и материалов для обеспечения прочности и монолитности конструкции. В данной статье представлены некоторые особенности и правила подводного бетонирования.*

Ключевые слова: *бетонирование под водой, прочность, монолитность, особенности, правила.*

Введение. Подводное бетонирование применяется при строительстве гидротехнических сооружений, мостовых опор и других подводных конструкций. Процесс требует точного контроля с использованием подводного оборудования. Бетонная смесь должна обладать высокой подвижностью, водостойкостью и устойчивостью к размыванию. Для предотвращения вымывания цемента применяют добавки, повышающие вязкость [1].

Цель - изучить особенности и правила бетонирования конструкций под водой.

Задачи.

1. Проанализировать изученные особенности и правила, выделить основные моменты и сделать выводы.

Особенности подводного бетонирования.

1. Агрессивная среда: вода может оказывать механическое воздействие (течение, волны) и химическое влияние (растворение, выщелачивание);
2. Сложность укладки: бетонная смесь должна сохранять свои свойства при транспортировке и укладке под водой;
3. Высокие требования к смеси: необходима высокая подвижность, связность и устойчивость к расслоению;
4. Ограниченная видимость: работы проводятся в условиях плохой видимости, что требует наличия и использования специального оборудования и методов контроля [2].

Правила подводного бетонирования.

1. Использование высококачественных материалов: цемент с временем схватывания более двух часов, чистый песок, крупный заполнитель без примесей;

2. Водоцементное соотношение должно быть оптимальным, обычно 0,55-0,6;

3. Контроль подвижности: подвижность смеси должна сохраняться в течение всего процесса бетонирования. Используется показатель осадки конуса (16–20 см для метода ВПТ);

4. Связность смеси: для предотвращения расслоения смесь должна обладать высокой связностью. Оценивается по относительному водоотделению, которое должно быть в пределах 0,01-0,03;

5. Технология укладки: бетонирование должно проводиться непрерывно, чтобы избежать образования пробок в трубах. При использовании метода ВПТ труба должна быть заглублена в ранее уложенный бетон для предотвращения смешивания с водой;

6. Контроль качества: проверка прочности и монолитности бетона после укладки. Использование образцов, отформованных под водой, для оценки прочности;

7. Безопасность: работы должны проводиться с использованием специального оборудования и средств защиты. [3]

Вывод:

1. Изучив особенности подводного бетонирования, можно сделать вывод, что подводный метод бетонирования является технически сложным методом.

2. Подводное бетонирование является эффективным методом для строительства и ремонта гидротехнических сооружений.

3. Изучив основные правила подводного бетонирования, можно сделать вывод о том, что результат процесса зависит от строгого соблюдения технологических требований, использования качественных материалов и постоянного контроля качества. При правильной организации работ подводное бетонирование позволяет создавать надежные и долговечные конструкции, способные выдерживать сложные условия эксплуатации в водной среде.

Список источников

1. Евдокимов Н.И., Мацкевич А.Ф., Сытник В.С. Технология монолитного бетона и железобетона: Учеб. пособие для строительных вузов. - М.: Высш. школа, 1980. - 335 с., ил.

2. Пшинько А.Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений [Текст] /А.Н. Пшинько. - Д.: Пороги, 2000. - 412 с.

3. Ануфриева Е.В., Клочко Б.Г. Технологические свойства бетонов и растворов для подводного бетонирования // Наука и прогресс транспорта. 2019. №27. С. 149 – 153.

УДК 624.05

Павлов А.П.
Научный руководитель: Ворона-Сливинская Л. Г., д-р экон. наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация. *Около семидесяти процентов площади Российской Федерации приходится на территории Крайнего Севера. Суровые климатические условия этих территорий оказывают существенное воздействие на проведение строительных работ, в особенности на возведение наземных конструкций. Особое внимание при этом уделяется бетонным работам. В условиях низких температур бетон без применения специальных технологий может остановить или существенно замедлить процесс набора прочности. Поэтому критически важно подобрать оптимальную технологию бетонирования, которая обеспечит не только быстрое затвердевание бетона, но и сохранит материалоемкость и трудозатраты в приемлемых пределах.*

Ключевые слова: *Крайний Север, средняя температура воздуха, бетонные работы, технологии бетонирования.*

Выполнение бетонных работ в холодное время года, особенно в условиях Крайнего Севера, сопряжено со значительными трудностями и требует особого внимания к деталям. Одной из ключевых задач является предотвращение образования трещин в затвердевающем бетоне.

Однако, как определить оптимальный метод для выполнения бетонных работ? Решение этой задачи обусловлено целым рядом разнообразных аспектов. Первостепенным и наиболее значимым критерием является специфика бетонируемой конструкции: будь то фундамент, плита, стена, колонна или что-либо другое. Далее, вторым по значимости выступает учет внешних обстоятельств, в частности, температуры воздуха. Пренебрежение этим фактором способно свести на нет эффективность некоторых методик. И, наконец, второстепенные аспекты, такие как требуемое время для достижения необходимой прочности, общий вес конструкции и прочие параметры.

Наиболее распространенным и проверенным временем способом является «термос». Суть его заключается в предварительном нагреве бетонной смеси. Для этого используются электроды. После нагрева, смесь транспортируется на строительную площадку, где производится её укладка в подготовленную опалубку. Завершив укладку, бетон укрывают теплоизоляционным материалом, обеспечивая полное покрытие поверхности. Затвердевание бетона происходит постепенно, благодаря как первоначальному теплу, полученному от электродов, так и теплу, выделяемому в процессе экзотермической реакции гидратации цемента.

Технология термоса привлекательна своей простотой и доступностью, не требующей привлечения специалистов высокой квалификации, и экономичностью. Однако, главным минусом является ее неприменимость для сложных архитектурных форм, отличных от простых прямоугольников или квадратов, с обилием углов и выступов. Кроме того, как уже отмечалось, метод термоса совершенно не подходит для конструкций, имеющих значительную и неравномерную площадь охлаждения.

Также в условиях Крайнего Севера широкое распространение получил метод изготовления бетона с использованием антифризных или противоморозных (ПМД) добавок. ПМД добавки способствуют снижению температуры замерзания воды в бетонной смеси, ускоряют процесс гидратации цемента и уменьшают риск растрескивания бетона, обеспечивая его целостность.

Бетоны с ПМД добавками характеризуются повышенной прочностью и морозостойкостью в сравнении с обычными бетонами, что достигается за счет уменьшения потребления воды на единицу объема. Ключевую роль там играют соли натрия и кальция, которые понижают точку замерзания воды, содержащейся в смеси. Ускорители, такие как нитриты, стимулируют процесс набора прочности бетона. Комплексные добавки улучшают показатели прочности и устойчивости к морозу.

Одним из ключевых достоинств данного способа бетонирования является сравнительно небольшая цена используемых компонентов. В числе недостатков противоморозных присадок выделяют их возможные негативные последствия (высолов при применении добавок на основе соединений натрия или высокую пожароопасность у кислотных добавок).

Рассмотрим более продвинутые методы бетонирования при отрицательных температурах. Главный из них – электропрогрев бетона, задача которого – обеспечить поддержание температуры бетонной смеси выше нуля в течение определенного времени.

Принцип электропрогрева заключается в размещении внутри и на поверхности бетонной массы электродов, соединенных с трансформатором. Возникающее электрическое поле генерирует тепло. Благодаря содержащейся воде, бетонная смесь эффективно проводит электричество, что обеспечивает быстрый нагрев. Важно учитывать теплопотери, поэтому после установки электродов требуется использование качественной теплоизоляции. Следует применять только переменный ток, поскольку постоянный ток вызывает электролиз.

Электродный прогрев позволяет равномерно прогревать объекты любой конфигурации и размера, что является его преимуществом перед методом термоса. Однако, подготовка к процессу занимает значительное время, что делает его нецелесообразным при сжатых сроках строительства. К тому же, возникают дополнительные расходы из-за потребления электроэнергии. Кроме того, для проведения работ требуется привлечение опытных специалистов из-за высокой ответственности, возлагаемой на технологию.

В заключение, выбор оптимальной технологии зависит от конкретных условий региона и характеристик здания или сооружения. Этот выбор требует тщательного рассмотрения, так как может привести к значительному увеличению стоимости строительства и нарушению сроков. В настоящее время, наиболее распространенным методом является использование противоморозных добавок, благодаря универсальности, простоте применения и экономичности.

Список источников

1. Ворона-Сливинская Л.Г., Макаридзе Г.Д. Применение современных строительных материалов – опилкобетон: функциональные свойства и технология производства // Инновации и инвестиции. 2019. С. 249-254.

2. Ворона-Сливинская Л.Г., Казаков Ю.Н., Ватин Н.И. Технология монтажа несущих и ограждающих конструкций. М.: СПБГАСУ, 2022. 116 с.

3. Казаков Ю.Н., Копанская Л.Д., Тишкин Д.Д., Захаров В.П. Основы строительного производства: учебное пособие. М.: СПбГАСУ, 2016. 120 с.

4. Егоров А.Н. Строительство зданий и сооружений в экстремальных условиях: учебное пособие. М.: СПбГАСУ, 2023. 36 с.

УДК 504.75, 691.11

Панкратов Д.В.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ БИОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. *В данной статье рассмотрены основные способы повышения биостойкости строительных материалов из древесины*

Ключевые слова: *биостойкость древесины, строительные материалы, защита древесины, антисептики, антипирены, защитные покрытия, экологическая безопасность, долговечность, биопоражения, грибки, плесень, насекомые, микроорганизмы.*

Введение: древесина является одним из наиболее распространенных и востребованных строительных материалов благодаря своим уникальным свойствам: легкости, прочности, эстетичности и экологичности. Однако она подвержена биологическому разрушению под воздействием микроорганизмов, насекомых и грибов. Биопоражение древесины снижает её эксплуатационные характеристики, ухудшает внешний вид и сокращает срок службы конструкций. Поэтому повышение биостойкости древесных материалов является важной задачей для обеспечения долговечности и надежности деревянных сооружений.

Методы повышения биостойкости древесины: существует несколько основных подходов к повышению биостойкости древесины, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки.

Физико-механические методы: физико-механические методы включают изменение структуры древесины путем механической обработки, термической модификации или сушки. Эти методы направлены на снижение влажности древесины, улучшение её пористой структуры и уменьшение способности впитывать влагу, что делает материал менее привлекательным для микроорганизмов.

1. Термическая обработка: древесину нагревают до высоких температур (160–220°□), что вызывает химические изменения в её составе, уменьшая содержание полисахаридов и делая её менее питательной средой для микроорганизмов. Термически обработанная древесина облада-

ет повышенной устойчивостью к влаге и гниению, однако теряет часть своей прочности [4].

2. Механическое уплотнение: Этот метод предполагает сжатие древесины под высоким давлением, что уменьшает её пористость и затрудняет проникновение влаги и микроорганизмов внутрь материала. Уплотненная древесина становится более плотной и прочной, но требует специальных технологий обработки [1].

3. Высушивание: Снижение содержания влаги в древесине до уровня ниже 20% значительно замедляет процессы биоразложения. Для достижения этой цели используют сушильные камеры или вакуумную сушку [3].

Химические методы: химические методы предполагают использование антисептиков и консервантов, которые проникают в структуру древесины и предотвращают развитие микроорганизмов.

1. Пропитка антисептиками: Антисептические составы наносятся на поверхность древесины или вводятся в её толщу под давлением. Они содержат активные вещества, подавляющие рост грибков, плесени и бактерий. Пропитки могут быть водорастворимыми, масляными или органическими растворителями. Наиболее распространены соединения меди, хрома, бора и арсената цинка.

2. Применение антипиренов: Антипирены — это вещества, снижающие горючесть древесины. Некоторые из них обладают дополнительным антисептическим эффектом, защищая материал от биопоражений.

3. Использование модификаторов: Модификация древесины химическими реагентами позволяет изменить её химический состав таким образом, чтобы сделать её непригодной для жизнедеятельности микроорганизмов. Примеры таких модификаторов включают ацетилирование, фурфуролацию и этерификацию [3].

Комбинированные методы:

1. Термохимическая модификация: Совмещение тепловой обработки с последующей химической пропиткой обеспечивает комплексную защиту древесины от биологических факторов и улучшает её механические свойства.

2. Покрытие защитными пленками: Нанесение лакокрасочных покрытий, полимерных пленок или восковых композиций создает физический барьер между древесиной и окружающей средой, предотвращая доступ влаги и микроорганизмов.

3. Модифицированная древесина: Современные технологии позволяют создавать композитные материалы на основе древесины, смешивая

её с полимерами или минералами. Такие материалы обладают высокой стойкостью к биопоражению и механическим воздействиям [2].

Экологические аспекты и безопасность: при выборе методов повышения биостойкости древесины важно учитывать их влияние на окружающую среду и здоровье людей. Многие традиционные антисептики и консерванты содержат токсичные вещества, такие как медь, хром и мышьяк, которые могут вымываться из древесины и загрязнять почву и воду.Современные тенденции направлены на разработку экологически чистых и безопасных защитных составов, таких как водорастворимые антисептики на основе борной кислоты или органических соединений. Также стоит отметить важность соблюдения норм и стандартов при обработке древесины. Неправильное использование химических препаратов может привести к загрязнению воздуха внутри помещений и вызвать аллергические реакции у людей [1].

Рекомендации по выбору метода защиты: выбор конкретного метода повышения биостойкости зависит от множества факторов, включая условия эксплуатации, требования к долговечности и бюджет проекта. Вот несколько общих рекомендаций:

1. Для наружных конструкций: рекомендуется использовать комбинированные методы, включающие термообработку и последующую пропитку антисептиком. Это обеспечит максимальную защиту от атмосферных воздействий и биопоражений.

2. Для внутренних работ: Предпочтительнее применять экологически чистые антисептики и покрытия, минимизирующие риск выделения вредных веществ в воздух помещения.

3. Экономичный вариант: если бюджет ограничен, можно использовать традиционную пропитку антисептиками и регулярное обновление защитных слоев.

Список источников

1. Аким Э.Л., Горшкова Е.В. Биологическая стойкость древесины и методы её повышения // Лесной вестник. 2018. №6.

2. Гаврилова Л.А., Карпенко Н.И. Современные технологии защиты древесины от биопоражений // Строительные материалы. 2017. №9.

3. Иванов В.Н., Сидоров М.С. Повышение долговечности деревянных конструкций методом химической модификации // Научные труды НИИЖБ. 2016. Т. 95.

4. Козлов В.Г., Степанов А.Ю. Термическая обработка древесины: теория и практика // Лесное хозяйство и лесные ресурсы. 2015. №4.

УДК 691.32

Примечаева Д.С.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УХОД ЗА БЕТОНОМ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Аннотация: *Строительство в зимний период всегда связано с дополнительными сложностями, особенно когда речь идет о бетонных работах. Низкие температуры, снег и мороз могут существенно повлиять на качество бетона, если не соблюдать специальные меры по его защите. В этой статье мы рассмотрим, почему уход за бетоном зимой так важен, какие методы применяются для его защиты, и дадим практические рекомендации для успешного проведения работ.*

Ключевые слова: *зимнее бетонирование, уход за бетоном, низкие температуры, гидратация цемента, тепловая обработка.*

Введение. Бетон является одним из наиболее востребованных строительных материалов, широко применяемый в возведении зданий, мостов, дорог и других инфраструктурных объектов. Его прочность, долговечность и устойчивость к внешним воздействиям делают его незаменимым в современном строительстве. Однако процесс твердения бетона, который происходит благодаря гидратации цемента, сильно зависит от температуры окружающей среды [1]. В зимний период, когда температура опускается ниже +5°□, гидратация замедляется, а при отрицательных температурах вода в бетонной смеси замерзает, что может привести к разрушению структуры материала и значительному снижению его прочности [2].

Цель - исследовать методы ухода за бетоном в зимнее время, изучить влияние низких температур на процесс гидратации цемента и разработать практические рекомендации для обеспечения высокой прочности и долговечности бетонных конструкций.

Задачи.

1. Изучить влияние низких температур на процесс гидратации цемента и формирование структуры бетона.
2. Проанализировать методы ухода за бетоном в зимнее время.
3. Разработать практические рекомендации для обеспечения оптимальных условий твердения бетона в зимний период.

Влияние низких температур на процесс гидратации цемента

1. Замедление гидратации.

При температуре ниже +5°□ процесс гидратации цемента значительно замедляется. Это связано с тем, что молекулы воды становятся менее активными, а химические реакции протекают медленнее. В результате образование гидратных фаз происходит недостаточно интенсивно, что приводит к снижению ранней прочности бетона;

2. Прекращение гидратации при отрицательных температурах.

При температуре ниже 0°□ вода в бетонной смеси начинает замерзать. Лед занимает больший объем, чем жидкая вода, что вызывает внутренние напряжения в структуре бетона. Это может привести к микротрещинам и разрушению связей между компонентами смеси. Кроме того, замерзание воды полностью останавливает процесс гидратации, так как для реакции необходима жидкая фаза воды [3];

3. Неравномерное твердение.

В условиях низких температур возможно неравномерное распределение температуры внутри бетонной конструкции. Это приводит к тому, что в одних участках гидратация может продолжаться, а в других — полностью прекратиться. В результате структура бетона становится неоднородной, что снижает его прочность и долговечность.

Методы ухода за бетоном в зимнее время.

Для обеспечения нормального твердения бетона в зимнее время применяются следующие методы:

1.Тепловая обработка.

Одним из наиболее эффективных способов ухода за бетоном в зимнее время является использование тепловой обработки. Это может быть прогрев бетона с помощью электрических нагревателей, тепловых пушек или инфракрасных излучателей. Тепловая обработка позволяет поддерживать температуру бетона на уровне 20-25 °□, что обеспечивает нормальную гидратацию цемента.

2. Использование добавок-ускорителей твердения.

Для ускорения процесса гидратации цемента в зимнее время применяются специальные добавки, такие как хлорид кальция, нитрат кальция и другие. Эти добавки снижают температуру замерзания воды в бетонной смеси и ускоряют процесс твердения, что позволяет бетону быстрее набирать прочность.

3. Утепление бетонных конструкций.

Для предотвращения потери тепла и замерзания бетона применяются утепляющие материалы, такие как пенополистирол, минеральная вата или специальные термоизоляционные покрытия. Утепление позволяет сохра-

нить тепло, выделяемое в процессе гидратации цемента, и поддерживать оптимальную температуру твердения. А также могут использоваться опалубки с нагревательными устройствами.

4. Использование тепляков.

В некоторых случаях для ухода за бетоном в зимнее время применяются временные сооружения — тепляки. Это каркасные конструкции, покрытые теплоизоляционными материалами, внутри которых поддерживается положительная температура с помощью тепловых пушек или других источников тепла.

Практические рекомендации.

Для обеспечения высокой прочности и долговечности бетонных конструкций в зимнее время необходимо: контролировать температуру бетонной смеси и окружающей среды, использовать добавки-ускорители твердения для ускорения процесса гидратации, применять тепловую обработку и утепление для поддержания оптимальной температуры твердения, избегать быстрого охлаждения бетона и замерзания воды в смеси.

Выводы:

1. Низкие температуры значительно замедляют процесс гидратации цемента и снижают прочность бетона

2. Для обеспечения нормального твердения бетона в зимнее время необходимо применять специальные методы ухода, такие как тепловая обработка, использование добавок-ускорителей и утепление.

3. Соблюдение рекомендаций по уходу за бетоном в зимнее время позволяет обеспечить высокую прочность и долговечность бетонных конструкций.

Список источников

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов – 3-е изд. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002 – 500 с.

2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Современные проблемы строительного материаловедения / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В.С. Колокольников – 3-е изд. – Москва: Стройиздат, 1979 – 476 с.

3. Иванов Ф.М., Петров С.А. Влияние температуры на прочность бетона в ранние сроки твердения. Строительные мат. №5 / – 2015. – с. 34-38.

УДК 721.012:725.5

Росляков В.О.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация. *В статье показан сравнительный анализ различных решений, применяемых при проектировании социальных объектов, с акцентом на возможности внедрения дизайнерских решений. Рассмотрены примеры, даны рекомендации по улучшению качества проектирования и строительства данных объектов.*

Ключевые слова: *социальные объекты, дизайн пространств, эргономика, функциональность, архитектурные решения, гибкие пространства.*

Проектирование и строительство социальных объектов являются важной частью градостроительной деятельности, обеспечивая комфорт и безопасность различных категорий граждан. Внедрение современных дизайнерских решений позволяет значительно повысить их функциональность, доступность и эстетическую привлекательность.

Современные подходы к проектированию социальных объектов предполагают отказ от устаревших типовых решений и переход к более гибким и адаптивным пространствам. Актуальность данной темы заключается в том, что внедрение дизайнерских решений позволит создать удобную среду, соответствующую современным стандартам доступности, функциональности и эстетики. Для этого используются новые строительные материалы, цифровые технологии, энергоэффективные системы и инновационные дизайнерские концепции.

Были выделены ключевые принципы, на которых основывается проектирование социальных объектов:

1. Функциональность – социальные объекты должны соответствовать своему назначению и обеспечивать комфортное использование всеми категориями граждан.

2. Доступность – здания должны быть адаптированы для людей с ограниченными возможностями, включая наличие пандусов, лифтов, тактильных покрытий и специальных санитарных помещений.

3. Эргономика – организация пространства должна учитывать потребности пользователей, их физиологические и психологические особенности.

4. Эстетика – внешний вид и внутренняя отделка здания должны гармонично вписываться в окружающее пространство и способствовать созданию комфортной среды.

5. Экологичность и энергоэффективность – современные социальные объекты проектируются с учетом минимального воздействия на окружающую среду и рационального потребления ресурсов.

В отличие от традиционного проектирования, которое ориентируется в первую очередь на функциональные и нормативные требования, дизайнерский подход учитывает следующие показатели: функциональность и эргономику пространства, доступность и инклюзивность, эстетику и визуальную идентичность.

В таблице 1 приведено сравнение по данным параметрам традиционных решений и с учетом современных дизайнерских решений.

Следует также учитывать инновационные технологии в проектировании, например, BIM-моделирование, умные системы, цифровые навигационные панели и т.п.

Проведенный сравнительный анализ показал, что современные дизайнерские решения способны значительно улучшить функциональность, доступность и эстетику социальных объектов. Для успешного внедрения инновационных решений рекомендуется:

1. Использовать гибкие пространства и адаптивные планировки.
2. Внедрять безбарьерную среду и инклюзивные технологии.
3. Применять натуральные материалы и биофильный дизайн.
4. Интегрировать умные технологии для удобства эксплуатации.

Таким образом, дизайнерский подход к проектированию социальных объектов способствует созданию комфортной, доступной и эстетически привлекательной городской среды. Основы проектирования социальных объектов охватывают широкий спектр вопросов, начиная от эргономики и доступности до нормативных требований, эстетики и современных технологий.

Таблица 1

	Показатели	Традиционные решения	Современные дизайнерские решения	Пример
1	Функциональность и эргономика пространства	Фиксированные планировки без возможности трансформации	Гибкие пространства: адаптивные классы в школах, мобильные стены, позволяющие изменять конфигурацию помещений	В Финляндии школы проектируются по принципу гибких пространств – учебные зоны могут легко трансформироваться в зависимости от задач, что повышает комфорт учащихся и педагогов
		Унифицированные размеры помещений, без учета реальных потребностей	Эргономичная мебель: регулируемые по высоте столы и стулья, удобные зоны отдыха	
		Однообразная мебель, не всегда соответствующая эргономичесским трбованиям	Интерактивные технологии: цифровые доски, системы управления освещением и климатом	
2	Доступность и инклюзивность	Минимальное соответствие нормам доступности (пандусы, лифты)	Безбарьерная среда: плавные переходы между уровнями, широкие дверные проемы	В Швеции многие социальные объекты строятся с учетом принципов универсального дизайна, обеспечивая комфортное использование для всех категорий населения
		Отсутствие комплексного подхода к созданию инклюзивной среды	Тактильные элементы: специальные покрытия для незрячих, контрастные цветовые решения	
			Звуковые и визуальные системы навигации	
3	Эстетика и визуальная идентичность	Однообразный внешний вид, типовые проекты без индивидуального подхода	Использование натуральных материалов: дерево, стекло, камень	Новые больничные комплексы в Германии проектируются с акцентом на комфорт – использование панорамных окон, природных оттенков и натуральных материалов помогает снизить стресс у пациентов
		Преобладание серых и нейтральных оттенков, отсутствие акцентов	Яркие акценты и цветовые решения, создающие комфортную атмосферу	
			Биофильный дизайн: интеграция зелёных зон, панорамные окна, природные мотивы	

Список источников

1. Алимова Л.Р., Костина Н.В. Современные подходы к проектированию социальных объектов: Теория и практика. – Москва: Издательство АСВ. – 2021.

2. Глухов В.В. Эргономика и дизайн среды: Основы проектирования комфортных пространств. – Екатеринбург: Уральский университет. – 2019.

3. Лисов П.Н., Андреев К.В. Градостроительное проектирование социальных объектов: проблемы и перспективы. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет. – 2020.

УДК 721.012:725.5

Росляков В.О.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются перспективы развития промышленности и производства в контексте стратегии импортозамещения. Анализируются ключевые отрасли, в которых прогнозируется ускоренный рост, включая машиностроение, микроэлектронику, фармацевтику, агропромышленный комплекс и энергетический сектор. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с технологической зависимостью, кадровым дефицитом и необходимостью инвестиционной поддержки. Описаны возможные механизмы стимулирования промышленного развития, такие как государственные субсидии, цифровизация производства и создание технологических кластеров. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода для успешного импортозамещения и повышения конкурентоспособности национальной экономики.*

Ключевые слова: *импортозамещение, развитие промышленности, промышленность, цифровизация.*

В условиях глобальных экономических изменений, санкционного давления и геополитической нестабильности импортозамещение становится стратегической задачей для многих стран. Развитие промышленности и производства направлено не только на снижение зависимости от внешних поставок, но и на повышение конкурентоспособности национальной экономики. В данной статье рассмотрены прогнозы развития ключевых отраслей промышленности, а также возможные сценарии эффективного импортозамещения. [3].

Импортозамещение требует комплексного подхода, включающего технологическое перевооружение, развитие научно-исследовательской базы и государственной поддержки. [1].

Основные вызовы:

1. Зависимость от иностранных технологий – многие отрасли экономики зависят от зарубежного оборудования, программного обеспечения и комплектующих.

2. Нехватка кадров и компетенций – для перехода к независимому производству требуются высококвалифицированные специалисты. [2].

3. Финансирование и инвестиции – предприятиям необходимо государственное субсидирование, налоговые льготы и инвестиционные программы. [1].

4. Конкуренция на внутреннем рынке – отечественные производители должны обеспечивать продукцию высокого качества, чтобы заместить импорт.

Далее рассмотрим прогнозы развития ключевых отраслей:

1. Машиностроение и станкостроение.

В ближайшие 5–10 лет прогнозируется активное развитие отечественного станкостроения за счёт государственных программ поддержки. Производители будут внедрять современные технологии, такие как роботизация, искусственный интеллект и аддитивное производство (3D-печать). [4].

2. Электронная и микроэлектронная промышленность.

Рост спроса на полупроводники и компоненты для высокотехнологичных устройств требует ускоренного развития собственных производственных мощностей. В долгосрочной перспективе ожидается создание отечественных фабрик по производству микроэлектроники, снижение зависимости от азиатских и западных поставщиков. [4].

3. Химическая и фармацевтическая промышленность.

Импортозамещение в фармацевтике связано с локализацией полного цикла производства лекарственных препаратов, включая синтез активных веществ. В химической промышленности будет усилена переработка сырья внутри страны, что сократит зависимость от импорта химических реагентов. [3].

4. Сельское хозяйство и пищевая промышленность.

Продовольственная безопасность – ключевой фактор независимости экономики. Ожидается развитие биотехнологий, отечественных удобрений и семенного фонда, а также активное внедрение цифровых технологий в агросектор.

5. Энергетика и добывающая промышленность.

Переход к локальному производству оборудования для нефтегазового сектора и возобновляемой энергетики (солнечные панели, ветрогенераторы) позволит снизить зависимость от иностранных поставок. [3].

Ознакомимся с инструментами и механизмами поддержки промышленного роста.

1.Государственные программы и субсидии – разработка и внедрение национальных программ по поддержке промышленности и НИОКР.

2.Развитие технологических кластеров – создание промышленных зон, объединяющих предприятия, университеты и исследовательские центры.

3.Цифровизация производства – внедрение «умных» фабрик, автоматизированных систем управления и искусственного интеллекта. [2].

4. Подготовка кадров – развитие образовательных программ и переподготовка специалистов для новых индустрий.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие промышленности в рамках стратегии импортозамещения требует комплексного подхода и долгосрочного планирования. Прогнозы показывают, что при достаточной поддержке и инвестициях отечественные производители смогут успешно заместить импортную продукцию, укрепив экономическую независимость страны.

Список источников

1. Анисимова Л.В. Аналитика трендов и перспективных параметров оценки процессов импортозамещения промышленных предприятий // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2023. Т. 9, № 2. С. 45–55.

2. Васильев А.В., Васильева Е.Н. Перспективы развития промышленности и производства в условиях импортозамещения // Молодой ученый. 2024. № 45 (544). С. 152–156.

3. Негм М.М.М. Прогнозирование устойчивого развития регионов на основе импортозамещения на локальных рынках пшеницы: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Казан. (Приволж.) федер. ун-т. Казань, 2019. 210 с.

УДК 666.964.34

Ротарь А.Ю.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ РОССИЙСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Аннотация. *В статье рассмотрены вопросы, касающиеся технологий переработки резинотехнических отходов. Показаны основные отрасли их применения. Показана значимость девулканизации резинотехнических отходов в решении экологической проблемы утилизации отходов в окружающей среде.*

Ключевые слова: *утилизация, резинотехнические отходы, рециклизат.*

Важная задача современного мира – организация переработки отходов с целью рационального использования. Применение резинотехнических изделий в настоящее время достигло колоссальнейших размеров. Перспективы развития данной отрасти постоянно расширяются.

Накопление отходов производства и потребления резинотехнических изделий, а также нахождение этих отходов в экосистемах – глобальная проблема современности, т.к. при этом изменяется состав окружающей среды, нарушаются естественные ландшафты, в биосфере накапливаются огромные количества токсичных загрязнений [1].

Девулканизация резинотехнических отходов – процесс, который позволяет восстановить свойства резины, утраченными в результате вулканизации. В России разработаны несколько инновационных технологий, направленных на эффективное использование резинотехнических отходов, что имеет большое значение для экологии и экономики.

Рециклизат – материал, полученный в результате переработки отходов, который может быть повторно использован в производственных процессах. В контексте резинотехнических отходов, рециклизат представляет собой восстановленную резину, которая была обработана для удаления сшивок и восстановления ее первоначальных свойств, что позволяет использовать ее в различных приложениях.

Рециклизат может содержать как восстановленные полимерные цепи, так и добавки, которые улучшают его свойства (например, пласти-

фикаторы, стабилизаторы и наполнители). Качество рециклизата зависит от метода переработки и исходного материала. Современные технологии позволяют получать рециклизаты, которые по своим свойствам близки к первичным полимерам. Использование рециклизата позволяет сократить объем отходов, снизить потребление первичных ресурсов и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Рециклизат, получаемый в результате переработки старых шин и других резинотехнических изделий, находит широкое применение в различных отраслях. Некоторые из основных направлений его использования:

1. Дорожное строительство. Рециклизат из резинотехнических изделий может быть добавлен в асфальтовые смеси для улучшения прочности, долговечности, увеличения устойчивости к трещинам.

2. Тротуары, детские и спортивные покрытия. Рециклизат часто используется для создания покрытий на спортивных площадках, таких как беговые дорожки, площадки для игр и тренажерные залы. Он обеспечивает хорошую амортизацию и защиту от травм. Также резиновая крошка используется в качестве безопасного покрытия для детских игровых площадок, уменьшая риск травм при падениях.

3. Автомобильная промышленность. Рециклизат может быть использован для производства новых шин или в качестве добавки в резинотехнические изделия. Из него производят различные детали, такие как уплотнители, амортизаторы и другие элементы, которые требуют гибкости и прочности.

4. Ландшафтный дизайн. Рециклизат из резины может использоваться как мульча в садоводстве, помогая сохранить влагу и предотвращая рост сорняков. Также используется для создания различных ландшафтных элементов, таких как дорожки и бордюры.

5. Потребительские товары. Рециклизат может использоваться для производства подошв обуви, сумок и других аксессуаров.

С увеличением внимания к устойчивому развитию и экологии, использование рециклизатов будет только расти. Применение технологий переработки и девулканизации будет способствовать созданию высококачественных материалов, которые могут конкурировать с первичными полимерами по цене и характеристикам [2].

Заключение. Вопросы утилизации и переработки резинотехнических изделий имеют большое значение для защиты окружающей среды, поскольку из-за высокой стойкости к внешним воздействиям они загрязняют среду на весьма длительный срок. Рециклизат представляет собой важный шаг к более устойчивому будущему, позволяя эффектив-

но использовать ресурсы и снижать негативное воздействие на окружающую среду. С развитием технологий и увеличением осведомленности о важности переработки можно ожидать, что рециклизаты займут значительное место в производственных процессах различных отраслей. Данная сфера имеет потенциал для значительного роста и внедрения на рынке.

Список источников

1. Проблемы утилизации отходов полимеров в России / И.В. Шугалей, И.В. Целинский, А.П. Взняковский, А.В. Гарабаджиу // Экологическая химия. 2011. Т. 20. № 4. С. 218 - 230.

2. Тарасова Т.В, Чапалда Д.И. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин // Вестник Оренбургского государственного университета, 2006. Т. 2. № 2. С. 130 - 135.

УДК 691.32

Сафаргалеев Ф.Н.
Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СВЕРХВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ БЕТОН (UHPC)

Аннотация. *В данной статье рассматриваются основные аспекты применения и возможностей использования сверхвысокоэффективного бетона, а также его значимость для будущего строительной отрасли. Сверхвысокоэффективный бетон (UHPC) представляет собой революционный строительный материал, обладающий уникальными физическими и механическими свойствами, которые позволяют проводить строительство более прочных и долговечных конструкций. Эта статья посвящена характеристикам UHPC, его преимуществам и обязанностям, а также перспективам применения в различных областях строительной индустрии. Особое внимание уделяется анализу его устойчивости к агрессивным воздействиям и экологическим аспектам использования.*

Ключевые слова: *сверхвысокоэффективный бетон, UHPC, автомобильные дороги, мосты, современное строительство.*

Введение. Современные архитектурные проекты требуют использования инновационных материалов, способных справиться с вызовами времени. Одним из таких материалов является сверхвысокоэффективный бетон (U□P□), который открыл новые горизонты в строительстве благодаря своим выдающимся физико-механическим свойствам. U□P□ вырабатывается на основе качественных цементов, добавок, высококачественных заполнителей и водонепроницаемого агента, что позволяет достичь прочности, значительно превышающей таковую у традиционных бетонных смесей. В данной статье рассматриваются основные характеристики U□P□, его преимущества и потенциальные направления применения, а также его роль в устойчивом строительстве [1].

Сверхвысокоэффективный бетон обладает несколькими ключевыми свойствами. Прежде всего, это высокая прочность на сжатие, которая может достигать 150 МПа и более, что делает его идеальным для применения в условиях значительных механических нагрузок. U□P□ также имеет отличную долговечность, что обусловлено его низкой проницаемостью, которая защищает от агрессивных сред, таких как хлориды, кислоты и прочие вещества, способные разрушить традиционные конструкции. Кроме того, U□P□ обладает удивительной пластичностью, что позволяет создавать сложные формы и конструкции, не теряя при этом прочности. Это свойство делает материал особенно привлекательным для современных архитекторов, желающих реализовать нестандартные дизайнерские решения. Еще одним важным аспектом является его устойчивость к воздействию окружающей среды, что особенно актуально для изделий, находящихся в сложных климатических условиях [2].

Сравнение некоторых свойств традиционных бетонов нового поколения

		Высококачественный бетон (HPC)	Ультравысококачественный бетон (UHPC)
1	2	3	4
Прочность на сжатие (МПа)	< 50	~ 100	~ 200
Модуль упругости (ГПа) в зависимости от заполнителей	25…35	40…50	50…80
Водовяжущее отношение	≥ 0,40	~ 0,30	< 0,20

Рис.1. Сравнение прочности U□P□ с традиционным бетоном

Сфера применения U□P□ достаточно широка. Он может использоваться как для строительства жилых, так и для промышленных объектов, мостов, дорог и других инфраструктурных сооружений. Высокая прочность и устойчивость к внешним воздействиям делают U□P□ идеальным материалом для создания конструкций, которые будут служить

десятилетиями без необходимости в капитальном ремонте. Например, мосты и конструкции, разработанные с использованием U□P□, не только выдерживают большие нагрузки, но и сохраняют свою эстетическую привлекательность на протяжении многих лет.

Важным направлением является использование U□P□ в восстановлении старинных зданий и сооружений. Этот материал может применяться для усиления или восстановления поврежденных элементов, что позволяет сохранить архитектурное наследие и продлить жизнь таким конструкциям.

Одним из аспектов, на который стоит обратить внимание, является экологическая устойчивость U□P□. Благодаря своей долговечности и сниженным затратам на эксплуатацию и обслуживание, этот материал способствует снижению общего воздействия на окружающую среду. Кроме того, современные технологии позволяют перерабатывать некоторые компоненты U□P□, что делает его более устойчивым к негативным последствиям для экологии.

Заключение. Сверхвысокоэффективный бетон представляет собой инновационный строительный материал, который обладает множеством привлекательных свойств в сравнении с традиционным бетоном. Его высокая прочность, долговечность и устойчивость к агрессивным воздействиям делают его идеальным выбором для применения в различных строительных проектах. Применение U□P□ открывает новые возможности для архитекторов и инженеров, позволяя им реализовывать самые смелые и нестандартные идеи. Устойчивый подход к его использованию также делает U□P□ важным элементом в новом витке развития строительной индустрии.

Список источников

1. М Вольф, Ш Генце, К Хинрихсмейер Бетон ультравысоких технологий (U□P□) – больше, чем просто высокая прочность // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2015. №3.

2. Баранов И. М., Юсупов Р. К., Тарасов А. С., Солдатова Н. И. Реальности и перспективы повышения прочности особопрочных бетонов // □onstruction materials. 2013. №11.

УДК 711.4:004

Семериков Д.А.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ГОРОД» НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СОЧИ

Аннотация. *В статье рассмотрены ключевые аспекты реализации концепции «Умный город» в Сочи, включая интеллектуальные системы управления освещением, транспортом, экологией и туризмом. Проанализированы применяемые технологии, их эффективность и перспективы развития.*

Ключевые слова: *«Умный» город, цифровизация, инновация, «умные» технологии.*

Современные города сталкиваются с комплексом проблем, связанных с ростом населения, увеличением нагрузки на инфраструктуру и необходимостью повышения качества жизни. Концепция «Умного города» предлагает решения этих проблем через интеграцию цифровых технологий в управление городским хозяйством [1].

Сочи как крупнейший курортный центр России представляет особый интерес для изучения процессов цифровизации. Причем резкое увеличение его уровня по показателю IQ приходится на 2022 год (рис.1).

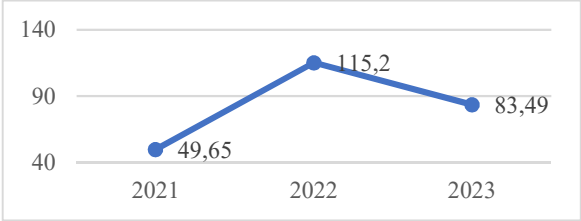


Рис. 1. Динамика уровня IQ города Сочи

В период 2022-2024 годов в городе реализован комплекс проектов в рамках программы «Умный город», что позволяет оценить их эффективность. К основным технологиям относятся:

1. Энергоэффективное городское освещение. Анализ реализации концепции «Умного города» в Сочи выявил значительные улучшения в ключевых сферах городского управления. В области освещения переход на 25000 светодиодных светильников и 574 автоматизированных шкафов управления (АСУНО) позволил достичь экономии энергопотребле-

ния на 52% и сокращения эксплуатационных расходов на 48%, при этом средняя освещенность улиц увеличилась на 35% [2]. Система автоматически регулирует освещение в зависимости от времени суток и погодных условий, одновременно отслеживая состояние сети и выявляя незаконные подключения.

2. Интеллектуальная транспортная система. Транспортная система города претерпела кардинальные изменения благодаря внедрению интеллектуальных технологий управления. В рамках проекта было установлено более 160 «умных» устройств, включая адаптивные светофоры, камеры видеонаблюдения и метеостанции. Это позволило повысить пропускную способность дорог на 15…20% и сократить количество ДТП за счет оперативного выявления нарушений ПДД. Все оборудование подключено к российскому программному обеспечению с использованием искусственного интеллекта [3].

3. Система экологического мониторинга. Экологический мониторинг получил новый импульс развития за счет создания комплексной системы наблюдения. В городе установлено 3700 видеокамер с функцией распознавания лиц в рамках системы «Безопасный город». В 2022 году было высажено более 3500 кустарников и 1500 деревьев [4], а 27 пляжей получили сертификаты качества, включая высшую категорию «Синий флаг» [5]. Особое внимание уделяется курортным зонам, где экологические параметры имеют первостепенное значение.

4. Цифровизация городского управления. Система управления городским хозяйством была существенно модернизирована за счет внедрения платформы «Умный город 2.0». Система управления обращениями граждан позволила сократить время обработки запросов в 5 раз [6], а единый контакт-центр объединил все каналы коммуникации с жителями. Городские службы получили возможность оперативно координировать свои действия, что особенно важно в период курортного сезона, когда нагрузка на инфраструктуру значительно возрастает.

5. Инновации в туристической сфере. Туристическая сфера Сочи также претерпела значительные изменения благодаря цифровым технологиям. На федеральной территории «Сириус» реализуются инновационные программы «умного туризма», включающие интерактивные экскурсии на объекты инфраструктуры (Краснополянскую ГЭС, орбитальный корабль-музей «Буран») [7]. Внедрение электронной платформы для подсчета туристов позволило оптимизировать сбор курортного налога и анализировать туристические потоки. Создание современной инфраструктуры в Имеретинском порту (включая сёрф-спот и киноте-

атр под открытым небом) значительно повысило привлекательность города для туристов.

Таким образом, внедрение технологий «Умного города» в Сочи доказало их эффективность: достигнуто 52%-ное снижение энергопотребления освещения, 15…20%-ный рост пропускной способности дорог и создана комплексная система экоконтроля. Перспективы включают развитие аналитических систем и интеграцию искусственного интеллекта в городское управление. Опыт Сочи может стать моделью для других городов России.

Список источников

1. Скачкова А.С. Концепция «Умный город»: реализация и проблема социально-технического взаимодействия / Скачкова А.С. [Электронный ресурс] // Издательство Московского архитектурного института: [сайт]. – URL: https://marhi.editorum.ru/ru/nauka/ conference_article/11588/view (дата обращения: 03.04.2025);

2. В городе Сочи светлые ночи: «Ростелеком» установил на главном курорте страны умное освещение / [Электронный ресурс] // Ростелеком: [сайт]. URL: https://www.company.rt.ru/press/REGIONALNEWS/d468759/ (дата обращения: 03.04.2025);

3. Интеллектуальные транспортные системы разгрузят дороги Краснодара и Сочи / [Электронный ресурс] // Коммерсантъ: [сайт]. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/5654114 (дата обращения: 04.04.2025);

4. Сочи вошел в топ-10 городов России с высоким качеством жизни / [Электронный ресурс] // Администрация города Сочи: [сайт]. URL: https://sochi.ru/zhizn-goroda/ekonomika/standt-razv-konkur/novosti/272588/ (дата обращения: 04.04.2025);

5. Зеленая трансформация курортной столицы России / [Электронный ресурс] // Коммерсантъ: [сайт]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5482307 (дата обращения: 04.04.2025);

6. Росатом и Сочи запустили платформу «Умный город 2.0» с системой управления обращениями граждан / [Электронный ресурс] // Атомная энергия 2.0: [сайт]. URL: https://sochi.ru/zhizn-goroda/ekonomika/standt-razv-konkur/novosti/272588/ (дата обращения: 05.04.2025);

7. «Сириус» проработает с регионами России программы умного туризма / [Электронный ресурс] // Ведомости Юг: [сайт]. URL: https://south.vedomosti.ru/south/articles/2024/09/27/1065069-sirius-prorabotaet-s-regionami-rf-programmi-umnogo-turizma (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 691

Скорик Е.Д., Краснов Д.А.
Научный руководитель: Бойкова М.Л., канд. техн. наук, доцент
Йошкар-Олинский строительный техникум

СТРОИТЕЛЬСТВО ЭКОЛОГИЧНЫХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. *Анализируются вопросы строительства экологичных зданий.*

Ключевые слова: *энергоэффективность, деградация окружающей среды, возобновляемые источники энергии, зеленые крыши.*

Необходимость перехода к экологическому строительству появилась из-за следующих факторов:

- деградация окружающей среды: традиционное строительство потребляет огромное количество невозобновляемых ресурсов, таких как древесина, металлы и ископаемое топливо. Производство строительных материалов, таких как цемент и сталь, выделяет значительное количество загрязняющих веществ в воздух и воду. Строительные отходы часто оказываются на свалках, что приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод;

- экономические факторы: с ростом цен на энергию эксплуатация энергоэффективных зданий становится более дорогостоящей;

- давление со стороны регулирующих органов: власти по всему миру внедряют более строгие строительные нормы, стремясь выполнить международные соглашения (например, Парижское соглашение по климату);

- технологические достижения: инновации в материалах и строительных технологиях сделали экологическое строительство более реалистичным и экономически эффективным, чем когда-либо.

Какие же в наше время есть техники экологического строительства:

- использование переработанных, быстро возобновляемых материалов и материалов с низкими выбросами. Например, использование переработанной стали, вторично использованной древесины и переработанных пластиков снижает спрос на новые ресурсы и минимизирует отходы. Такие материалы, как бамбук растут быстро и могут быть собраны устойчиво. А выбор продуктов с низкими или нулевыми выбросами летучего органического соединения улучшает качество воздуха в помещениях;

- энергоэффективность. Размещение зданий для максимального использования естественного освещения и тепла от солнца снижает потребность в искусственном освещении и отоплении, высококачественная изоляция в стенах, крышах и полах сохраняет тепло зимой и охлаждает здания летом. Так же стратегическое размещение окон позволит обеспечить перекрестную вентиляцию и использовать дневной свет. Светодиодное освещение поможет потреблять до 80% меньше энергии, чем с традиционное освещение;

- интеграция возобновляемой энергии. Фотоэлектрические элементы солнечных панелей преобразуют солнечный свет в электричество, компенсируя энергетические потребности. Для ветреных районов могут подойти ветровые турбины;

- системы сбора и хранения дождевой воды для не питьевых нужд, установка кранов, туалетов и душевых головок с низким потоком, которые используют меньше воды, а также повторное использование воды из раковин и душей помогут с сохранением воды;

- зеленые крыши, покрытые растительностью, обеспечивают изоляцию, поглощают дождевую воду и создают среды обитания для дикой природы, живые стены (вертикальные сады) улучшают качество воздуха и снижают температуру в здании.

Какие последствия ведёт за собой игнорирование устойчивых практик в строительстве:

- увеличение выбросов парниковых газов способствует глобальному потеплению, что приводит к более частым и тяжелым природным катастрофам, разрушение мест обитания из-за добычи ресурсов и расширения городов угрожает видам растений и животных. Чрезмерное потребление и загрязнение водных ресурсов могут привести к нехватке воды и повлиять на экосистемы;

- городские тепловые острова повышают температуру, создавая риски для здоровья человека, особенно для уязвимых групп населения, выбросы из зданий способствуют образованию смога и респираторных заболеваний. Использование вредных химических веществ в материалах влияет на качество воздуха в помещениях, вызывая долгосрочные проблемы со здоровьем;

- здания, не соответствующие будущим нормативам, могут стать устаревшими, требуя дорогостоящих переоборудований или обесценивания. Здания, не рассчитанные на воздействие климата, могут пострадать от больших повреждений во время таких событий, как наводнения или штормы. Так же энергоэффективные здания требуют больше энергии, что приводит к увеличению счетов за коммунальные услуги со временем.

Реальные примеры сценариев при несоблюдении экологических норм при строительстве:

1. Землетрясение в Сычуани, Китай 2008 года: плохие строительные практики привели к обрушению многочисленных зданий, особенно школ. При землетрясении погибло более 69 000 человек.

2. Водный кризис во Флинте, США: стареющая инфраструктура и меры по сокращению затрат привели к загрязнению воды свинцом, что в дальнейшем привело к серьёзным проблемам со здоровьем у жителей, особенно детей.

Примеры экологических зданий:

1. The Edge, Амстердам, Нидерланды. Здание названо самым экологичным и умным в мире. Оно оснащено динамической светодиодной системой освещения, питаемой через Ethernet, что снижает потребление энергии, использует солнечные панели и систему аккумуляции тепловой энергии из грунтовых вод для отопления и охлаждения. По методике оценки устойчивости BREEAM получило 98.4%.

2. Bosco Verticale, Милан, Италия. Две жилых башни украшены более 900 деревьями и 20 000 растениями, которые поглощают частицы пыли, производят кислород и улучшают качество воздуха. Они действуют как естественный регулятор температуры, тем самым снижая потребность в энергии.

3. Pixel Building, Мельбурн, Австралия. Является первым углеродно-нейтральным офисным зданием в Австралии. Оснащено ветровыми турбинами и солнечными панелями, отслеживающими движение солнца, для генерации энергии, использует вакуумные туалеты и живую крышу для снижения потребления воды.

4. Vancouver □onvention □entre West, Ванкувер, Канада. Здание охватывает шесть акров живой крыши, крупнейшей в Канаде, она же является домом для тысяч местных растений и даже колонии пчел. Включает систему обогрева и охлаждения с использованием морской воды и систему очистки воды на месте.

Данные примеры показывают, что вопросы экологии при строительстве могут быть решены и решены положительно, без деградации природной среды и сохранения баланса.

Список источников

1. Устойчивые здания: https://www.unep.org/topics/cities/buildings-and-construction/sustainable-buildings?form=MG0AV3

2. Совет по охране окружающей среды: https://worldgbc.org/?form=MG0AV3

УДК 666.972

Смирнов А.О., Анисимов С.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ДРОБЛЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Аннотация. *Рассмотрено влияние расхода цемента и крупного заполнителя из отходов дробления на прочностные свойства тяжелого бетона. Установлено, что с учетом одинаковой равноподвижности и срока твердения бетонных смесей применение заполнителей с отходами дробления позволяет достичь прочностных показателей, соответствующих классу В 25. Представлены составы бетона, имеющие наилучшие показатели по свойствам бетонных смесей.*

Ключевые слова: *бетон, заполнитель, прочность, водоцементное отношение, щебень.*

Введение. За рубежом проблема утилизации строительных отходов решается системно на государственном уровне. Во многих странах свалки строительных отходов запрещены. А если и существуют, то «свалить» отходы значительно дороже, чем их переработать. В ближайшее время европейские страны планируют перерабатывать около 200 млн. тонн строительных отходов, что сопоставимо с объемом производства нерудных строительных материалов из природного сырья в России [1].

Как известно, рынок нерудных материалов (щебень, песок) – один из важнейших базовых рынков строительных материалов. На цену щебня значительно влияет стоимость доставки щебня конечным потребителям, которая может составлять до 50% стоимости щебня.

И то, и другое может быть получено от переработки железобетонного лома, без дальнейшего истощения природных ресурсов и разработки новых карьеров. Утилизация (рециклинг) строительных отходов не только сократит площадь свалок, но также задействует имеющийся в России высокий интеллектуальный и производственный потенциал для развития строительного рынка, в конечном для получения экономического эффекта. С учетом постоянно растущего объема производства бетона, особенно в период сезонного спроса, нередко возникает дефицит наполнителей – щебня и песка [2, 3].

Целью работы является исследования влияния заполнителей из отходов дробления на прочность тяжелого бетона. **Задача исследования** состояла в получении бетонов с высокой прочностью при разном содержании цемента.

Методика и исходные материалы.

В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н в кол-ве 250 - 450 кг/м^3 производства ООО «Мордовцемент», (ГОСТ 31108-2016). В качестве заполнителя применялись природный песок кварцевый с модулем крупности $М_к$=1,6. В качестве крупного заполнителя использовался щебень из отходов дробления фракции 20-40 дробимостью М 800. Бетонные смеси приготавливались с учетом равноподвижности равная П 3. Полученные образцы-кубы с ребром 150 мм хранились в нормальных условиях и испытывались на 28 сутки твердения. Результаты исследования показаны на рис. 1.

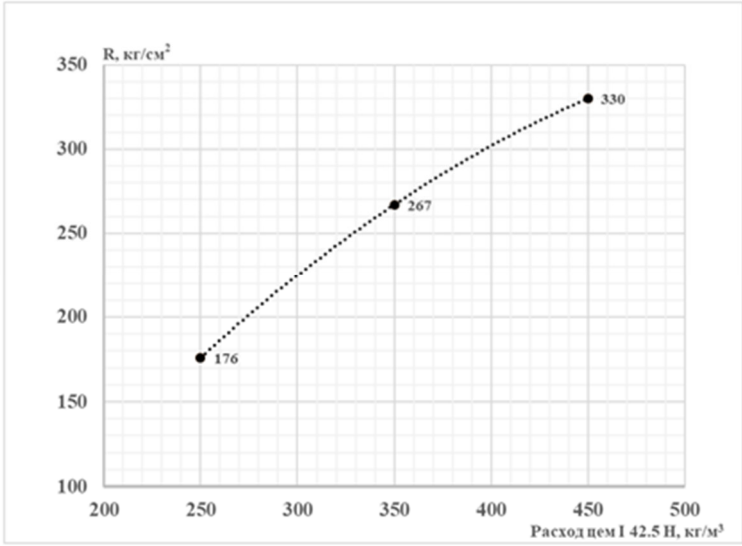


Рис. 1. Влияние отходов дробления на прочность бетона с различным содержанием цемента

Результаты исследования и обсуждение.

Анализ данных эксперимента показывает, применение отходов дробления бетона с различным содержанием цемента приводит к некоторому увеличению водопотребности, что отрицательно сказывается на

прочности бетона. Однако, учитывая тот факт, что стоимость отходов дробления бетона в 1,5 раза ниже гранитного, его применение экономически выгодно. Установлено, что разрушение бетона, в целом, идет по цементному камню, однако, при повышенном расходе цемента – по крупному заполнителю. Это и является пределом применения отходов дробления бетона.

Выводы.

1. Применение отходов дробления бетона экономически эффективно при изготовлении бетонов для частного домостроения.

2. Возможно получение бетонов с отходами дробления прочностью 330 кг/мсм^2, что соответствует классу бетона В25.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Модифицированные цементные композиции с кварцевым наполнителем [Электронный ресурс] / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7929.2. Добшиц, Л. М.

2. Анисимов С.Н. Влияние заполнителей из отходов дробления железобетонных конструкций на прочность тяжелого бетона / С.Н. Анисимов, А.Ю. Мосунов // Научному прогрессу – творчество молодых. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. – №2., С. 236-238.

3. Смирнов А.О. Формирование структуры бетона с комплексными модифицирующими добавками: проблемы и пути решения / С.Н. Анисимов, О.В. Кононова, А.Ю. Лешканов, А.О. Смирнов // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XI международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Ч. 4., С. 193-195.

УДК 691.32

Смолякова В.Д.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ НА СОХРАНЯЕМОСТЬ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. *Проблематика реологических свойств бетонных смесей крайне сложна и многообразна, но вместе с тем представляется возможным и выявление определенных закономерностей, способствующих повышению сохраняемости их характеристик во времени. В статье анализируется влияние скорости транспортировки на сохраняемость бетонных смесей, рассматриваются идеи для поддержания рабочей консистенции раствора.*

Ключевые слова: *бетонная смесь, раствор, скорость транспортировки.*

Введение. Бетон является одним из самых распространённых строительных материалов, и очень важно, чтобы он поддерживал заданные характеристики до момента заливки в формы, что в дальнейшем позволит получить качественные конструкции.

Целью работы является анализ влияния скорости транспортировки на сохраняемость бетонных смесей. **Задача работы** заключается в изучении тонкостей логистики, затрудняющих способность смеси сохранять первоначальные свойства.

Способность бетона не менять свои свойства от момента приготовления до его разлива определяется такими факторами как:

- Время, прошедшее с момента замешивания до укладки. Период транспортировки свыше 3 часов неизменно требует вмешательства в стандартные процессы гидратации. Температура окружающей среды. Низкие температуры замедляют затвердевание. Это может привести к тому, что бетон не успеет набрать нужную прочность в первые сутки, что увеличивает время его застывания. При температуре ниже 0°□ вода в бетонной смеси может замерзнуть, что нарушает процесс химической реакции и может привести к разрушению бетона. Влажность воздуха. Когда окружающая среда имеет высокую влажность, скорость испарения замедляется. Эта пониженная скорость испарения, как правило, по-

лезна для процесса отверждения, поскольку обеспечивает более длительный период гидратации, что в свою очередь приводит к получению более прочного и долговечного бетона [1. 2].

Бетонные смеси имеют ограниченное время, в течение которого они остаются работоспособными. Это время варьируется в зависимости от условий, в которых происходит транспортировка. Поэтому стоит уделять особое внимание темпам доставки бетона на строительную площадку. Излишняя спешка может привести к расслоению, в то время как промедление способствует потере воды, вызывающей загустение бетонной массы. Чем больше времени проходит с момента приготовления смеси, тем больше вероятность, что она станет слишком густой и трудно поддающейся формированию [3].

Продолжительность доставки на место назначения напрямую влияет на его рабочие характеристики. Существует так называемое "время схватывания", после которого бетон теряет возможность нормальной укладки. Раствор, подвергшийся быстрой транспортировке, может начать схватываться раньше, чем будет залит, что приведёт к образованию трещин в дальнейшем.

Рассмотрим проблемы, с которыми можно столкнуться на стройплощадке из-за потери бетоном рабочей консистенции:

- Падение качества бетона. Потеря рабочей консистенции может привести к образованию трещин и снижению прочности.
- Увеличение времени на укладку. Трудности с выравниванием смеси могут увеличить сроки выполнения работ.
- Неравномерность затвердения. Увлечение воды в растворе может привести к неравномерному затвердеванию, что может негативно повлиять на конечные характеристики.
- Непредвиденные траты. Необходимость переукладки или доработки бетона может значительно увеличить общие расходы на проект.

Выводы.

Таким образом, важность контроля процесса транспортировки бетона не стоит недооценивать.

В настоящее время существуют решения данной проблемы. Грамотный подход к выбору транспортного средства, например, бетонного насоса или миксера, сокращение расстояния до объекта, использование добавок для замедления твердения или улучшения текучести смеси и расчет времени схватывания в зависимости от температуры окружающей среды и состава бетона помогут избежать преждевременного затвердевания и потери рабочей консистенции. Правильное планирование

логистики и детальный расчет помогут минимизировать риски, связанные падением качества бетона и непредвиденными тратами.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Влияние поликарбоксилатных суперпластификаторов на структурообразование цементных паст / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов, А.Ю. Лешканов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5-5. – С. 945-948.

2. Анисимов С.Н. Оптимизация процесса твердения цементного камня [Электронный ресурс] / А.Ю. Лешканов, С.Н. Анисимов, О.В. Кононова и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – Режим доступа: http://science-education.ru/ru/article/view?id=21253.

3. Афанасьев А.А. Оценка тепловых полей при ускоренных методах твердения бетонов в монолитном домостроении / А.А. Афанасьев, Ю.А. Минаков // Теоретические основы строительства. – М., 1998. – С. 247–254.

УДК 691.32

Снигирева А.А.
Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА

Аннотация. *В данной статье рассматриваются методы оптимизации процесса твердения бетона с целью повышения прочностных характеристик и долговечности стройматериала. Анализируются основные факторы, влияющие на твердение бетона, такие как температура, влажность, состав сырьевых компонентов и режимы ухода за бетоном.*

Ключевые слова: *строительство, бетон, гидратация, условия твердения, долговечность, прочность, строительные материалы.*

Введение. Бетон является одним из самых распространенных и востребованных строительных материалов, использующихся в различных отраслях – от жилого и коммерческого строительства до инфраструк-

турных проектов. Его популярность обусловлена высокой прочностью, долговечностью и универсальностью, однако достижения этих свойств во многом зависят от процесса твердения. Правильная оптимизация этого процесса значительно улучшает характеристики бетона, что, в свою очередь, непосредственно влияет на безопасность и долговечность строительных объектов [1].

Процесс твердения бетона представляет собой сложный химический и физический процесс, в ходе которого происходит образование прочной структуры на основе гидратации цемента. Однако этим процессом часто пренебрегают, что может привести к различным дефектам, таким как трещины, низкая прочность и ухудшение эксплуатационных характеристик. В условиях современного строительства, где требования к качеству материалов постоянно растут, особенно важным становится вопрос эффективного контроля и управления процессом твердения.

Цель работы состоит в исследовании процессов теплового воздействия для ускорения твердения бетонов.

Задача исследования состоит в исследовании эффективности способов оптимизации твердения бетона.

Теоретическое исследование. Существует несколько методов и подходов, которые можно использовать для оптимизации процесса твердения бетона. Ниже приведены основные из них:

Использование добавок: Добавочные компоненты позволяют не только сократить время твердения бетона, но и улучшить его характеристики, в том числе морозостойкость, прочность и водонепроницаемость. В качестве химических ускорителей чаще всего используются хлористые соли, такие как хлорид кальция. Они способствуют ускорению реакции гидратации цемента и значительно уменьшают время, необходимое для достижения необходимых прочностных характеристик. К алкалиновым добавкам относятся натрий и калий, которые также могут ускорить процесс твердения бетона, но следует учитывать возможные негативные воздействия на арматуру. Некоторые органические соединения, например, суметы или элементы с особыми свойствами, могут использоваться для повышения скорости твердения, но их применение менее распространено в больших масштабах. Ускорители на основе силиката увеличивают скорость реакции между цементом и водой, тем самым способствуя более быстрому набору прочности. Ускорители на основе кальция, содержащие оксид кальция, могут способствовать более быстрому набору прочности на начальных стадиях твердения.

Поддержание влажности: является критически важным аспектом для оптимизации процесса твердения бетона, так как для нормальной реак-

ции гидратации цемента бетону необходима влага. Недостаток воды может привести к неполному затвердению, что негативно скажется на прочности и долговечности конструкции. В первые дни после заливки бетона необходимо поддерживать его поверхность влажной, что обычно осуществляется в течение минимум 7 дней, в зависимости от состава бетона и условий окружающей среды. Существуют различные методы поддержания влажности, такие как укрытие пленками, которое помогает удерживать влагу, регулярное орошение бетона водой, а также использование специальных покрытий, которые предотвращают испарение влаги. Важно также учитывать условия окружающей среды, такие как температура и ветер, которые могут ускорять испарение; в жаркую или ветреную погоду особенно важно поддерживать влажность бетона.

Выводы.

1. Контроль за температурой играет ключевую роль, так как тепло, выделяемое при гидратации, может привести к быстрому испарению воды.

2. Поддержание должного уровня влажности в процессе твердения бетона существенно влияет на его характеристики, включая прочность, водонепроницаемость и стойкость к трещинообразованию, что делает правильный уход в этот период залогом высокого качества и долговечности конструкции.

Список источников

1. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов -М.: Изд-во АСВ, 2011 - 528 стр. с иллюстрациями.

2. ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.

3. Иванов С.П. Современные методы зимнего бетонирования / С.П. Иванов, А.А. Петров // Инновационные технологии в строительстве. – 2020. – № 2. – С. 12-18.

УДК 711.4:004

Старегородцева Д.С.
Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КИРОВА: ПЕРЕХОД К КОНЦЕПЦИИ «УМНОГО ГОРОДА»

***Аннотация**. В статье рассматриваются основные технологии «умного города» на примере города Киров. Анализируются «умные» проекты и результаты их внедрения в городе Киров. Отмечаются перспективы развития города Киров.*

***Ключевые слова**: цифровизация, IQ городов, умный город, умные технологии.*

Проект «Умный город» в России реализуется в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика» с 2018 года.

Совместно с МГУ был разработан интегральный индекс оценки хода и эффективности цифровой трансформации городского хозяйства («IQ городов»). IQ служит для оценки эффективности мероприятий, реализуемых в рамках проекта «Умный город». Методика оценки хода эффективности цифровой трансформации городского хозяйства утверждена приказом Минстроя России от 28 сентября 2023 г. № 696/пр.

Город Киров в настоящее время активно внедряет технологии «умного города», направленные на оптимизацию ресурсов, повышение безопасности и улучшение качества жизни. Ключевые направления включают интеллектуальные системы управления энергопотреблением, транспортом, освещением и экологическим мониторингом.

На рис. 1 показан график изменения IQ города Киров, из которого видно, что уровень цифровизации города в последнее время повышается.

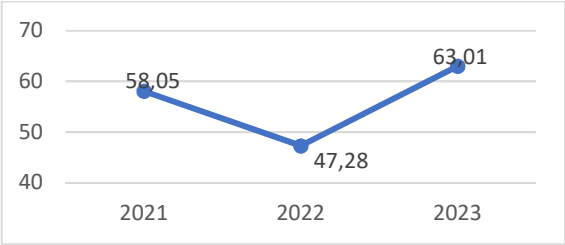


Рис. 1. Динамика уровня IQ города Киров.

Рассмотрим основные технологии «умного города», применяемые в городе Киров.

1. ПИР-датчики: энергоэффективность и безопасность. Пассивные инфракрасные датчики (ПИР) — основа автоматизации городской инфраструктуры. Их принцип работы заключается в фиксация теплового излучения для активации систем освещения, видеонаблюдения или климат-контроля. На основе ПИР-датчиков в Кирове работает «умное» освещение подъездов и парков, за счет чего обеспечивается экономия энергии до 30%; происходит активация камер наблюдения при движении в охраняемых зонах, что уменьшает и предотвращает количество краж; управление отоплением в офисных центрах, что способствует снижению затрат на ЖКХ.

2. ГИС-платформа ArcGIS осуществляет анализ городских данных. ArcGIS используется для пространственного анализа и управления инфраструктурой. Данная платформа обеспечивает визуализацию транспортных потоков, качества воздуха и плотности населения, интегрирована с IoT-датчиками, применяемыми в мусорных контейнерах, в освещении. В Кирова данная платформа применяется в оптимизации маршрутов мусоровозов и публичных картах с данными о парковках и экологии.

3. Программное обеспечение (ПО) для управления ресурсами. Базовое ПО: Linux, PostgreSQL, MQTT. Прикладное ПО: Power BI — анализ энергопотребления, S□ADA — управление теплосетями, мобильные приложения («Госуслуги», «Мой счетчик»). Рассматриваемые ПО обеспечивают снижение потерь электроэнергии на 15%, воды — на 10%.

4. Интеллектуальный транспорт и экология. Среди этих технологии используются адаптивные светофоры**,** применение которых обеспечивает снижение заторов на 20%; датчики и камеры для оптимизации маршрутов и мониторинга трафика; датчики качества воздуха (PM2.5, □O2) и воды в р. Вятке.

5. Безопасность и туризм. Среди этих технологии используются камеры с распознаванием лиц в центре города, приложение «Киров Туристический» с AR-гидами и картами.

Анализируя технологии можно выделить некоторые проблемы. Например, высокая стоимость внедрения и нехватка кадров. В качестве решения необходимо внедрять федеральное финансирование и обучать специалистов. Перспективы и планы до 2025 года: полный переход на умные счётчики в ЖКХ, внедрение блокчейна для учёта ресурсов, солнечные панели на общественных зданиях.

В заключение можно отметить, что сегодня город Киров демонстрирует успешные примеры цифровизации: от автоматизации освещения до умного транспорта. Дальнейшее развитие города требует инвестиций, обучения кадров и интеграции с федеральными программами. Город может стать моделью для других регионов, сочетая технологичность и экологичность.

Список источников

1. World Government Summit. *Principles for Digital Transformation in Cities*. KPMG, 2022.
2. Esri. *Smart City Planning with ArcGIS Urban*. Developer Summit, 2020.
3. Tektelic. *IoT in Smart Cities: Case Studies*. 2023.
4. IEEE. *Energy Management Systems in Urban Infrastructure*. Smart ities Journal, 2022.

УДК 625.85.32

Таланцев Е.Э.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА (САЖИ) В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ

Аннотация. *Статья посвящена исследованию использования технического углерода (сажи) в качестве добавки к дорожным битумам с целью улучшения их эксплуатационных свойств. Технический углерод представляет собой углеродное вещество, получаемое из пиролиза органических материалов, и широко применяется в различных отраслях благодаря своим характерным свойствам. В контексте дорожных битумов сажа может значительно изменить механические свойства, термостабильность и устойчивость к воздействию агрессивной внешней среды. В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований, которые показывают влияние добавления различных доз технического углерода на характеристики битумов и асфальтобетонных смесей, а также обсуждены преимущества и возможные риски, связанные с использованием данного материала.*

Ключевые слова: *асфальтобетон, старение асфальтобетонов, технический углерод, стойкость к старению, добавки для асфальтобетонов.*

Введение. Дорожные битумы играют ключевую роль в строительстве и ремонте транспортных сооружений. Однако с течением времени они подвержены старению, что приводит к ухудшению их механических свойств и снижению долговечности дорожных покрытий. Устойчивость к деформациям, трещинообразованию и воздействию внешних факторов является основным критерием оценки качества битумов. Совершенствование свойств битумов часто достигается с помощью различных добавок, одной из которых является технический углерод [1].

В рамках исследования были проведены тесты на определение вязкости, температуры размягчения и низкотемпературной хрупкости битумов. Для экспериментов было выбрано несколько образцов битумов, к которым в качестве добавки использовали технический углерод с различной дисперсностью и концентрацией (1 %, 2 %, 3 % по массе).

Рис. 1. Технический углерод в различных формах

Анализ показал, что добавление технического углерода в битумы повышает их вязкость, что позволяет сделать покрытия более устойчивыми к нагрузкам и деформациям. При добавлении 2 % сажи к битуму наблюдалось улучшение низкотемпературной хрупкости, что может снизить вероятность образования трещин в холодный период. Однако при превышении дозы 3 % происходило ухудшение свойств, что связано с агломерацией частиц углерода и уменьшением взаимодействия с битумом. Кроме того, технический углерод положительно влияет на термостабильность битумов, позволяя сохранять их свойства при высоких температурах, что критично для регионов с жарким климатом.

Внедрение технического углерода как добавки к дорожным битумам открывает новые горизонты для улучшения их характеристик. Использование сажи позволяет повысить устойчивость к старению и улучшить эксплуатационные свойства асфальтобетонных смесей. Однако необходимо учитывать дозировку и особенности конкретной марки битума, чтобы избежать негативных эффектов, связанных с избытком добавки.

Заключение. Использование технического углерода в качестве добавки к дорожным битумам является перспективным направлением для повышения их качества и долговечности. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность сажи в улучшении механических и термальных свойств, что в конечном итоге может привести к созданию более устойчивых и долговечных дорожных покрытий. Перспективы дальнейших исследований заключаются в разработке оптимальных рецептур и изучении долгосрочных эффектов использования технического углерода в составах битумов.

Список источников

1. Абдуллин А.И., Емельянычева Е.А. Использование технического углерода в качестве добавки к дорожным битумам // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tehnicheskogo-ugleroda-v-kachestve-dobavki-k-dorozhnym-bitumam (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 69

Тоиров М.А.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. *В современном строительстве наблюдается устойчивый тренд к внедрению экологически чистых строительных материалов и технологий, которые способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду. Данная статья освещает ключевые аспекты разработки и применения таких материалов, анализирует их влияние на здоровье человека и экосистему, а также рассматривает примеры успешной реализации экологически чистых технологий в строительстве. Проведен обзор существующих инновационных решений, направленных на уменьшение выбросов углекислого газа и потребления ресурсов в процессе строительства. Основное внимание уделяется характеристикам, преимуществам и потенциальным вызовам, связанным с использованием этих материалов, а также значению государственной политики в этой сфере.*

Ключевые слова: *строительные материалы, экология, технология строительства.*

Введение. С устойчивым развитием и глобальными изменениями климата связано множество вызовов для строительной отрасли, ответственной за значительное количество выбросов углекислого газа и потребление природных ресурсов. В ответ на эти вызовы возникает необходимость перехода к экологически чистым строительным методам и использованию инновационных материалов, позволяющих минимизировать негативное воздействие на природу [1].

Экологически чистые строительные материалы описываются как такие, которые имеют низкие негативные воздействия на здоровье человека и окружающую среду на всех этапах своего жизненного цикла – от добычи и производства до утилизации. Среди них можно выделить:

Биоматериалы: к ним относятся древесина, бамбук, глина и другие натуральные продукты, которые активно используются в строительстве. Эти материалы не только обладают хорошими строительными свой-

ствами, но и являются возобновляемыми. Ресурсосберегающие материалы такие как переработанный бетон, вторичные агрегаты и композиты, которые позволят уменьшить объемы первичного сырья, необходимых для строительства.

Материалы с низким уровнем эмиссии: применяются для уменьшения загрязняющих выбросов в воздух, в том числе низковибрационные строительные составы и краски, которые не содержат вредных химических веществ.

Технологии устойчивого строительства. Инновационные технологии в строительстве играют ключевую роль в создании устойчивых и экологически чистых зданий и сооружений. Одной из таких технологий является модульное строительство, которое позволяет значительно сократить отходы и использовать ресурсы более эффективно. Другие примеры включают: применение нанотехнологий в материалах позволяет улучшить их функциональные характеристики, повысить долговечность и устойчивость к внешним факторам; использование живых растений на крышах и фасадах зданий способствует улучшению качества воздуха, снижению температуры в городских условиях и повышению биологического разнообразия (Рис. 1); системы солнечных панелей, геотермальное отопление и энергоэффективные окна и двери снижают потребление энергии и уменьшают углеродный след зданий.

Рис. 1. Конструкция «зеленой» кровли

Несмотря на явные преимущества использования экологически чистых строительных материалов и технологий, существуют определенные препятствия, которые необходимо преодолевать. Одним из основных является высокая стоимость таких материалов, которая может быть нецелесообразной для многих инвесторов и застройщиков. Также важно учитывать необходимость дополнительного обучения специалистов,

работающих с новыми технологиями. И, наконец, недостаток стандартов и нормативов может затруднить внедрение экологически чистых практик на уровне государственной политики.

Заключение. Экологически чистые строительные материалы и технологии представляют собой перспективный путь для дальнейшего развития строительной отрасли, способствуя не только улучшению состояния окружающей среды, но и повышению качества жизни людей. Необходимость перехода на устойчивые методы строительства становится все более актуальной, и государственная политика должна учитывать этот тренд, создавая условия для инвестиций и внедрения инноваций в этой сфере. Важно, чтобы все участники строительного процесса — от производителей до конечных пользователей — осознавали ценность экологически чистых материалов и активизировали свои действия для их внедрения в практику.

Список источников

1. Дурдымырадов М., Аннаев Х., Ашырдурдыев А. Разработка и применение экологически чистых строительных материалов и технологий: шаг к устойчивому строительству // Вестник науки. 2024. №6 (75). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-primenenie-ekologicheski-chistyh-stroitelnyh-materialov-i-tehnologiy-shag-k-ustoychivomu-stroitelstvu (дата обращения: 05.04.2025).

2. Малинов В.Л. Ресурсосберегающие инновационные наплавочные материалы и упрочняющие технологии, обеспечивающие динамическое деформационное мартенситное превращение // ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет». 2011. №22. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/resursosberegayuschie-innovatsionnye-naplavochnye-materialy-i-uprochnyayuschie-tehnologii-obespechivayuschie-dinamicheskoe (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 691.11

Уракова Е.Э.
Научный руководитель: Бородина Е. А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. *В данной статье представлен анализ и сравнение свойств материалов для полов (инженерная доска, штучный паркет) с целью сопоставления и получения качества оценки материалов. Сделан вывод о том, что данные напольные покрытия имеют свои особенные характеристики, позволяющие использовать их по назначению.*

Ключевые слова: *напольное покрытие, штучный паркет, инженерная доска.*

При выборе напольного покрытия необходимо понимать, какие нагрузки будут воздействовать на него. Для сравнения и анализа свойств были выбраны штучный паркет и инженерная доска. Свойства инженерной доски и штучного паркета представлены в следующих нормативных документах: ГОСТ 862.3-2020[1], ГОСТ 862.1-85 [2].

Таблица 1 Свойства материалов для полов на основе древесины

Свойство	Материал	Паркет штучный	Инженерная доска
Материал		Цельная древесина	Цельная древесина
Состав		Паркетные планки	Паркетная ламель, основание
Породы древесины, используемые для изготовления		Марки А: высшая категория качества. Дуб и тропические породы. Марки Б:первая категория качества. Бук, ясень, сосна, ильма, вяз и др.	Древесины дуба, бука, ясеня, остролистного клена, бересты (карагача), вяза, березы и др.
Размеры (длина, ширина. толщина: минимум – максимум, мм)		Толщина =15(18) – номинальный; Длина =150-500; Ширина = 30-90;	Толщина ≥ 10 – номинальный; Длина ≥150; Ширина ≥ 50;

Дефекты - пороки древесины не допустимые	Здоровые светлые и темные сучки, трещины, наклон волокон, крень, свилеватость, завиток, сердцевина, двойная сердцевина, пророст открытая односторонняя кармашек, засмолок, пятнистость, водослой, химическая окраска, заболонные грибные окраски, побурение, червоточина, тупой обзол, отщеп, скол, вырыв, задир, накол, выщербина, ожог, непрофрезеровка	Здоровые светлые и темные сучки, трещины, наклон волокон, крень, свилеватость, завиток, сердцевина, двойная сердцевина пророст открытая односторонняя кармашек, засмолок, пятнистость, водослой, химическая окраска, заболонные грибные окраски, побурение, отщеп, скол, вырыв, задир, накол, выщербина, ожог, непрофрезеровка
Влажность материала при отпуске	(9±3)%.	(9±3)%.
Допустимые дефекты формы (прямоугольность, покоробленность и др.)	Скос грани по толщине слоя износа, а: 3° (±30′); Отклонение от параллельности плоскостей: не должно превышать предельного отклонения по толщине и ширине; Отклонение от перпендикулярности продольной кромки и торца: 0,2 на длине 100; Отклонение от плоскостности: продольной – 0,6 на длине 1000; поперечной – 0,2	Скос грани по толщине слоя износа а: от 1° до 3° (±30’); Отклонение угла между смежными кромками от 90°, выраженное в линейной мере (отклонение от перпендикулярности): 0,2 мм на длине 100 мм; Отклонение от прямолинейности: в продольном направлении: по лицевой стороне : 0,5 % от длины, по кромке: 0,1 % от длины; в поперечном направлении: 0,2 % от ширины
Дополнительное защитное покрытие	Требуется лаковое покрытие	Требуется лаковое покрытие
Соединение элементов клеевое/бесклеевое	Бесклеевое	Клеевое

Вывод. Напольное покрытие из штучного паркета и инженерной доски выкладываются из отдельных элементов, однако размеры первого

материала ограниченны, а второго-нет. С точки зрения технологии, укладка инженерной доски будет быстрее и легче, так как элементов меньше. Для инженерной доски и штучного паркета необходимо лаковое покрытие, что повышает их износостойкость. Элементы инженерной доски склеивают друг с другом, что позволяет увеличить срок службы покрытия, снизить попадание воды в швы, а также увеличить упругость швов за счет клея.

Список источников

1. ГОСТ 862.3—2020 Изделия паркетные. Паркет многослойный. Технические условия. – Москва: Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 540 «Строительные материалы и изделия» и Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»),2020 – 17 с.

2. ГОСТ 862.1-85. Изделия паркетные. Паркет штучный. Технические условия. – Москва: Мин. лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР,1984. - 6с.

УДК 691

Чеботарь П.В.
Научный руководитель: Маношкина Г.В.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ "CLT" ПАНЕЛЕЙ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕН

Аннотация. *Настоящая работа посвящена сравнительному анализу энергоэффективности конструкций, выполненных панелей (CLT) и железобетонных стен. В тексте рассматриваются историческое развитие данных технологий, влияние на энергоэффективность зданий. В заключение представлены основные проблемы и вызовы, стоящие перед обеими технологиями, а также возможные направления их дальнейшего развития и оптимизации.*

Ключевые слова: *CLT, CLT панели, железобетонные стены, энергоэффективность, теплопроводность, устойчивость, экологические аспекты, углеродный след, строительные технологии.*

Введение. С ростом осведомленности о климатических изменениях и увеличении затрат на энергоресурсы, энергоэффективность становится критически важной для строительства современных зданий. Одними из ключевых материалов, используемых в строительной отрасли, являются □LT-панели (кросс-ламелированный древесный массив) и железобетонные стены. В данном докладе мы проведем сравнение их энергоэффективности, рассмотрим историческое развитие, текущее состояние, а также анализ проблем и вызовов, с которыми сталкиваются эти конструкции.

Историческое развитие.

CLT-панели. □LT-панели были разработаны в Европе в 1990-х годах и быстро завоевали популярность благодаря своей легкости, прочности и устойчивости. В последние десятилетия □LT стал использоваться в качестве альтернативы традиционным строительным материалам, что связано как с экологическими преимуществами, так и с улучшением энергоэффективности зданий.

Железобетонные стены

История железобетона насчитывает более ста лет. С момента его появления в строительстве он стал стандартом для строительства массивных и прочных конструкций. Однако по мере развития технологий и увеличения требований к устойчивости зданий растет интерес к менее традиционным материалам, таким как □LT. В то время как железобетон обеспечивает высокую прочность и огнестойкость, его энергоэффективность может быть ниже, чем у дерева.

Энергоэффективность: Сравнительный анализ

Теплопроводность. □LT-панели обладают более низкой теплопроводностью, чем железобетон. Это позволяет уменьшить количество используемого для отопления или кондиционирования воздуха, что в свою очередь снижает эксплуатационные расходы. Анализы показали, что здания из □LT способны сохранять комфортный микроклимат даже при меньших затратах на энергию.

Устойчивость и долговечность. Железобетонные стены обеспечивают высокую устойчивость к погодным явлениям, но их теплоизоляционные свойства могут ухудшаться со временем из-за трещин и других повреждений. □LT-панели, будучи более подверженными биомассе и воздействию окружающей среды, требуют дополнительной защиты и обработки для повышения их долговечности.

Утилизация и углеродный след. □LT, как природный материал, имеет значительные преимущества в вопросах утилизации, поскольку древесина может быть переработана. Железобетон, в свою очередь, требует значительных ресурсов для производства и имеет высокий углеродный след, связанный с эксплуатацией цемента.

Основные проблемы и вызовы. Несмотря на все преимущества, как □LT, так и железобетонные стены сталкиваются с определенными проблемами:

CLT-панели:

- Высокая стоимость по сравнению с традиционными материалами.
- Скептицизм в отношении огнестойкости и устойчивости к вредителям.
- Нехватка специалистов, способных качественно работать с □LT.

Железобетон:

- Больший углеродный след производственного процесса.
- Значительные затраты на теплоизоляцию, поскольку сам по себе материал не обеспечивает хорошую энергоэффективность.
- Ограничения в сроках строительства из-за тяжелых конструкций.

Заключение. Сравнительный анализ энергоэффективности □LT-панелей и железобетонных стен показывает, что обе технологии имеют свои недостатки и преимущества. С учетом современных требований к энергоэффективности, устойчивости и экологии, □LT-панели будут занимать все более важную роль в строительной отрасли. Однако, железобетон, благодаря своей прочности и надежности, не исчезнет с рынка. Будущее, вероятно, будет связано с интеграцией обоих подходов для достижения оптимальных результатов в строительстве.

Список источников

1. Sathre R., Gustavsson L. Using wood products to mitigate climate change: External costs and structural change // Applied Energy, № 86, 2009. P. 251-257. DOI:10.1016/j.apenergy.2008.04.007

2. Рогожина А.В. Расчет деформативности □LT-панели перекрытия // Инженерный вестник Дона, №6 (90), 2022. С 329-339. EDN: TWGFWN

3. Кожин В.А., Кремлёв С. Сущность понятия энергоэффективности и показатели её измерения в жилищном строительстве.

УДК 625.072

Ямбаршев Д.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ЩЕБНЯ УСКОРЕННЫМ СПОСОБОМ

Аннотация. *В данной работе описаны требования и составляющие на разработку установки для определения морозостойкости щебня.*

Ключевые слова: *морозостойкость, щебень, установка.*

Морозостойкость щебня является одним из ключевых параметров, определяющих его долговечность и устойчивость к климатическим воздействиям. В строительстве, особенно в регионах с суровыми зимами, морозостойкость материалов играет важную роль в обеспечении качества и долговечности конструкций. Традиционные методы определения этого параметра часто требуют много времени и требуют значительных ресурсов. В связи с этим возникает необходимость в разработке автоматизированной лабораторной установки, которая позволит ускорить процесс и повысить его точность.

Основной целью разработки является создание автоматизированной установки для быстрого определения морозостойкости щебня. Основные задачи, которые необходимо решить в рамках данной разработки, включают:

- исследование существующих методов определения морозостойкости щебня;
- разработка автоматизированной системы, которая позволит сократить время тестирования;
- создание протокола проверки и верификации результатов, полученных с помощью новой установки;
- внедрение системы мониторинга и управления процессом тестирования, что позволит минимизировать человеческий фактор.

Морозостойкость щебня в соответствии с существующими стандартами определяется с помощью циклической заморозки и оттаивания. В России основным стандартом, регулирующим данный процесс, является ГОСТ 10060.0-2012 «Щебень и гравий для сооружения бетонных и же-

лезобетонных конструкций» [1]. В частности, данный стандарт требует проведения испытаний на циклы замораживания и оттаивания щебня для оценки его стойкости к морозу.

Другие ГОСТы, касающиеся морозостойкость, включают: ГОСТ 8267-93 [2] – определяет основные требования к щебню, ГОСТ 27677-88 [3] – описывает методы испытания, включая морозостойкость.

Современная автоматическая установка для определения морозостойкости щебня должна включать следующие компоненты: контроль температуры – установка должна быть оснащена контроллерами температуры, которые обеспечивают контроль за температурными режимами на каждом этапе испытания; система замораживания и оттаивания – для имитации условий заморозки и оттаивания необходимо создать систему, которая быстро меняет зоны температуры (например, с использованием термостатов); автоматизированный сбор данных – установка должна быть способна собирать данные о состоянии образцов, количестве циклов и результирующих характеристиках; интерфейс для пользователя – удобный интерфейс, который позволит операторам легко управлять процессом испытания, а также анализировать и интерпретировать данные.

Главным ожидаемым результатом разработки является сокращение времени испытаний, что позволит ускорить процесс подготовки щебня для использования в строительстве. Автоматизация процесса также снизит вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, и повысит воспроизводимость результатов.

Заключение. Разработка автоматической лабораторной установки для определения морозостойкости щебня ускоренным способом является важным шагом в повышении качества строительных материалов. Внедрение такой установки не только оптимизирует существующие процессы, но и способствует улучшению надежности и долговечности строительных конструкций в условиях сурового климата.

Список источников

1. ГОСТ 10060.0-2012. Щебень и гравий для сооружения бетонных и железобетонных конструкций. – М.: Издательство стандартов, 2012. – 29 с.

2. ГОСТ 8267-93. Общетехнические условия на щебень и гравий. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 15 с.

3. ГОСТ 27677-88. Методы испытаний щебня и гравия. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 22 с.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

УДК 625.72

Амиров Ё.И. углы
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИНЖЕНЕРНО-ЛАНДШАФТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. *Статья посвящена вопросам инженерно-ландшафтного проектирования автомобильных дорог, которое рассматривается как важный элемент повышения функциональности и эстетической привлекательности транспортной инфраструктуры. Авторы исследуют современные подходы к проектированию, направленные на интеграцию дорожных объектов в естественные и урбанистические ландшафты с минимальным воздействием на окружающую среду. Применение различных ландшафтных технологий, а также использование адаптивных решений в проектировании позволяет создать безопасные и гармоничные транспортные маршруты, способствующие устойчивому развитию городской и пригородной среды*

Ключевые слова: *инженерно-ландшафтное проектирование, автомобильные дороги, устойчивое развитие, экологические технологии, урбанистика.*

Введение. Современные автомобили и автомобильные дороги играют ключевую роль в транспортной системе, однако они также оказывают значительное воздействие на окружающую среду. Инженерно-ландшафтное проектирование становится необходимым подходом к созданию гармоничного взаимодействия между дорожными системами и природным окружением. Эта статья исследует принципы и методы интеграции дорожно-транспортной инфраструктуры в ландшафт, акцентируя внимание на мерах по сокращению негативного влияния на экосистемы [1].

В ходе исследования литературных источников и практического анализа существующих проектов были выделены основные методы инженерно-ландшафтного проектирования, включающие в себя использо-

вание органических форм, местных материалов, а также внедрение зеленых технологий. Также проводился анализ реализованных проектов, где акцент был сделан на практике применения инженерно-ландшафтных решений в процессе проектирования автомобильных дорог.

Исследование показало, что применение инженерно-ландшафтного проектирования позволяет добиться значительных преимуществ [2]. Устойчивые технологии, такие как создание зеленых насаждений вдоль дорожного полотна, встроенные экосистемы и элементов ландшафтного дизайна, способны улучшить визуальную составляющую и биологическое разнообразие. Примеры успешных проектных решений из различных стран показывают, как правильный выбор форм и материалов может способствовать не только функциональности, но и эстетике.

Рис. 1. Сочетание элементов дороги с существующим ландшафтом

Необходимость учитывать ландшафтные и экологические аспекты в проектировании дорожной инфраструктуры становится все более актуальной. Современные подходы предлагают интеграцию многофункциональных пространств, где автомобильные дороги могут сосуществовать с пешеходными зонами и зелеными насаждениями. Это требует от дизайнеров и инженеров гибкости и креативности, а также глубокого понимания динамики взаимодействия между природными и созданными человеком элементами.

Заключение. Инженерно-ландшафтное проектирование автомобильных дорог представляет собой важный шаг к созданию более устойчивых и комфортных транспортных систем. Грамотное внедрение ландшафтных решений не только способствует повышению безопасности и удобства пользования дорогами, но и обеспечивает гармоничное соединение между урбанистическим пространством и природным окружением. В дальнейшем необходимо проводить дополнительные исследования, направленные на создание новых стандартов проектирования, которые будут учитывать экологические и культурные аспекты, что позволит улучшить качество жизни в населенных пунктах.

Список источников

1. Ивасик Д. В., Васильченко А. А. Вопросы совершенствования проектирования автомобильных дорог // ИВД. 2018. №2 (49). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-sovershenstvovaniya-proektirovaniya-avtomobilnyh-dorog (дата обращения: 06.04.2025).

2. Балакин В.В., Сидоренко В.Ф., Слесарев М.Ю., Антюфеев А.В. Формирование средозащитных объектов озеленения в градоэкологических системах // Вестник МГСУ. 2019. №8 (131). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sredozaschitnyh-obektov-ozeleneniya-v-gradoekologicheskih-sistemah (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 625.741

Балдин Р.Д.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТАБИЛИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВАНИЙ ДОРОГ

Аннотация. *Рассматриваются современные подходы к стабилизации оснований дорог с целью повышения их прочностных характеристик и долговечности. Исследуется влияние различных стабилизирующих материалов, таких как гидравлические вяжущие, полимеры и отходы промышленности, на физико-механические свойства грунтов. Анализируются результаты экспериментальных исследований, подтверждающие эффективность стабилизации в различных климатиче-*

ских и эксплуатационных условиях. Обсуждается необходимость внедрения новых технологий и материалов для улучшения устойчивости дорожных оснований, что в конечном итоге приводит к снижению затрат на обслуживание и ремонты.

Ключевые слова: *стабилизация, прочностные характеристики, основания дорог, гидравлические вяжущие, полимеры, технологии, устойчивость.*

Введение. Прочностные характеристики оснований дорог играют решающую роль в обеспечении их долговечности и надежности. Неправильный выбор материала грунта или его плохое состояние могут привести к разрушению дорожного покрытия, что создает проблемы для транспортного движения и приводит к значительным экономическим потерям. В связи с этим актуальным является использование методов стабилизации, направленных на улучшение характеристик оснований [1].

Для достижения поставленной цели проводились эксперименты с различными типами грунтов, к которым добавляли стабилизирующие материалы. Оценивались показатели прочности, водопроницаемости и уплотненности. Использовались как традиционные материалы, такие как цемент и известь, так и новейшие полимеры, и материалы, полученные из отходов производства, что способствует созданию более устойчивых конструкций.

Выявлено, что добавление стабилизирующих материалов позволяет значительно повысить прочностные характеристики оснований. Например, применение цемента увеличивало прочность грунтов до 30% по сравнению с неустойчивыми образцами, а использование отходов, таких как шлаки и золы, не только улучшало прочность, но и снижало затраты на материалы. Полимерные добавки продемонстрировали высокую эффективность в удерживании влаги и увеличении срока службы дорожных оснований [2].

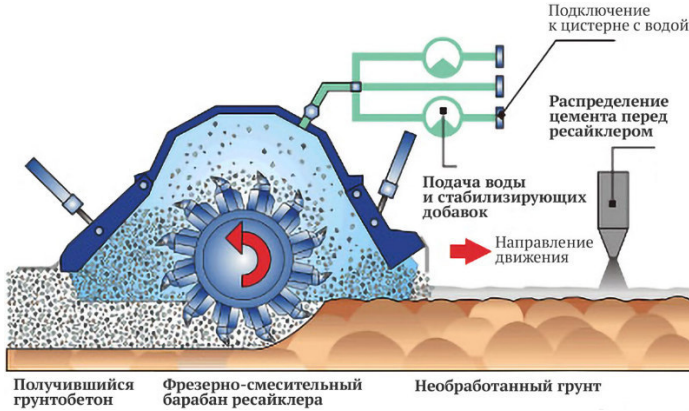


Рис. 1. Технология стабилизации грунта

Применение стабилизации как метода повышения прочностных характеристик имеет значительные преимущества. Однако необходимо учитывать специфику местных условий, например, типы грунтов и климатические факторы. Также требуется детальное исследование долгосрочного воздействия различных стабилизаторов на характеристики дорожных оснований.

Заключение. Стабилизация оснований дорог представляет собой эффективный способ повышения их долговечности и прочности. Внедрение новых технологий и материалов в практику проектирования и строительства дорожных объектов позволит существенно улучшить их эксплуатационные характеристики и снизить затраты на содержание. Дальнейшие исследования в этой области должны сфокусироваться на оптимизации состава стабилизирующих материалов и разработке новых технологий их применения в различных климатических условиях. Необходим также анализ воздействия на окружающую среду, что позволит сделать процесс стабилизации более устойчивым и безопасным.

Список источников

1. Суфиянов Р.Ш. Технология стабилизации грунта при строительстве автомобильных дорог // Вестник науки. 2021. №1 (34). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-stabilizatsii-grunta-pri-stroitelstve-avtomobilnyh-dorog (дата обращения: 06.04.2025).

2. Романов Н.В., Расинэ Жером. Обзор современных методов усиления и стабилизации слабых оснований // Вестник МГСУ. 2018. №4 (115). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-metodov-usileniya-i-stabilizatsii-slabyh-osnovaniy (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 725.381.3

Вагизов А.Р.
Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВИДЫ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПАРКОВОК

Аннотация. *В статье содержатся описания основных видов парковок.*

Ключевые слова: *многоуровневая парковка, многофункциональная парковка, паркинг, наземная парковка, подземная парковка.*

Современные градостроительные нормы имеют требования к организации парковок в связи с возрастающим количеством автомобилей. Основной сложностью при планировании парковок для автомобилей, особенно в больших городах, является небольшие пространства, необходимость строить в уже существующей застройке.

Рассмотрим основные виды парковочных сооружений, учитывая требования проектирования.

В подземных стоянках автомобилей не допускается разделение машино-мест перегородками на отдельные боксы. В отдельно стоящих подземных стоянках автомобилей не более чем с двумя этажами, располагаемых на незастроенной территории, должны быть предусмотрены самостоятельные въезды-выезды непосредственно наружу с каждого подземного этажа.

Выезд-въезд из подземной встроенной стоянки автомобилей, а также выезд-въезд из лифта при транспортировании автомобилей в подземную стоянку следует предусматривать непосредственно наружу или через стоянку на первом или цокольном этаже. Въезды-выезды из подземных и встроенных стоянок, их сообщение с другими частями здания,

Наземные стоянки автомобилей закрытого типа В наземных автостоянках степеней огнестойкости I и II при хранении автомобилей индивидуальных владельцев в обособленных боксах предел огнестойкости перегородок между боксами должен быть R 45, класс конструктивной пожарной опасности - К0. Ворота в этих боксах (за исключением ворот выездов, ведущих непосредственно наружу) следует предусматривать в виде сетчатого ограждения.

Наземные плоскостные одноуровневые стоянки открытого типа (без устройства фундаментов) должны иметь ограждение, разнесенные

места въезда-выезда, средства пожаротушения. Они также имеют охрану, средства сигнализации и учета времени, Пример. г. Казань ул. Тэцевская- ООО Единство Островов.

Модульная быстровозводимая стоянка автомобилей - металлическая конструкция, собранная из типовых унифицированных элементов, с возможностью демонтажа без повреждения конструкции (временное сооружение), на которой поэтажно (поярусно) размещают парковочные места. Конструкцию устанавливают на опорную железобетонную плиту или быстровозводимый фундамент. Модульные быстровозводимые стоянки автомобилей могут быть манежного, механизированного, полумеханизированного типов. Модульные надстройки применяют на открытых площадях, для увеличения числа машино-мест. Их возведение не относится к капитальному строительству, в случае необходимости они могут быть демонтированы и перемещены на другую площадку. Модульная надстройка может быть установлена поэтажно и в различных конфигурациях.

Плавучие (дебаркадерные) стоянки автомобилей могут размещаться, при необходимости, на существующих или вновь возводимых дебаркадерах при нехватке городских парковочных площадей. Дебаркадер состоит из стационарно установленного плавучего понтона и надстройки на нем. Надстройка может быть однопалубной (однодечный дебаркадер) или двухпалубной (двухдечный дебаркадер). Загрузку автомобилей на дебаркадерную стоянку осуществляют по трапам или механическим способом без участия владельца. Плавучие (дебаркадерные) стоянки автомобилей допускается проектировать с использованием незащищенного металлического каркаса и ограждающих конструкций из негорючих (НГ) материалов.

Механизированные стоянки автомобилей. Допускается многоярусное стеллажное хранение автомобилей на механизированной стоянке автомобилей с использованием механизированных средств доставки и установки автомобиля от приемного бокса в ячейку хранения и обратно.

Многофункциональный комплекс (МФК) представляет собой многоуровневую наземную автостоянку открытого типа переменной этажности, с возможно эксплуатируемой кровлей, со встроенными нежилыми помещениями с гибким функциональным назначением на первом и втором этаже класса.

Коммерческие помещения (нежилые помещение с гибким функциональным назначением) размещены на первых двух этажах и должны

иметь отдельные входы, не пересекающиеся с паркингом, что обеспечивает разграничение потоков и разделение функциональности здания.

Рамповые гаражи-стоянки разделяют на следующие типы: плоская одноярусная стоянка, плоская многоярусная стоянка, наклонная стоянка. Рамповые стоянки по сути являются многоуровневым сооружением, отличающимся констркуцией.

Выводы:

Многоуровневые парковки эффективны для организации парковки в местах с ограниченным пространством. Они позволяют разместить большое количество автомобилей на ограниченной площади. Могут обеспечить защиту от сложных климатических условий. Каждая машина находится на своём месте и не мешает уборке тротуаров и дорог. Позволяют защитить автомобиль от угона и взлома, а порой и самого водителя.

При правильном подходе многоуровневая парковка может быть не просто красивой – она может стать точкой притяжения, архитектурной достопримечательностью, доминантой района. К такому паркингу будут стекаться туристы, он в конечном итоге сможет прославить ваш район или весь город.

Список источников

1. Свод правил СП 160.1325800.2014 "Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 7 августа 2014 г. N 440/пр)
https://energostroy.org/wp-content/uploads/2016/12/%D0%A1%D0%9F-160.1325800.2014.pdf Дата обращения 01.04.2025г.

2. Ассоциация развития стального строительства «Многоярусные парковки экономкласса»
https://steel-development.ru/images/projects/downloads/Mnogoyarusnie_parkovki_economclassa.pdf Дата обращения 01.04.2025г.

3. СП 113.13330.2016. Свод правил. Стоянкиавтомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (утв. Приказом Минстроя России от 07.11.2016N 776/пр) (ред. от 17.09.2019) https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293747/4293747698.pdf Дата обращения 01.04.2025г.

УДК 691.16

Вилявин С.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТАРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Аннотация. *Рассматривается процесс старения различных типов асфальтобетонов, используемых в дорожном строительстве. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения долговечности и устойчивости дорожных покрытий к разрушению под воздействием климатических факторов и механических нагрузок. В рамках сравнительной оценки анализируются физико-механические свойства асфальтобетонов, такие как прочность на сжатие, устойчивость к деформациям и водоотталкивающие свойства. Используются как экспериментальные методы, так и численные модели для прогнозирования поведения различных асфальтобетонных смесей в процессе их эксплуатации.*

Ключевые слова: *старение асфальтовых бетонов, долговечность покрытий дорог, битумные вяжущие.*

Введение. Асфальтобетонные покрытия являются основным элементом современного дорожного строительства. Со временем они подвергаются воздействию внешних факторов, что приводит к их старению и, как следствие, к ухудшению эксплуатационных характеристик. При этом старение асфальтобетонов может значительно отличаться в зависимости от их состава, текстуры и условий эксплуатации. Цель исследования заключается в сравнительной оценке старения различных типов асфальтобетонов, что позволит выбрать наиболее устойчивые к старению материалы для дорожных покрытий [1].

Для исследования были выбраны три типа асфальтобетонов: традиционный асфальтобетон (TAB), асфальтобетон с модификаторами (MAB) и асфальтобетон на основе переработанных материалов (RAB). Каждому типу были присущи специфические свойства, которые могли повлиять на его старение. Используемые методы включали лабораторные испытания, такие как определение прочности на сжатие, тесты на устойчивость к деформации при различных температурах и влажности, а также длительные испытания на выносливость.

Результаты показали [2], что асфальтобетон с модификаторами (MAB) проявляет наибольшую устойчивость к старению, что связано с его улучшенными водоотталкивающими свойствами и способностью к восстановлению после деформации. Традиционный асфальтобетон (TAB) показал средние результаты, тогда как переработанные асфальтобетоны (RAB) столкнулись с более выраженными процессами старения, особенно под воздействием высоких температур и интенсивного движения транспортных средств. Тем более, использование переработанных материалов в составе асфальтобетонов требует дополнительных исследований для оценки их долгосрочных эксплуатационных свойств.

Сравнительная оценка старения асфальтобетонов продемонстрировала важность выбора подходящих материалов и технологий для повышения долговечности дорожных покрытий. Результаты показывают, что модификация асфальтобетона положительно влияет на его устойчивость к старению, что позволяет рекомендовать применение модифицированных смесей в зонах с высокой эксплуатационной нагрузкой и изменчивыми климатическими условиями. В то же время, переработанные аспекты требуют более глубокого изучения их потенциальной долговечности.

Заключение. Долговечность и устойчивость асфальтобетонов к старению играют ключевую роль в обеспечении эффективности дорожного строительства. Сравнительная оценка различных типов асфальтобетонов позволяет оптимизировать выбор материалов в зависимости от эксплуатационных условий. Дальнейшие исследования в данной области должны сосредоточиться на более глубоком анализе долговечности переработанных материалов и их взаимодействии с климатическими и механическими факторами. Такое исследование не только углубляет наши знания в области асфальтобетонных технологий, но также открывает перспективы для разработки новых, более устойчивых к старению материалов, что, в свою очередь, может значительно снизить затраты на содержание и ремонт дорожных покрытий.

Список источников

1. Веюков Е.В., Шубин С.В., Чужайкин В.А., Ягодкина Е.Д. Исследование изменения несущей способности асфальтобетонного покрытия в ходе его технологического и эксплуатационного старения // Экономика строительства. 2023. №4.

2. Лаврухин В.П., КалгинЮ.И., Ерофеев В.Т. Усталостная долговечность асфальтобетонов на модифицированных битумах // Вестник МГУ. 2001. № 3-4.

УДК: 625.7/.8:006

Габидуллин М.Г.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УПЛОТНЯЕМЫХ ГРУНТОВ ЛАБОРАТОРНЫМ МЕТОДОМ ПРОКТОРА

Аннотация. *Статья посвящена исследованию характеристик уплотняемых грунтов методом Проктора, который является стандартным лабораторным испытанием для определения оптимального содержания влаги и максимальной плотности грунтов. Проведенный анализ показывает важность применения метода в геотехнических изысканиях, а также в проектировании и строительстве объектов инфраструктуры. В работе представлены методы и процедуры испытаний, обсуждаются влияние разных типов грунтов, их размягчаемость и уплотняемость, а также рассматриваются результаты опытов на реальных образцах. Итогом исследования является обоснование целесообразности использования метода Проктора в современных геотехнических практиках.*

Ключевые слова: *дорожная одежда, ускоренные методы испытаний, дорожная лаборатория.*

Введение. Уплотнение грунтов играет ключевую роль в строительстве, обеспечивая стабильность и долговечность строительных конструкций. Метод Проктора, разработанный в 1933 году, является одним из основных способов определения механических свойств грунтов и позволяет исследовать их поведение при различных воздействиях. Знание характеристик уплотняемых грунтов, таких как оптимальное содержание влаги и максимальная плотность, критически важно для успешного выполнения земляных работ и предотвращения потенциальных проблем, связанных с оседанием и деформацией основания [1-2].

Метод Проктора включает в себя последовательное уплотнение образца грунта с различным содержанием влаги в цилиндрической форме. Для проведения испытания необходимо подготовить образцы различных типов грунтов, включая пески, глины и супеси. Грунт подвергается уплотнению с использованием стандартного или модифицированного метода, что влияет на получаемые результаты. В процессе испытания

производится измерение массы образца и его объема с использованием формул, позволяющих рассчитать плотность. Основная цель – определить точку оптимального содержания влаги, при которой достигается максимальная плотность грунта.

Рис. 1. Полувтоматическая установка Проктора и его рабочие элементы

В ходе выполнения лабораторных испытаний были проанализированы образцы из различных типов грунтов. Результаты показали, что тип грунта, его гранулометрический состав и содержание влаги существенно влияют на характеристики уплотнения. Например, глинистые грунты демонстрируют высокий уровень уплотняемости при оптимальном содержании влаги, в то время как песчаные грунты требуют более строгого контроля за влажностью, чтобы избежать деформаций. На основании проведенных испытаний было составлено несколько графиков, показывающих зависимости между плотностью и содержанием влаги для различных видов грунтов.

Полученные данные подтверждают высокую эффективность метода Проктора в определении параметров уплотняемых грунтов. Было отмечено, что различия в результатах между стандартным и модифицированным методом могут привести к значительным отклонениям в расчете максимальной плотности. Это подчеркивает важность выбора адекватного метода испытаний в зависимости от специфики грунтовых усло-

вий. Кроме того, результаты нашего исследования демонстрируют необходимость использования метода Проктора как неотъемлемой части геотехнических изысканий для обеспечения надежности строительных объектов.

Заключение. Метод Проктора является ценным инструментом для определения характеристик уплотняемых грунтов. Проведенные исследования подтвердили его эффективность и актуальность для современных строительных проектов. Направления для дальнейших исследований включают оптимизацию условий испытаний, определение влияния внешних факторов (таких как температура и влажность окружающей среды) на результаты испытаний, а также разработку новых адаптированных методов для оценки нестандартных границ уплотнения. Внедрение полученных поступательных данных в практику позволит улучшить качество и надежность строительства, обеспечивая безопасность и долговечность инфраструктуры.

Список источников

1. Чунюк Д.Ю., Коптева О.В., Сельвиян С.М. Определение характеристик уплотняемых песчаных и глинистых грунтов полевыми и лабораторными методами // Новые технологии в строительстве. 2023. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-harakteristik-uplotnyaemyh-peschanyh-i-glinistyh-gruntov-polevymi-i-laboratornymi-metodami (дата обращения: 05.04.2025).

2. Лофлер М., Слободчикова Н.А. Методики подбора составов грунтов, укрепленных известью, для дорожного строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2018. №2 (25). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodiki-podbora-sostavov-gruntov-ukreplennyh-izvestyu-dlya-dorozhnogo-stroitelstva (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 625.7/.8

Габидуллин М.Г.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСКОРЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Аннотация. *В данной статье рассматриваются ускоренные методы испытаний дорожных одежд, направленные на повышение эффективности оценки их прочностных и эксплуатационных характеристик. Введение новых технологий в процесс тестирования дорожных материалов обеспечивает более быструю и точную их оценку, что, в свою очередь, снижает сроки строительства и улучшает эксплуатацию дорог. Рассматриваются современные подходы к ускорению испытаний, включая использование механических, термических и химических методов. Интеграция ускоренных испытаний в стандартные протоколы оценки качества поможет улучшить контроль за процессом строительства и продлить срок службы дорожных объектов.*

Ключевые слова: *дорожная одежда, ускоренные методы испытаний, дорожная лаборатория.*

Введение. Дорожные одежды играют ключевую роль в обеспечении долговечности и безопасности транспортной инфраструктуры. Традиционные методы испытаний материалов, используемых для создания этих конструкций, могут занять значительное время и требуют сложных лабораторных условий. Поэтому возникает необходимость в разработке новых, более эффективных методов, позволяющих сократить сроки тестирования и улучшить качество результатов.

В последние годы ускоренные методы испытаний дорожных одежд, основанные на механических, термических и химических воздействиях, становятся все более популярными. Эти подходы позволяют ускорить процесс тестирования и повысить его точность, обеспечивая в то же время соответствие установленным стандартам [1].

В данной статье представлены несколько ключевых методов, применяемых для ускоренного тестирования дорожных одежд. Одним из распространенных подходов является использование механических тестов в сочетании с динамическими воздействиями, что позволяет в кратчайшие сроки получить данные о прочностных характеристиках материа-

лов.

Рис. 1. Развитие испытаний в области дорожно-строительных материалов

Термические методы, такие как испытания на температурные колебания, также находят широкое применение [2]. Эти методы позволяют оценить поведение дорожных материалов при различных температурных условиях, что особенно актуально для регионов с выраженными сезонными колебаниями температур.

Химические методы, основанные на использовании новых реагентов и добавок, могут существенно сократить время на оценку стойкости материалов к агрессивным воздействиям. Это позволяет быстрее принимать решения по выбору оптимальных компонентов для создания высококачественных дорожных покрытий.

Результаты испытаний, проведенных с использованием представленных методов, показывают их высокую эффективность и соответствие традиционным стандартам оценки. Ускоренные методы позволяют не только сократить время тестирования, но и повысить его надежность, снижая вероятность ошибок и отклонений. Сравнительный анализ ускоренных и традиционных методов подтверждает целесообразность внедрения новых технологий в практику испытаний дорожных одежд. Кроме того, обсуждаются требования к подготовке персонала и необходимому оборудованию, а также юридические и нормативные аспекты, связанные с использованием ускоренных методов в строительстве.

Заключение. Ускоренные методы испытаний дорожных одежд представляют собой перспективное направление, способствующее повышению эффективности оценивания качества дорожных материалов. Интеграция этих методов в существующую практику лабораторных испытаний позволит улучшить контроль за этапами строительства и эксплуатации дорожной инфраструктуры. Будущие исследования в этой области должны быть направлены на дальнейшую разработку и стандартизацию ускоренных методов, что обеспечит их конкурентоспособность и широкое применение в строительной отрасли.

Список источников

1. Ни Гуанцунг, Тиратурян А.Н., Углова Е.В., Воробьев А.В. Исследование характеристик динамического отклика дорожных конструкций при ускоренном тестировании // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2023. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-harakteristik-dinamicheskogo-otklika-dorozhnyh-konstruktsiy-pri-uskorennom-testirovanii (дата обращения: 05.04.2025).

2. Гришин И.В., Каюмов Р.А., Иванов Г.П. Экспериментальные исследования реологических свойств асфальтобетона при различных температурных условиях // Известия КазГАСУ. 2013. №2 (24). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-reologicheskih-svoystv-asfaltobetona-pri-razlichnyh-temperaturnyh-usloviyah (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 625.7/.8

Гиниятуллин С.С.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБЫ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

Аннотация. *В статье рассматривается актуальная проблема диспетчеризации управления службой содержания дорог. Анализируются основные функции и компоненты диспетчерской системы, такие как мониторинг состояния дорожного полотна, планирование работ, управление ресурсами, оперативное реагирование на аварийные ситуации и контроль качества. Особое внимание уделяется применению современных технологий, включая интеллектуальные транспортные системы и ГИС-технологии, для повышения эффективности управления дорожным хозяйством. В статье также обсуждаются перспективы развития диспетчеризации в контексте повышения безопасности дорожного движения и оптимизации затрат на содержание дорог. Представленный анализ позволяет сформулировать рекомендации по совершенствованию системы диспетчеризации управления службой содержания дорог.*

Ключевые слова: *диспетчеризация, управление, содержание дорог, дорожное хозяйство, интеллектуальные транспортные системы, ГИС-технологии, мониторинг, безопасность дорожного движения, оптимизация ресурсов, аварийные ситуации.*

Введение. Содержание дорог в надлежащем состоянии – важнейшая задача, от которой напрямую зависит безопасность и комфорт участников дорожного движения, а также эффективность транспортной системы в целом. В современных условиях возрастающей интенсивности движения и ужесточения требований к качеству дорожного покрытия, эффективное управление службой содержания дорог приобретает особую актуальность. Важную роль в этом процессе играет диспетчеризация, которая позволяет оптимизировать все этапы работ, от планирования и распределения ресурсов до контроля качества и оперативного реагирования на аварийные ситуации. В данной статье рассматриваются основные принципы и методы диспетчеризации управления службой

содержания дорог, анализируются современные технологии и перспективы развития данной области.

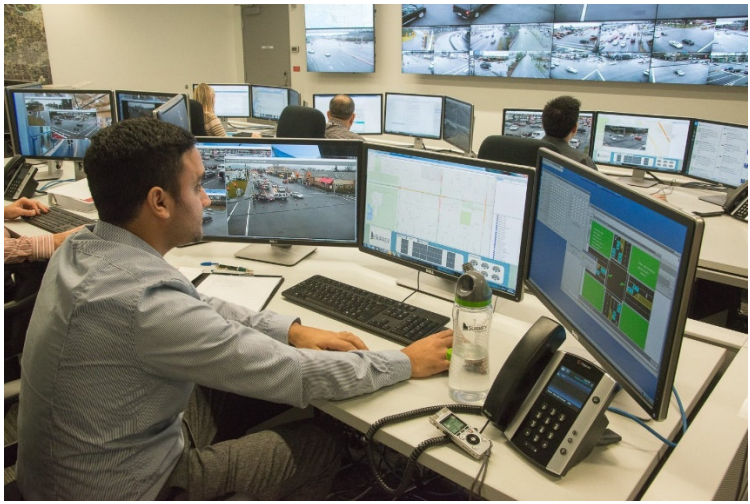


Рис.1 Дорожный диспетчерский центр управления

Диспетчеризация управления службой содержания дорог – это сложная система организации и контроля работ по поддержанию дорог в надлежащем состоянии. Она включает в себя множество аспектов, от мониторинга состояния дорожного полотна до оперативного реагирования на аварийные ситуации. Давайте рассмотрим ключевые функции и компоненты такой системы:

Основные функции диспетчеризации:

• Мониторинг состояния дорог: Сбор информации о состоянии дорожного покрытия, включая наличие повреждений, уровень загрязнения, состояние дорожных знаков и разметки. Это может осуществляться с помощью патрулирования, датчиков, камер видеонаблюдения и обратной связи от пользователей.

• Планирование работ: Разработка планов работ по ремонту, уборке и обслуживанию дорог на основе данных мониторинга и прогнозов погоды. Это включает в себя определение приоритетности задач, распределение ресурсов и составление графиков работ.

• Управление ресурсами: Распределение техники, материалов и персонала для выполнения запланированных работ. Оптимизация использования ресурсов для повышения эффективности и снижения затрат.

• Оперативное управление: Реагирование на аварийные ситуации, такие как ДТП, заторы, обвалы и стихийные бедствия. Координация действий служб экстренного реагирования и дорожных служб.

• Контроль качества: Проверка качества выполненных работ и соответствия их установленным стандартам. Сбор данных для анализа эффективности работы службы содержания дорог.

• Информирование пользователей: Предоставление информации о состоянии дорог, проводимых работах и ограничениях движения. Это может осуществляться через веб-сайты, мобильные приложения, информационные табло и средства массовой информации.

Заключение. Эффективная диспетчеризация управления службой содержания дорог является неотъемлемым условием обеспечения безопасности и качества дорожной инфраструктуры. Применение современных технологий, таких как интеллектуальные транспортные системы и ГИС, позволяет значительно улучшить качество мониторинга, оптимизировать распределение ресурсов и повысить оперативность реагирования на аварийные ситуации. Однако, для достижения максимальной эффективности необходимо учитывать специфику региона, климатические условия и особенности дорожной сети. Дальнейшее развитие диспетчеризации должно быть направлено на интеграцию различных систем управления, автоматизацию процессов и повышение квалификации персонала.

Список источников

1. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги.
3. https://rosavtodor.gov.ru/
4. https://mintrans.gov.ru/activities/215/documents

УДК: 625.7/.8:006

Гиниятуллин С.С.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. *В статье рассматривается применение технологии лазерного сканирования для решения задач дорожного хозяйства. Анализируются преимущества использования лазерного сканирования для создания высокоточных цифровых моделей местности и дорожной инфраструктуры. Особое внимание уделяется возможностям применения данной технологии для проектирования, строительства, ремонта и эксплуатации автомобильных дорог, а также для мониторинга состояния дорожного полотна и придорожной территории. В статье также обсуждаются перспективы развития и интеграции лазерного сканирования с другими современными технологиями в области дорожного хозяйства.*

Ключевые слова: *лазерное сканирование, дорожное хозяйство, цифровые модели местности, проектирование дорог, строительство дорог, ремонт дорог, эксплуатация дорог, мониторинг состояния дорог, LIDAR, геодезия.*

Введение. Современное дорожное хозяйство нуждается в эффективных инструментах для сбора, обработки и анализа пространственных данных. Технология лазерного сканирования (LiDAR) предоставляет уникальные возможности для создания высокоточных трехмерных моделей местности и объектов дорожной инфраструктуры. Использование LiDAR позволяет существенно сократить время и затраты на выполнение различных работ, связанных с проектированием, строительством, ремонтом и эксплуатацией автомобильных дорог. В данной статье рассматриваются основные принципы работы технологии лазерного сканирования, ее преимущества и области применения в дорожном хозяйстве.

Технология лазерного сканирования (LiDAR) нашла широкое применение в дорожном хозяйстве благодаря своей способности быстро и точно собирать большие объемы пространственных данных.

Принцип работы системы мобильного лазерного сканирования

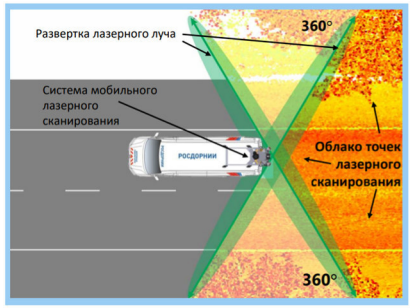


Рис.1

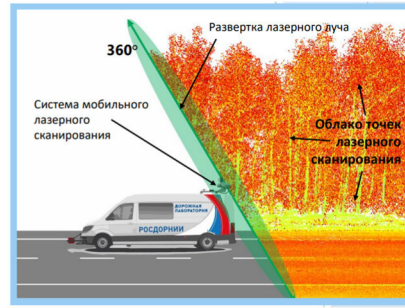


Рис.2

Рис. 1. Схематичное отображение проведения работ по мобильному лазерному сканированию (вид сверху). Используется 2 лазерных сканера (лидара) для уменьшения площади теневых зон.

Рис. 2. Схематичное отображение проведения работ по мобильному лазерному сканированию (вид сбоку).

Вот основные области применения LiDAR в этой сфере:

1. Проектирование дорог:

• Создание цифровых моделей местности (ЦММ): LiDAR позволяет получать детальные ЦММ с высокой точностью, что необходимо для проектирования трассы, расчета объемов земляных работ, моделирования водоотвода и оценки воздействия на окружающую среду.

• Моделирование дорожного полотна: LiDAR помогает создавать точные модели существующего дорожного покрытия, выявлять дефекты и деформации, что важно для проектов реконструкции и ремонта.

• Проектирование мостов и путепроводов: Сканирование позволяет получить точные геометрические параметры существующих сооружений, что упрощает проектирование новых и реконструкцию старых объектов.

2. Строительство дорог:

• Контроль качества строительства: LiDAR используется для контроля соответствия построенной дороги проектной документации, выявления отклонений и дефектов.

• Мониторинг земляных работ: Технология позволяет точно отслеживать объемы выемки и насыпи грунта, что оптимизирует процесс строительства и снижает затраты.

• Документирование хода строительства: LiDAR создает точные 3D-модели объекта на разных этапах строительства, что позволяет контролировать ход работ и выявлять потенциальные проблемы.

3. Ремонт и эксплуатация дорог:

• Оценка состояния дорожного покрытия: LiDAR помогает выявлять

трещины, выбоины, колеи и другие дефекты дорожного полотна, что позволяет планировать и проводить ремонтные работы более эффективно.

• Инвентаризация дорожной инфраструктуры: Технология позволяет создавать точные 3D-модели дорожных знаков, ограждений, осветительных опор и других элементов инфраструктуры, что упрощает их учет и обслуживание.

• Мониторинг состояния мостов и путепроводов: LiDAR помогает выявлять деформации и повреждения мостовых конструкций, что обеспечивает безопасность эксплуатации.

Заключение. Технология лазерного сканирования является перспективным инструментом для решения широкого спектра задач в дорожном хозяйстве. Высокая точность, скорость и автоматизация процесса сбора данных делают LiDAR незаменимым помощником при проектировании, строительстве, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог. Интеграция лазерного сканирования с другими современными технологиями, такими как ГИС и BIM, позволяет создавать комплексные системы управления дорожным хозяйством, обеспечивающие повышение эффективности и безопасности дорожного движения. В будущем можно ожидать дальнейшего развития технологии LiDAR и расширения сферы ее применения в дорожной отрасли.

Список источников

1. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.
2. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги.
3. https://innoter.com/services/dannye-dzz/lazernoe-skanirovanie/

УДК 625.76

Долгушева А.Л.
Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАГЕНТОВ ПРИ ГОЛОЛЕДИЦЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Аннотация. *В данной работе проанализировано применение солей в разных странах Европы и доказано, что более продуктивного материала для борьбы с зимней скользкостью пока не найдено.*

Ключевые слова: *зимняя скользкостью, химические реагенты, опыт зарубежных стран.*

Зима в республике Марий Эл подарила нам аномально теплую погоду с частыми перепадами температуры и переходами через ноль, что сильно повлияло на частое образование гололеда [1].

Одним из методов борьбы с зимней «скользкостью» на автомобильных дорогах и обеспечения условий безопасности дорожного движения в этот период времени остается применение веществ, которые приводят к повышению плавкости льда или снежных покрытий. Наиболее практическим способом ликвидации гололеда на дорожных покрытиях является химический, основанный на обработке дорожного покрытия противогололедными материалами в виде солевых смесей.

Но обработка дорожного покрытия традиционной пескосоляной смесью (ПСС) не только не обеспечивает должной безопасности движения, но и оставляет на проезжей части грязную массу. Поэтому при нынешних «мягких» зимах, при частых переходах «через ноль градусов» необходимо использовать концентрированные растворы (рассолы) хлорида натрия, так как они в зависимости от концентрации более эффективны и мгновенно взаимодействуют с образовавшейся наледью.

Обработка проезжей части рассолами не требует специальной техники, достаточно существующих комбинированных дорожных машин с емкостями для воды. Именно использование рассолов, а к таковым можно отнести природные и искусственные, позволяет улучшить санитарно-экологическую обстановку в городе.

Не менее эффективен искусственный рассол, который можно получить путем смешения технической соли и волжской воды до требуемых

концентраций с использованием специального оборудования. Для этого необходимо построить промышленно-производственный комплекс с парком емкостей под рассолы.

Идут споры о вредности и малоэффективности реагентов, аргументируя, что в мире давно перестали пользоваться солью и борются с наледью гранитной крошкой. Проанализируем разных стран и ознакомимся с проверенной информацией о применении реагентов за рубежом [2].

Во многих штатах Америки не бывает ни снега, ни гололеда. Но там, где зима похожа на российскую, используют хлорид магния, а также хлорид натрия, который добывают на Великих соляных озерах в штате Юта.

Климат Канады очень похож на российский, поэтому снега зимой там действительно много. И в крупных городах дороги, как и в США, посыпают хлоридом магния, натрия и кальция. Причем реагенты экономить не принято – в среднем за один сезон используют 5 миллионов тонн соли [3].

В Норвегии крупные трассы очищают машины с отвалами. Согласно данным Управления автомобильных дорог страны, для очистки дорог используют соляные растворы, а не соль в чистом виде. Как и в Швеции, в стране широко применяется метод теплого увлажненного песка. Вода в нем составляет около 30% от общего объема разбрасываемой смеси песка и воды. Сейчас в Норвегии ищут новые, более экологичные и эффективные реагенты. В частности, им интересны смеси, которые используют в Москве.

Противники реагентов часто приводят в пример Финляндию, в которой в качестве противогололедного материала используют гранитную крошку. Это не значит, что от соли в стране полностью оказались – 6-7 тысяч километров дорог обрабатывают именно реагентами. Опасные участки посыпают хлоридом натрия.

В Швеции для борьбы с гололедом используют метод, который придумал шведский ученый Торгейр Ваа. Мелкий песок смешивают в пропорции 7:3 с горячей водой и разбрызгивают на улицах. Такой обработки хватает на 3-7 дней с ежедневным трафиком около 1500 автомобилей. Помимо песка в столице и пригородах также используют солевой раствор. На дорогах, по которым в сутки проходит не более 1500 автомобилей, допускается снежный накат, а дороги с интенсивным движением чистят до «черного асфальта» с помощью солевого раствора, концентрация которого зависит от температуры окружающего воздуха. Ес-

ли она ниже -7^0С, то соль не применяют, а используют гранитную крошку [4].

Температура в Новой Зеландии редко опускается ниже 0^0С, но и в этой стране сталкиваются с гололедом. Чтобы плавить лед, дороги обрабатывают кальциево-магниевым ацетатом – дорогим, но экологически безопасным материалом. Такой реагент абсолютно безопасен для экологии и металлов, но использовать его можно только до -7^0С.

В горах Японии за зиму выпадает до нескольких метров снега, а в городах — по 15–20 см за ночь. В результате к концу зимы тротуары и междугородние дороги превращаются в узкие снежные полосы. Однако дороги в Японии никак не обрабатывают, только счищают снег. Потому в городах гололед не такое уж редкое явление.

Противогололедными реагентами пользуются и во многих странах Европы. Опасные участки дорог в Германии обрабатывают хлоридом натрия. В Швейцарии и Австрии вместе с мелким щебнем применяют хлористый кальций. В некоторых городах Швеции пользуются солеными растворами, правда, только до -7^0С. Используют реагенты и в Южной Корее - там дороги обрабатывают технической солью.

Принцип во всем мире один: если на дорогах много машин, проезжая часть должна быть чистой ото льда и снега. Опыт стран показывает, что реагенты - единственная возможность содержать дороги в таком состоянии. Главное, соблюдать технологию: сыпать строго отведенное количество средства и вовремя убирать растаявший снег. Тогда на дорогах будет чисто и безопасно.

Список источников

1. Губаев Р. И. И трассы чисты, и машины целы: как без вреда для людей и природы избавиться от наледи на дорогах // Реальное время. - 2019. - № 3. - С. 9.

2. Климентова А.Ю. Не гранитом единым: какие реагенты применяют в разных странах // Новости отрасли. - 2019. - № 2. - С. 12-13.

3. Слободян Е.Н. Используют ли реагенты в мороз в западных странах? // Аргументы и факты. - 2018. - № 15. - С. 22.

4. Букатов Д. С., Ермошин Н. А. «Зимняя скользкость и методы её ликвидации» // «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе», - 2013, - №3, - с. 37–47.

УДК 625.74

Долгушева А.Л.
Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТИМ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. *В последние годы концепция технологической инициации управления (ТИМ) становится все более актуальной в различных сферах деятельности, включая дорожное хозяйство. Данная статья посвящена исследованию применения ТИМ в этой области, анализируя её влияние на эффективность управления дорожными системами, улучшение состояния дорожной инфраструктуры и повышение безопасности дорожного движения. Рассматриваются ключевые аспекты внедрения современных информационных технологий и инновационных решений, таких как автоматизация процессов, анализ больших данных и использование систем GPS. Также акцентируется внимание на необходимости интеграции ТИМ в стратегию развития дорожного хозяйства, что позволит не только сократить затраты, но и улучшить качество предоставляемых услуг.*

Ключевые слова: *технология информационного моделирования, проектирование дорог, автоматизация проектирования.*

Дорожное хозяйство является важной составляющей инфраструктуры любого государства, играя ключевую роль в экономическом развитии. С каждым годом возрастает потребность в эффективном управлении дорожными системами, что становится особенно актуальным в условиях дефицита ресурсов и потребности в модернизации существующих дорог. Внедрение ТИМ представляет собой многообещающий подход, способный значительно улучшить управление дорогами [1].

Технологическая инициация управления (ТИМ) включает в себя использование современных информационных технологий для оптимизации процесса управления. Это может включать управление данными о состоянии дорог, системами сбора и анализа информации о движении транспорта, а также внедрение инновационных решений для обеспечения безопасности. ТИМ позволяет более эффективно прогнозировать и планировать работы по ремонту и обслуживанию дорожной инфраструктуры.

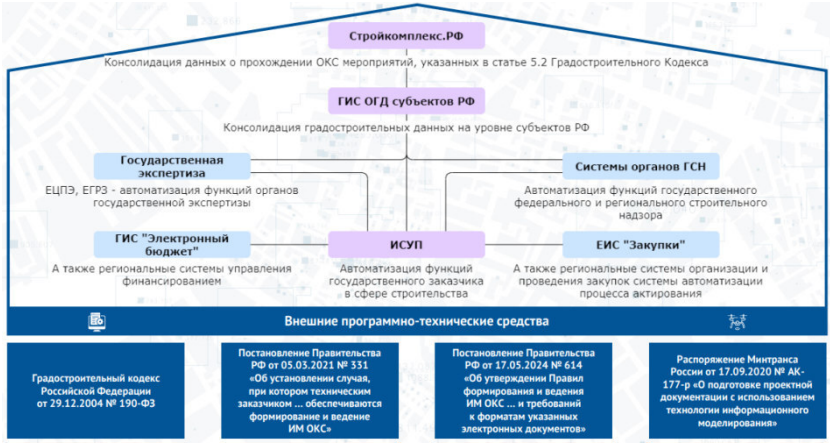


Рис.1. Цифровая вертикаль строительной отрасли

Одним из ключевых преимуществ внедрения ТИМ в дорожное хозяйство является возможность оперативного реагирования на изменения в состоянии дорожной инфраструктуры. Используя системы мониторинга, можно непрерывно отслеживать состояние дорог и выявлять потенциальные проблемы до того, как они станут серьезными. Это не только снижает затраты на ремонты, но и повышает безопасность движения, что особенно важно в условиях повышенного грузопотока [2].

Внедрение аналитических инструментов позволяет проводить более точный анализ данных о дорожном движении. Это может помочь в выявлении «узких мест» на транспортной сети и оптимизации маршрутов для снижения заторов. Системы навигации и динамического управления потоком транспортных средств, работающие на основе данных о реальном времени, способствуют улучшению логистики и уменьшению времени в пути.

Интеграция ТИМ в стратегию дорожного хозяйства требует нацеленности на внедрение инновационных решений. Это может включать автоматизированные системы управления движением, базы данных о транспортных потоках, а также приложений для водителей, которые предоставляют актуальную информацию о состоянии дорог и пробках.

Кроме того, важным аспектом является необходимость междисциплинарного подхода, который объединяет специалистов в области информационных технологий, инженеров, экономистов и менеджеров дорожного хозяйства. Координация действий и обмен информацией между различными ведомствами и организациями также играют ключевую роль в успешной реализации ТИМ.

Заключение. Внедрение ТИМ в дорожное хозяйство открывает новые горизонты для повышения эффективности управления дорожной инфраструктурой. С помощью современных технологий можно не только сократить затраты на содержание дорог, но и значительно улучшить безопасность дорожного движения. Однако успешная реализация ТИМ требует комплексного подхода, который предполагает сотрудничество различных специалистов и государственных структур. В дальнейшем важно продолжить исследования в этой области, чтобы оптимизация дорожного хозяйства привела к устойчивому развитию транспортной инфраструктуры.

Список источников

1. Саитов А.В. Опыт внедрения ТИМ в ПАО «НК «Роснефть» как ответ на современные вызовы цифровизации строительной отрасли // Вестник ТГАСУ. 2024. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vnedreniya-tim-v-pao-nk-rosneft-kak-otvet-na-sovremennye-vyzovy-tsifrovizatsii-stroitelnoy-otrasli (дата обращения: 03.04.2025).

2. Российский опыт применения технологии информационного моделирования на объектах дорожной инфраструктуры / Д.И. Бородай, Б.С. Токмаков, В.С. Гельбет [и др.]. – Текст: электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2021. – Выпуск 2021-1(147) Современные строительные материалы. – С. 126-131. – URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/2021-1(147)/st_17_boroday_tokmakov_gelbet_zubchenko.pdf (дата обращения: 03.04.2025). – ISSN 2519-2817.

УДК 624.21

Еменгулова Е.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ И НАЗНАЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

Аннотация. *В условиях интенсивного дорожного движения пешеходные переходы играют ключевую роль в обеспечении безопасности и комфортности перемещения пешеходов. Одной из актуальных задач является анализ и повышение пропускной способности регулируемых пешеходных переходов, что требует комплексного подхода, включающего оценку инфраструктуры, анализа потоков пешеходов и автомобилей, а также оптимизации работы светофорных объектов. В статье рассматриваются основные факторы, влияющие на пропускную способность пешеходных переходов, предложены мероприятия по ее повышению и оценены их возможные результаты.*

Ключевые слова: *пешеходные переходы, пропускная способность, светофорное регулирование, улично-дорожная сеть, транспортные потоки, безопасность дорожного движения.*

Введение. Пешеходные переходы являются важными элементами улично-дорожной сети, обеспечивающими безопасность передвижения пешеходов. Регулируемые (со светофорами) переходы имеют значительные преимущества, так как позволяют организовать безопасный и предсказуемый процесс пересечения проезжей части. Однако, при увеличении транспортного потока задача обеспечения необходимого уровня пропускной способности становится все более актуальной [1].

В первую очередь, важно провести качественный анализ текущего состояния пешеходных переходов. Это включает в себя исследование времени ожидания на переходе, интенсивности пешеходных и транспортных потоков, а также факторов, влияющих на поведение участников дорожного движения. Основные показатели, которые подлежат изучению, включают время работы красного и зеленого света, среднее время перехода, количество пешеходов, ожидающих перехода, а также уровень нарушений правил дорожного движения [2].

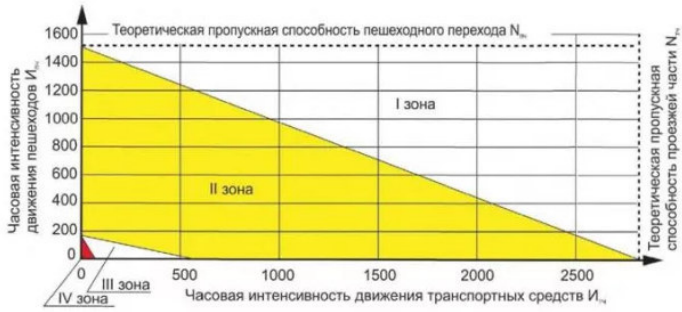


Рис. 1. Установление зон по установлению вида пешеходного перехода

Пропускная способность регулируемого пешеходного перехода определяется не только техническими параметрами светофорного регулирования, но и характеристиками организации движения.

Неправильный расчет времени зеленого света может привести к увеличению задержек для пешеходов. Высокая интенсивность транспортных потоков может снижать количество пешеходов, которые могут перейти улицу за один цикл светофора. Ширина проезжей части, наличие дополнительных полос для движения и зонирование пространства также влияют на удобство и скорость перехода.

На основе проведенного анализа можно выделить ряд мероприятий, направленных на повышение пропускной способности регулирования пешеходных переходов. Это может включать в себя проведение полноценного расчетного анализа для определения адекватных временных интервалов для пешеходов. Возможность установки дополнительных светофорных объектов для повышения удобства перехода на многополосных дорогах. Интеграция технологий, которые учитывают реальные потоки транспортных средств и пешеходов, что позволяет адаптировать работу светофоров в режиме реального времени. Широкие тротуары, пандусы для маломобильных граждан и четкая разметка помогут повысить безопасность и скорость переходов.

Заключение. Повышение пропускной способности регулируемых пешеходных переходов требует комплексного подхода, сочетающего технические, организационные и социальные аспекты. Применение предлагаемых мероприятий позволит не только оптимизировать работу пешеходных переходов, но и значительно повысить уровень безопасности и комфортности перемещения по городской инфраструктуре. Эффективная реализация этих мероприятий требует активного сотрудничества между органами управления, проектировщиками и научными

учреждениями для адаптации современных решений к конкретным условиям.

Список источников

1. Ступин А.О., Покушко М.В., Дресвянский Е.С., Антипина С.М., Казаковцев Л.А. Изучение влияния на пропускную способность пешеходных переходов с помощью моделирования // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2022. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vliyaniya-na-propusknuyu-sposobnost-peshehodnyh-perehodov-s-pomoschyu-modelirovaniya (дата обращения: 05.04.2025).

2. Чикалин Е.Н. Модель пропускной способности улицы в зоне нерегулируемого пешеходного перехода // Вестник ИрГТУ. 2012. №10 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/model-propusknoy-sposobnosti-ulitsy-v-zone-nereguliruemogo-peshehodnogo-perehoda (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 69

Журавлёв К.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕНИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *Рассматривается актуальность применения дренирующих материалов в дорожном строительстве как средства повышения устойчивости дорожных покрытий и продления их эксплуатационного срока. Определяется значение дренажа в предотвращении накопления избыточной влаги, которая негативно влияет на механические свойства не только материалов, из которых строятся дороги, но и на структуру грунтов, на которых они расположены. В исследовании анализируется разнообразие современных дренирующих материалов, их свойства и эффективность, а также практика их применения в различных климатических зонах. Оценка существующих технологий дренирования основана на изучении отечественного и зарубежного опыта, что позволяет выделить лучшие практики и возможности для оптими-*

зации дорожного строительства в условиях увеличения нагрузки на транспортные сети. Приводятся примеры успешного внедрения новых систем, обсуждаются их преимущества и недостатки. На основе проведённого анализа формулируются рекомендации по выбору дренирующих материалов для различных типов дорожных объектов, а также предлагаются дальнейшие направления исследований в области совершенствования дренажных решений.

Ключевые слова: *дренаж, дренирующие материалы, дорожное строительство, геосинтетики, устойчивость дорожных покрытий, климатические условия.*

Введение. Дренаж в дорожном строительстве является ключевым элементом, обеспечивающим надежность и долговечность дорожных конструкций. С увеличением транспортных нагрузок и изменениями климатических условий возрастает необходимость в использовании эффективных дренирующих технологий. Цель данной статьи — проанализировать существующие дренирующие материалы и их влияние на эксплуатационные характеристики дорожных объектов.

Дренирующие материалы могут быть классифицированы по нескольким критериям, включая их состав, структуру и область применения. Особое внимание уделено геосинтетическим материалам, которые благодаря своим уникальным свойствам идеально подходят для использования в качестве дренажных систем. В качестве дренирующих материалов для дорожных одежд используются разнообразные материалы, каждый из которых обладает своими уникальными свойствами и преимуществами. Наиболее часто применяемыми являются геосинтетические материалы, дренажные трубы и гравийно-щебеночные смеси [1-2].

Геосинтетические материалы, такие как геотекстили и геомембраны, широко используются благодаря их высокой прочности, долговечности и способности эффективно управлять водными потоками. Геотекстили способны пропускать воду, но при этом предотвращают проникновение мелких частиц почвы, что помогает сохранять структуру дорожного полотна.

Дренажные трубы, в частности, перфорированные пластические трубы, играют важную роль в сборе и отведении избыточной влаги. Их устанавливают в местах, где имеется высокий уровень грунтовых вод, и они помогают предотвратить накопление воды под дорожным покрытием.

Гравийно-щебеночные смеси также являются традиционными мате-

риалами для дренажа. Хорошо дренируемые смеси обеспечивают свободное движение воды и способствуют быстрой утилизации влаги, что снижает риск разрушения дорожных конструкций. Такие смеси используются в основании дорожных одежд и в специальных подушках для улучшения дренажа.

Рис.1. Пористый асфальтобетон

Кроме того, в последние годы начали использовать специальные пористые асфальтобетонные покрытия, которые способны поглощать и удерживать воду, а также обеспечивать дренаж. Эти покрытия помогают снизить аквапланирование и улучшают сцепление колес с дорожной поверхностью.

Таким образом, выбор дренирующих материалов для дорожных одежд зависит от конкретных условий эксплуатации, а также проектных требований. Правильное применение этих материалов значительно увеличивает долговечность и надежность дорожной инфраструктуры.

Исследование показывает, что выбор дренирующих материалов должен основываться на специфике климатической зоны, а также на типе и интенсивности транспортных потоков. В различных регионах могут требоваться разные подходы к организации дренажа, поэтому понимание местных условий является критически важным.

Заключение. Внедрение современных дренирующих технологий может существенно повлиять на устойчивость дорожных покрытий и соответствовать высоким требованиям надежности и безопасности. Оптимизация дренажных систем требует комплексного подхода, включающего задумку на этапе проектирования, тщательный выбор материалов и дальнейшее мониторинг состояния дорожных объектов.

Список источников

1. Киреева Е.А. Подбор и применение песчаного слоя при строительстве автомобильной дороги 4 категории // Вестник науки. 2024. №3 (72). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/podbor-i-primenenie-peschanogo-sloya-pri-stroitelstve-avtomobilnoy-dorogi-4-kategorii (дата обращения: 05.04.2025).
2. Сологаев В.И., Золотарев Н.В. О подтоплении дренирующих слоев дорожных конструкций при плоскопараллельной фильтрации воды с постоянным уровнем // Вестник СибАДИ. 2009. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-podtoplenii-dreniruyuschih-sloev-dorozhnyh-konstruktsiy-pri-ploskoparallelnoy-filtratsii-vody-s-postoyannym-urovnem (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 625

Журавлёв К.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОВЫЕ СПОСОБЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИСПЫТАНИЙ В ДОРОЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Аннотация. *В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к автоматизации процессов в строительной отрасли, особенно в дорожном строительстве, где точность и надежность испытаний материалов играют критическую роль. Настоящая статья посвящена инновационным подходам к автоматизации испытаний в дорожных лабораториях, которые способны повысить эффективность, уменьшить влияние человеческого фактора и повысить качество получаемых данных. Рассматриваются новые технологии, такие как внедрение систем автоматизированного контроля, использование роботизированных установок для проводимых тестов, а также применение искусственного интеллекта для анализа результатов. Также в статье анализируются экономические аспекты, влияющие на принятие решений о внедрении автоматизированных систем, и предлагаются рекомендации по оптимизации рабочих процессов в дорожных лабораториях.*

Ключевые слова: *дорожная лаборатория, автоматизация процессов, испытания дорожно-строительных материалов.*

Введение. В последние годы автоматизация процессов испытаний в дорожных лабораториях становится все более актуальной, что вызвано необходимостью повышения качества и надежности дорожно-строительных материалов. Испытания, проводимые в дорожных лабораториях, включают множество этапов, начиная от собеседования образцов и заканчивая обработкой результатов. Внедрение новых технологий может значительно упростить и ускорить этот процесс, что в свою очередь может привести к существенной экономии времени и ресурсов.

Одним из наиболее перспективных направлений в автоматизации является использование роботизированных систем измерения [1-2]. Эти системы могут выполнять тесты, такие как испытания на прочность, вязкость и другие физико-механические свойства дорожных материалов, с высокой точностью и минимальными ошибками людей. Например, специальные манипуляторы могут автоматически собирать образцы, размещать их в тестовых установках и проводить измерения с заданными параметрами.

Кроме того, системы автоматизированного контроля качества (АСКК) становятся все более распространёнными в процессе выполнения испытаний. АСКК могут отслеживать и фиксировать все параметры в реальном времени, и при необходимости осуществлять коррекцию процессов в зависимости от полученных данных. Такая система манипуляции не только повышает точность тестирования, но и способствует быстрому реагированию на отклонения от нормы.

Искусственный интеллект (ИИ) также находит свое применение в области анализа результатов испытаний. Системы машинного обучения могут быть использованы для анализа данных, выявления закономерностей и предсказания характеристик дорожных материалов на основании исторической информации. Это позволит более эффективно принимать решения о качестве использованных материалов и обеспечит большую надежность дорожных конструкций.

Рис.1. Современные приборы для контроля качества в дорожной отрасли

Важно отметить, что успешная автоматизация испытаний требует значительных первоначальных вложений. Однако экономические исследования показывают, что затраты на автоматизацию могут быть оправданы в долгосрочной перспективе. Сокращение времени на испытания, уменьшение числа ошибок и повышение качества ведут к снижению рисков и затрат на ремонты и обслуживание инфраструктуры.

Процессом автоматизации испытаний в дорожных лабораториях следует управлять комплексно, начиная с анализа текущих процессов и выявления «узких мест», которые могут быть улучшены с помощью автоматизации. Важно также учитывать возможность интеграции новых технологий с уже существующими системами и процессами работы лабораторий.

Таким образом, автоматизация процессов испытаний в дорожных лабораториях открывает новые горизонты для повышения качества и надежности дорожных материалов. Внедрение роботизированных систем, автоматизированного контроля и анализа с использованием ИИ конкурентоспособно в условиях современного строительства, обеспечивая возможности для оптимизации процессов и повышения безопасности дорожной инфраструктуры.

Список источников

1. Ахтямов Э.Р., Кошкаров Е.В., Дедюхин А.Ю. Развитие системы контроля качества строительства автомобильных дорог с использованием лабораторной информационной менеджмент-системы u-lab // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура. 2021. №2.

2. Васильев Ю.Э. Оценка свойств дорожно строительных материалов на этапе автоматизированных испытаний // Construction materials. 2010. №5.

УДК 338.2(045)

Зубарева К.Д.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ РФ 2025-2030

Аннотация. *В данной статье рассматриваются национальные проекты Республики Россия на период 2025-2030 годов, направленные на модернизацию инфраструктуры, экономическое развитие и социальные преобразования. Оцениваются возможности реализации с учетом политических, экономических и социальных факторов, а также синергия между различными проектами.*

Ключевые слова: *национальные проекты, экономическое развитие, государственная программа.*

Введение. Национальные проекты в России представляют собой комплекс мероприятий, способствующих достижению стратегических целей социально-экономического развития. Период 2025-2030 годов характеризуется новыми вызовами и стремлением к улучшению качества жизни граждан. В данном контексте актуальными становятся вопросы оптимизации бюджетных расходов, эффективного управления ресурсами и направления финансовых потоков в ключевые области [1].

С 2025 года в России стартует реализация новых национальных проектов, рассчитанных на период до 2030 года. Некоторые из них:; Семья; Кадры; Молодёжь и дети; Продолжительная и активная жизнь; Новые технологии сбережения здоровья; Экологическое благополучие; Инфраструктура для жизни; Международная кооперация и экспорт; Эффективная транспортная система; Туризм и гостеприимство; Транспортная мобильность; Экономика данных и цифровая трансформация государства; Эффективная и конкурентная экономика; Средства производства и автоматизации; Беспилотные авиационные системы; Технологическое обеспечение продовольственной безопасности»; Новые материалы и химия; Новые энергетические технологии (в том числе атомные); Перспективные космические технологии и сервисы.

Исследование основывается на анализе государственных документов, включая стратегические планы и отчеты, а также на количественных данных, полученных из официальных источников. Используются как макроэкономические показатели, так и результаты социологических опросов для выяснения мнения граждан о предполагаемых преобразо-

ваниях [2].

Выявлены основные направления национальных проектов до 2030 года. В рамках проекта «Экология» акцентируется внимание на улучшении состояния окружающей среды через развитие инфраструктуры утилизации отходов и переход к зеленой экономике. В рамках «Образования» предполагается модернизация образовательных учреждений и внедрение новых технологий обучения, что будет способствовать подготовке квалифицированных специалистов для требований экономики знаний. Проект «Цифровая экономика» направлен на цифровизацию государственных услуг, что повысит уровень доступности и качества обслуживания граждан. Анализ транспортной инфраструктуры выявил необходимость значительных вложений в реконструкцию и строительство новых объектов, что должно привести к оптимизации транспортных потоков и улучшению логистики.

Одной из важных проблем, стоящих перед реализацией проектов, является необходимость координации между разными уровнями власти и частным сектором. Синергия между национальными проектами обещает создать дополнительные возможности для повышения эффективности инвестиций и достижения поставленных целей. Рассмотрим также риски, связанные с недостатком финансирования, изменениями в политической конъюнктуре и необходимостью кадровых решений.

Заключение. Национальные проекты в России на 2025-2030 годы представляют собой многоступенчатую систему, способствующую развитию страны в дальнейшем. Успешная реализация данных программ потребует от государственных и частных структур тесного взаимодействия и готовности к новым подходам в управлении проектами. А также необходимо учитывать мнения граждан и обеспечивать прозрачность порывов, что является залогом социальной стабильности и доверия к власти. Эффективное проведение указанной стратегии позволит достичь устойчивых результатов в экономическом и социальном развитии России в предстоящем десятилетии.

Список источников

1. Прохоров А.П. Перспективы реализации национальных проектов Российской Федерации на период 2025–2030 годов с учетом новой модели экономического развития // Мир новой экономики. 2024. №1.

2. Шлычков В.В., Зарезнов Д.А., Нестулаева Д.Р. Национальные проекты 2025-2027 гг. как инструмент развития социально-экономической системы России и потенциальные риски процесса их реализации. Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2024;13(4):161-165

УДК 625.7/.8.003.1

Зубарева К.Д.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Аннотация. *Проведен анализ стоимости строительства автомобильных дорог в различных странах, охватывающий как развитые, так и развивающиеся экономики. Используя статистические данные и кейс-исследования, мы стремимся выявить основные факторы, влияющие на уровень затрат, такие как географические условия, технологии строительства, законодательные требования и экономическая ситуация. Также проведен сравнительный анализ методов финансирования и управления проектами, что позволяет более глубоко понять, как различные подходы могут влиять на общую стоимость. Результаты исследования показывают, что разница в затратах может достигать значительных величин, что требует от стран разработки более эффективных стратегий планирования и реализации инфраструктурных проектов.*

Ключевые слова: *дорожное строительство, стоимость строительства дорог, зарубежный опыт.*

Строительство автомобильных дорог является важным аспектом развития транспортной инфраструктуры и экономики в целом. Затраты на строительство дорог варьируются в зависимости от множества факторов, включая страну, регион, условия местности и используемые технологии. Сравнительный анализ предложит более глубокое понимание того, как различия в экономических, культурных и природных условиях влияют на стоимость строительства дорог [1-2].

В исследовании использованы данные, собранные из отчетов национальных и международных организаций, а также статистические данные о строительных проектах. В работе рассматриваются примеры из различных стран, включая США, Германию, Россию, Бразилию и Индию. Анализ включает как количественные, так и качественные методы, чтобы учесть многообразие факторов.

На основе собранных данных, были выделены ключевые факторы, которые влияют на стоимость строительства автомобильных дорог. Например, в странах с высоким уровнем механизации и доступом к со-

временным технологиям, таких как Германия и США, затраты на строительство оказались ниже по сравнению с развивающимися странами, где расходы на рабочую силу и сырье могут быть выше из-за неэффективных процессов. Также анализ показал, что в странах, где активно применяются государственно-частные партнерства, эффективность финансирования и выполнения проектов значительно увеличивается, что способствует снижению общих затрат.

Рис. 1. Стоимость строительства и реконструкции дорог в разных странах мира

В заключение, необходимо отметить, что сравнение стоимости строительства автомобильных дорог в разных странах не может быть однозначным, так как на затраты влияют множество переменных. Однако выявленные в работе тенденции могут служить основой для разработки более обоснованных подходов к планированию и финансированию инфраструктурных проектов, что особенно актуально для стран, стремящихся улучшить свое транспортное сообщение. Данная статья подчеркивает важность сравнительного анализа стоимости строительства автомобильных дорог на международном уровне. Она призвана стимулировать дальнейшие исследования в области инфраструктурного развития и устойчивого управления ресурсами для достижения более экономически эффективного и надежного транспортного будущего.

Список источников

1. Кожин А.Г. Зарубежный опыт развития дорожного строительства / А.Г. Кожин // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №2 (9).

2. Решетова Е.М. Сравнение стоимости строительства автомобильных дорог в России и в странах мира // Экономика. Налоги. Право. 2015. №4.

УДК 625.7/.8

Иванов М.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСКОРЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Аннотация. *В последние десятилетия вопрос повышения качества и устойчивости дорожных одежд стал одним из приоритетных направлений в области дорожного строительства и эксплуатации. Ускоренные методы испытаний, направленные на оценку характеристик дорожных одежд, представляют собой важный инструмент для обеспечения долговечности и безопасности дорожного покрытия. В данной статье рассматриваются основные принципы, используемые в современных ускоренных методах испытаний дорожных одежд, а также их влияние на проектирование и эксплуатацию дорожных конструкций. Исследуются как традиционные, так и инновационные подходы к испытаниям, включая динамическое тестирование, индукционные методы и испытания под нагрузкой с использованием мобильных установок. Приводится анализ эффективности данных методов в сравнении с классическими испытаниями, а также рассматриваются перспективы их внедрения в практическую деятельность дорожных организаций. Результаты исследования подчеркивают необходимость тенденции к автоматизации и стандартизации процессов испытаний для улучшения качества дорожных сооружений.*

Ключевые слова: *дорожно-строительные материалы, ускоренные методы испытаний, методика испытаний.*

Введение. Дорожные одежды несут на себе значительные нагрузки от движущегося транспорта и подвержены воздействию климатических условий. Одним из ключевых аспектов, гарантирующих долговечность и эксплуатационные характеристики дорожных покрытий, является систематическая оценка их качественных показателей. Традиционные методы испытаний, как правило, требуют длительного времени и могут не предоставить своевременной информации о состоянии дорожного покрытия. В связи с этим ускоренные методы испытаний набирают все большую популярность, позволяя быстро и эффективно проводить оценки [1-2].

Ускоренные методы испытаний можно разделить на несколько категорий: механические, физико-химические и комбинированные. Каждый из этих типов методик имеет свои особенности и применяется в зависимости от цели эксперимента и свойств материалов.

Механические методы включают в себя, например, испытания на сдвиг и устойчивость к гравитационным нагрузкам. В качестве примера можно привести использование динамических платформ или прибора для статической нагрузки, которые моделируют влияние транспортных средств на дорожную одежду.

Физико-химические методы направлены на изучение взаимодействия материалов дорожной одежды с окружающей средой, оценки их морозостойкости и водопроницаемости. Использование индукционных методов для выявления дефектов в материале без разрушения дорожного покрытия является актуальным направлением исследований.

Рис. 1. Современные датчики мониторинга

Сравнительный анализ традиционных и ускоренных методов показывает, что последние в большинстве случаев обеспечивают более быстрое получение результатов без значительной потери в точности. При использовании современных технологий и оборудования, таких как неразрушающие испытания и автоматизированные системы, возможно оперативно получать данные о состоянии дорожной одежды, что существенно ускоряет процессы диагностики и принятия решений по ремонту или замене покрытия.

Перспективы внедрения ускоренных методов испытаний в практическую деятельность дорожных организаций заключаются в скорейшем предоставлении данных, что позволяет принимать более обоснованные решения. Автоматизация и стандартизация процессов испытаний также помогут снизить затраты времени и ресурсов при проведении оценочных работ.

Заключение. В условиях стремительного увеличения транспортных потоков и неизменного воздействия климатических факторов на дорожные конструкции особое внимание следует уделить использованию ускоренных методов испытаний дорожных одежд. Это позволит не только повысить качество и безопасность дорожных покрытий, но и обеспечить эффективное управление ими в условиях современных реалий. дальнейшие исследования в данном направлении помогут развитию более совершенных технологий, направленных на оптимизацию и автоматизацию испытательных процессов.

Список источников

1. Ни Гуанцунг, Тиратурян А.Н., Углова Е.В., Воробьев А.В. Исследование характеристик динамического отклика дорожных конструкций при ускоренном тестировании // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2023. №3.

2. Балабанов В.Б., Куан Фам Ши Определение модуля упругости дорожной одежды по динамическим методам испытания // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. №1 (28).

УДК 625.7

Китугин С.А.
Научный руководитель: Ежова С.В., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Аннотация. *Рассматриваются основные достижения и инновации, начиная от первых экспериментов с применением георадиолокационных устройств до их интеграции в современные технологии мониторинга состояния дорожного полотна. Автор акцентирует внимание на значении георадиолокационного метода для диагностики инфраструктуры, выявления скрытых деформаций и оценки состояния материалов, что способствует повышению безопасности и долговечности дорожных объектов. В статье также обсуждаются перспективы дальнейшего развития этой технологии и её влияние на будущее дорожной отрасли в России.*

Ключевые слова: *георадиолокация, технологии исследований, изыскания дорог.*

Метод георадиолокации (ГРЛ) представляет собой неразрушающий способ исследования подповерхностных слоев, который используется для различных целей, включая изучение геологической структуры, оценку состояния инфраструктуры и мониторинг окружающей среды. В России этот метод нашел широкое применение в дорожной отрасли, что связано с необходимостью повышения безопасности и долговечности дорожных объектов. В данной статье рассмотрены основные этапы развития георадиолокационных технологий в этой сфере.

Метод георадиолокации начал активно развиваться в России в 1980-х годах. Первоначально он использовался в геологических и геофизических исследованиях, однако вскоре его потенциал был замечен и в дорожной отрасли. Проводились первые эксперименты по применению ГРЛ для выявления подземных коммуникаций, определения состояния грунтов и оценки качества дорожного покрытия.

В 1990-х годах началась активная разработка специализированного оборудования для георадиолокационных исследований. Появление более мощных и точных антенн, а также усовершенствованных систем обработки данных позволило значительно повысить качество получаемой информации [1]. В этот период также началось внедрение ГРЛ в практику проектирования новых дорог и реконструкции существующих.

На рубеже 2000-х годов метод георадиолокации стал активно интегрироваться в процессы дорожного проектирования и строительства. Ученые и практики начали разрабатывать стандарты и методики применения ГРЛ для

оценки состояния дорожных объектов [2-3]. В это время также началась работа над программным обеспечением для обработки и визуализации данных, что повысило точность и информативность результатов исследований.

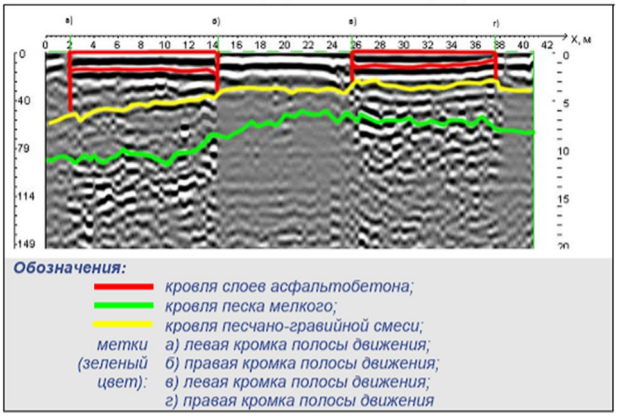


Рис. 1. Пример интерпретированной радарограммы поперечного профиля конструкции дорожной одежды

С начала 2010-х годов георадиолокация стала важным инструментом в системах мониторинга состояния дорожной инфраструктуры. В связи с увеличением автомобильного потока и ухудшением состояния дорог возникла необходимость в регулярном контроле и оценке состояния дорожных покрытий. ГРЛ позволяет проводить мониторинг без разрушения покрытия, что существенно сокращает затраты и время на обследование.

В последние годы наблюдается активное развитие методов обработки данных и технологий, связанных с георадиолокацией. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет улучшить качество анализа и интерпретации данных. В России также активно разрабатываются новые стандарты и методические рекомендации по применению ГРЛ в дорожной отрасли.

Список источников

1. Пушников Н.А., Лаврухин С.В. Метод радиолокационного контроля состояния дорожных одежд и земляного полотна // Труды ГП РОСДОРНИИ. – М. - 1998. – Вып. 9. – С. 101-104.

2. Макеечева И.В. Дорожный рентген. Георадиолокационные исследования при дорожном строительстве и диагностике состояния дорог // Строит, техника и технологии. – 2001. – № 5. – С. 38-39.

3. Куликов А.И. Применение метода георадиолокации для неразрушающего контроля состояния автодорог жесткого типа // Записки Горного института. 2002. №1.

УДК 625.7

Китугин С.А.
Научный руководитель: Ежова С.В., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСОВ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. *Представлены проблемы, технологии и перспективы развития зимнего содержания автомобильных дорог.*

Ключевые слова: *содержание, снег, лед.*

Зимнее содержание автомобильных дорог – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасного и бесперебойного движения транспорта в сложных погодных условиях. От эффективности этих мероприятий напрямую зависит экономическая активность регионов, безопасность дорожного движения и, в конечном итоге, качество жизни населения. Современные требования к зимнему содержанию дорог постоянно растут, что обусловлено ростом интенсивности движения, повышением скоростного режима и ужесточением требований к экологической безопасности.

Непредсказуемость погоды, частые перепады температур, ледяные дожди и обильные снегопады требуют большей гибкости и оперативности в планировании и реализации работ по зимнему содержанию. Рост интенсивности создает дополнительную нагрузку на дорожное покрытие и увеличивает риск возникновения ДТП в зимний период. Необходимо быстро и эффективно устранять последствия снегопадов и гололедицы, чтобы минимизировать задержки в движении [1].

Использование традиционных противогололедных материалов, таких как хлориды, оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в частности, на почву, растительность и водные ресурсы. Необходимо искать более экологически безопасные решения.

Зачастую бюджеты, выделяемые на зимнее содержание дорог, недостаточны для обеспечения требуемого уровня безопасности и комфорта движения.

Работа в условиях зимнего содержания требует высокой квалификации и опыта работы с специализированной техникой. Наблюдается дефицит специалистов, способных эффективно управлять и обслуживать

современную технику.

Для решения этих вызовов активно внедряются современные подходы и технологии. Системы мониторинга и прогнозирования погоды: Использование современных метеорологических станций, спутниковых данных и программного обеспечения позволяет оперативно отслеживать погодные условия и прогнозировать их изменения, что позволяет заблаговременно планировать работы по зимнему содержанию.

В последние годы все большее распространение получают комбинированные и модифицированные противогололедные материалы, которые обладают повышенной эффективностью, меньшим негативным воздействием на окружающую среду и сниженной коррозионной активностью. Рассматриваются варианты использования органических материалов, таких как биоразлагаемые антиобледенители [2].

В арсенале дорожных служб появляется все больше современной техники, оснащенной автоматизированными системами управления, GPS-навигацией и бортовыми компьютерами. Это позволяет повысить эффективность и точность выполнения работ по зимнему содержанию. Применяются автоматические распределители реагентов, снегоуборочные машины с высокой производительностью и системы автоматического контроля за состоянием дорожного покрытия.

Разрабатываются и внедряются информационные системы, позволяющие оперативно получать информацию о состоянии дорог, координировать работу техники и оперативно реагировать на возникающие проблемы. Активно используются мобильные приложения для сбора данных о состоянии дорожного покрытия и передачи информации водителям [3].

Все большее внимание уделяется превентивным мерам, таким как обработка дорожного покрытия до начала снегопада или гололедицы, что позволяет предотвратить образование наледи и облегчить процесс уборки снега. Разрабатываются новые виды дорожных покрытий, которые обладают повышенной морозостойкостью, шероховатостью и способностью к самоочистке от снега и льда.

Современное состояние зимнего содержания автомобильных дорог характеризуется рядом ключевых аспектов, которые влияют на эффективность и безопасность дорожного движения в зимний период. В последние годы, особенно в условиях изменения климата, подходы к зимнему содержанию дорог постепенно эволюционируют.

Во-первых, использование новых реагентов и смесей позволяет более эффективно противодействовать образованию льда и снега. Напри-

мер, внедрение экологически чистых реагентов снижает вредное воздействие на окружающую среду и способствует лучшему сцеплению шин с дорожным покрытием.

Во-вторых, использование датчиков и беспилотных технологий дает возможность оперативно реагировать на изменяющиеся погодные условия и адаптировать методы содержания дорог. Это включает в себя как применение посыпочных материалов, так и активное использование специализированной техники для уборки снега.

В современных условиях также все больше внимания уделяется общественным и частным инициативам, направленным на информирование населения о состоянии дорог в зимний период. Мобильные приложения и онлайн-сервисы позволяют водителям получать актуальную информацию о дорожных условиях, что способствует более безопасному передвижению.

Инновации в технологиях, повышение уровня профессионализма в сфере управления дорогами и развитие систем оповещения позволяют надеяться на улучшение как условий эксплуатации дорог, так и общей безопасности дорожного движения в зимний период.

Заключение. Зимнее содержание автомобильных дорог – это сложная задача, требующая комплексного подхода и постоянного совершенствования. Внедрение современных технологий, использование экологически безопасных материалов и повышение квалификации кадров позволят обеспечить безопасность и бесперебойность движения транспорта в зимний период, а также минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Список источников

1. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г.В. Бялобжеский [и др.]; под ред. А.К. Дюнина. – М.: Транспорт, 1983. – 197 с.

2. Справочная энциклопедия дорожника. Содержание и ремонт автомобильных дорог / под ред. А.П. Васильева. – М.: Информавтодор, 2004. – 507 с. – ISBN 5-900121-25-9.

3. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / М-во транспорта Рос. Федерации, Гос. служба дорож. хоз-ва. – М.: Росавтодор Минтранса РФ, 2003. – 69 с.

УДК 681.5.01

Кочев С.С.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Аннотация. *В современном мире проблема оптимизации транспортных потоков становится все более актуальной в связи с ростом числа автомобилей и увеличением нагрузки на транспортную инфраструктуру. Это порождает заторы, увеличивает время в пути и приводит к негативным экологическим последствиям. Данная статья посвящена анализу методов и технологий, применяемых для оптимизации транспортных потоков, включая интеллектуальные транспортные системы, модели прогнозирования и управление трафиком в реальном времени. Рассматривается применение современных алгоритмов, таких как генетические и волновые алгоритмы, для улучшения управления трафиком, а также применение большими данными и машинным обучением для прогнозирования и анализа транспортных потоков. Также в статье представлены результаты практических исследований и примеры успешного применения предложенных методов на разных стадиях проектирования и эксплуатации транспортных систем.*

Ключевые слова: *автомобильные транспорт, интеллектуальные системы, оптимизация движения.*

Введение. Рост численности населения, урбанизация и экономическое развитие влекут за собой увеличение объема транспортных потоков, что создает значительные проблемы для городских и межгородских транспортных систем. Научные исследования показывают, что неэффективное управление этими потоками может привести к большому количеству социальных и экономических потерь. Проблема заключается в том, что традиционные подходы к управлению транспортом не всегда могут справляться с динамично меняющимися условиями и нагрузками на дорожную инфраструктуру. Поэтому оптимизация транспортных потоков требуются современные технологии и методы [1-2].

Существует множество подходов к оптимизации управления транспортными потоками, одним из которых являются интеллектуальные транспортные системы (ИТС). Эти системы используют технологии

связи и обработки данных для повышения эффективности и управления трафиком. Они позволяют анализировать текущую ситуацию на дорогах, предсказывать формирование заторов и оптимизировать маршруты транспортных средств в режиме реального времени.

Наиболее современные решения включают в себя использование алгоритмов, таких как генетические и волновые алгоритмы, для реализации задач управления трафиком. Генетические алгоритмы, имитирующие биологические процессы, могут быть использованы для нахождения оптимальных маршрутов или расписаний, минимизируя общее время в пути или количество выбросов.

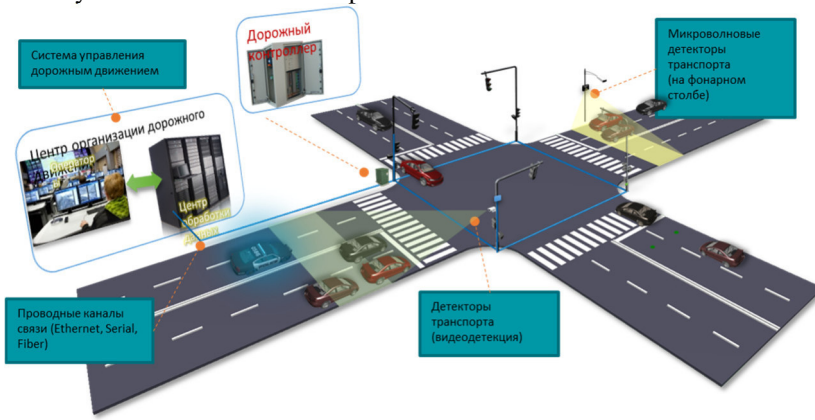


Рис.1 Интеллектуальная система регулирования движения

Использование больших данных и методов машинного обучения предоставляет новые возможности для анализа и прогнозирования транспортных потоков. Эти технологии позволяют выявлять закономерности в поведении транспортных систем, анализируя большие объемы данных о движении транспортных средств, что помогает в принятии более обоснованных решений при планировании транспортной инфраструктуры.

Исследования, проведенные в различных городах, показывают, что применение ИТС и новых алгоритмов управления позволяет существенно сократить время в пути на 20-30% и уменьшить количество заторов. Например, в одном из крупных мегаполисов внедрение умных светофоров, которые адаптируются к реальному трафику, привело к уменьшению времени ожидания на перекрестках и увеличению пропускной способности до 15-20%.

Заключение. Оптимизация транспортных потоков является важнейшей задачей для повышения эффективности работы транспортной системы и улучшения качества жизни граждан. Применение современных технологий и методов, таких как ИТС, алгоритмы оптимизации и обработка больших данных, открывает новые горизонты для достижения этих целей. Необходимость дальнейших исследований и разработки новых подходов к управлению транспортными потоками остается критически важной для обеспечения устойчивого развития городской инфраструктуры и снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду. Основываясь на успешных примерах из практики, можно утверждать, что интеграция инновационных решений станет залогом успеха в оптимизации транспортных потоков.

Список источников

1. Мелиев Б. Оптимизация транспортного потока в системе городского транспорта // Вестник науки. 2021. №7 (40).
2. Танкаян А.И., Торгашин К.В., Косников С.Н. Оптимизация движения автомобильного транспорта в населенных пунктах на основании web-решения // Научный журнал КубГАУ. 2016. №123.

УДК 338.49

Кочев С.С.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА РФ

Аннотация. *В последние десятилетия транспортный сектор России сталкивается с рядом вызовов, связанных с растущими потребностями населения, экономическим развитием и необходимостью модернизации инфраструктуры. Данная статья посвящена стратегии развития транспортной системы Российской Федерации, акцентируя внимание на ключевых аспектах, таких как интеграция различных видов транспорта, цифровизация, экологическая устойчивость и оптимизация логистических процессов. Анализируются современные тенденции в национальном и международном транспортном регулировании, а также рассматриваются успешные примеры внедрения инновационных решений в транспортную инфраструктуру. Основной целью статьи является формулирование рекомендаций по усилению конкурентоспособности транспортного сектора страны, что окажет влияние на экономический рост и улучшение качества жизни граждан.*

Ключевые слова: *транспорт, стратегия развития, министерство транспорта.*

Введение. Транспортная система является фундаментальным элементом экономического и социального развития страны. В России, обладающей обширной территорией и разнообразными климатическими условиями, транспорт играет ключевую роль в обеспечении внутренней и внешней связности [1]. Разработка стратегии его развития требует комплексного подхода с учетом технологий, экологии и потребностей населения [2].

Российский транспортный сектор сталкивается с несколькими актуальными проблемами, включая устаревание инфраструктуры, недостаток инвестиций, а также высокую степень износа подвижного состава. Более того, растущее население и развитие торговли приводят к увеличению грузовых и пассажирских потоков, что создает дополнительные нагрузки на существующую сеть. Важно подчеркнуть, что неравномерное распределение транспортных средств и недостатки в организации перевозок часто становятся причиной заторов и увеличения времени в пути.

Стратегия развития транспорта в России включает ряд ключевых целей. Устойчивое обновление и развитие транспортной инфраструктуры позволит повысить качество услуг и сократить время в пути. Внедрение современных информационных технологий и систем управления движением станет основой для повышения эффективности работы транспортных механизмов. Уменьшение негативного влияния транспорта на окружающую среду путем перехода на экологически чистые виды топлива и технологий. Синергия между железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным транспортом позволит создать единое транспортное пространство, улучшив доступность и сокращая время передвижений.

Рис. 1. Место и роль региональных транспортных стратегий и программ в реализации транспортной стратегии РФ на период до 2030 года

Для успешной реализации стратегии необходимо следовать ряду принципов. Во-первых, важно обеспечить постоянный мониторинг состояния транспортной инфраструктуры и оценку потребностей различных регионов. Во-вторых, крайне необходимо привлекать частные инвестиции и использовать государственно-частное партнерство для финансирования проектов. В-третьих, задействование технологий больших данных и систем искусственного интеллекта поможет оптимизировать грузовые и пассажирские перевозки.

В последние годы в России реализовано несколько успешных проектов, таких как строительство новых высокоскоростных железнодорожных магистралей и модернизация аэропортов. Пилотные проекты по внедрению «умных» транспортных систем в крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург, уже демонстрируют положительные результаты в управлении движением и сокращении заторов.

Заключение. Стратегия развития транспорта Российской Федерации требует комплексного подхода и активного введения инновационных технологий. Правильная реализация данной стратегии не только улучшит состояние транспортной инфраструктуры, но и создаст условия для устойчивого экономического роста. Для достижения поставленных целей необходимо дальнейшее сотрудничество между государственными структурами, частным сектором и научными учреждениями, что позволит выработать эффективные решения для транспортного будущего страны.

Список источников

1. Якутин Ю.В. Транспорт России – стратегия развития // Научные труды Вольного экономического общества России. 2014.

2. Лебедева Н.А. Проблемы и особенности реализации транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года // Научный результат. Экономические исследования. 2023. №2.

УДК 625.76

Малков А.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА

Аннотация. *В данной работе рассмотрены способы применения спутниковых технологий при выполнении геодезических изысканий для формирования полного и исчерпывающего представления о ситуации и рельефе местности.*

Ключевые слова: *изыскания, спутниковая геодезическая сеть, статический метод.*

Изысканиями называют процесс получения необходимых данных для принятия оптимального решения при выполнении проектирования, строительства и использования возведенных сооружений. Главным видом геодезических работ при организации деятельности по отношению к площадным и линейным объектам являются инженерные изыскания.

Инженерно-геодезическими изысканиями называется совокупность работ, выполняемых для получения исчерпывающей информации о совокупности неровностей земной поверхности и ситуации местности. Полученная в ходе данных обследований информация может использоваться как база для проектирования и последующих обследований территории.

Для осуществления работ по инженерно-геодезическим изысканиям первым шагом создается геодезическое обоснование, то есть производиться привязка к пунктам государственной геодезической сети. На данном этапе развития технологий в сфере геодезической деятельности широко распространено применение спутниковых геодезических средств глобальной навигационной спутниковой системы. По сравнению с классическими методами получения геодезических данных, спут-

никовые методы превосходят их в скорости и точности, что позволяет повысить производительность в 10-15 раз [1].

Изначально для создания спутниковой геодезической сети, которая в последствие будет использована на объекте проведения работ, производится формирование плановых и высотных геодезических сетей. Проведение данных работ подразделяется на несколько шагов. Первым шагом производится выполнение привязки временных базовых станций к пунктам постоянно действующих базовых станций IGS. Далее выполняется привязка опознавательных знаков и контрольных точек, а также пунктов государственной геодезической сети к основанным базовым станциям с ранее полученными координатами с целью определения у ранее перечисленных элементов координат и отметок высот в необходимой системе WGS84 [2].

Следующим шагом проводится обследование пунктов ГГС для уточнения сохранности геодезических знаков, а также проверки возможности их применения при выполнении работ [3].

Выполнение спутниковых измерений при помощи статического способа минимизирует возникновение ошибки в произведенных измерениях, так как данный способ обеспечивает наивысшую точность [4]. Применение данного способа подразумевает использование двух приемников в течение длительного промежутка времени.

Суть статического метода заключается в получении координат точки, путем установления над ней штатива с антенной. Этот штатив в процессе измерения ориентируется на север, центрируется и нивелируется с применением оптического центрира [5].

Самым основным преимуществом спутниковых методов перед классическими с применением тахеометров является повышение скорости съемки.

Немаловажным достоинством спутниковых методов съемки является расширенный временной промежуток выполнения измерений по сравнению с классическими методами.

Также необходимо иметь ввиду, что проведение геодезической съемки с применением спутниковых методов является довольно дорогостоящим мероприятием. Данная процедура требует единовременных дорогостоящих вливаний, что может повлиять на выбор заказчика в пользу других видов организации геодезических работ.

Список источников

1. Пшидаток С.К., Эффективность использования и область применения беспилотных летательных аппаратов /Жарникова А.А., Пшидаток С.К.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год. Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. 2020. С. 407-410.

2. Пшидаток С.К., Особенности применения различных видов сканирования /Пшидаток С.К., Лукьянова М.С.// В книге: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции. Ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. 2019. С. 488-489.

3. Турк Г.Г. Кадастровые работы в отношении объектов капитального строительства / Г.Г. Турк // Год науки и технологий 2021: Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 09–12 февраля 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 277.

4. Солодунов А.А., Воздушное лазерное сканирование /Солодунов А.А., Саркисян Л. Д.// В книге: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции. Ответственный за выпуск А.Г. Кощаев. 2019. С. 494-495.

5. Солодунов А.А., Особенности применения методов лазерного сканирования /Саркисян Л.Д., Солодунов А.А.// В сборнике: Студенческие научные работы землеустроительного факультета. Сборник статей по материалам Международной студенческой научно-практической конференции. 2020. С. 123-127.

УДК 625.76

Малков А.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., кан. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ УЛ. СТРОИТЕЛЕЙ ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. *В данной работе рассмотрена целесообразность реализации проекта реконструкции ул. Строителей г. Йошкар-Ола.*

Ключевые слова: *реконструкция, технико-экономическая характеристика, проектирование.*

Цели и задачи разработки проекта – разработка оптимальных, обоснованных, экономически-целесообразных и эффективных функционально-технологических, конструктивных и инженерно-технических решений при реконструкции улицы Строителей в г. Йошкар-Оле.

Территория ГО «Город Йошкар-Ола» составляет 101,8 кв. км, в том числе непосредственно городскими строениями занято 55 кв. км (54 % от всей площади городского округа).

Городской округ «Город Йошкар-Ола» – один из самых озелененных городов России. Общая площадь всех зеленых массивов и насаждений города составляет 16 кв. км (15,8 % от всей территории округа).

Проектируемая улица расположена на юго-западе г. Йошкар–Олы, Республика Марий Эл Российской Федерации. Начало проектируемой улицы расположено на пересечении улицы Крылова. Проходит до пересечения с улицей Йывана Кырли.

Согласно проведенному обследованию в рассматриваемом транспортном узле осуществляется движение легкового, грузового и общественного транспорта. На магистралях, образующих данный транспортный узел наблюдается неравномерность движения по направлениям, вызванная пиками трудовых и рекреационных корреспонденций.

Рассматриваемый участок отнесен к магистральной улице общегородского значения регулируемого движения со следующими основными транспортно-эксплуатационными показателями:

Таблица 1. Технико-экономическая характеристика объекта

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Показатель
1	Вид строительства		реконструкция
2	Категория дороги (улицы)		магистральная улица общегородского значения регулируемого движения
3	Строительная длина дороги (улицы)	км	1,5
4	Расчетная скорость	км/ч	60
5	Количество полос движения	шт	2
6	Ширина проезжей части	м	9
7	Ширина тротуаров	м	3
8	Ширина разделительной полосы	м	3,0-5,5
9	Тип дорожной одежды		капитальный
10	Вид покрытия		асфальтобетонное
11	Количество автобусных остановок	шт	8

Конструкция земляного полотна назначена на основе решений по продольному профилю, почвенно-грунтовых, геологических и климатических условий. Поперечный уклон проезжей части по всем улицам составляет 20 ‰, на вираже – 40 ‰ [1].

На объекте предусмотрена закрытая система водоотвода со стоком воды за счет продольного и поперечного профилей дороги в дождеприемные колодцы. Это позволяет исключить размыв откосов насыпи автомобильной дороги на всем ее протяжении.

На проектируемом участке находятся автобусные остановки, некоторые из них нуждаются в уширении заездного кармана с устройством посадочной площадки.

Для обеспечения безопасности дорожного движения и своевременного ориентирования водителей в проекте предусмотрена установка дорожных знаков, светофоров, металлического барьерного ограждения, нанесение на проезжей части горизонтальной разметки [2].

Список источников

1. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. – Утверждён приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 9 февраля 2021 г. N 53/пр и введен в действие с 10 августа 2021 г.

2. ГОСТ Р 52289-2019. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. –Введен в действие 01.04.2020. – М.: Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 декабря 2019 г. N 1425-ст.

УДК 625.7/.8

Марасанов В.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО: ВАЖНОСТЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТОВ

Аннотация. *Современное дорожное строительство представляет собой сложный и многосторонний процесс, в котором необходимо учитывать, как теоретические основы проектирования и материаловедения, так и прикладные аспекты, связанные с реализацией и эксплуатацией инфраструктуры. В данной статье рассматриваются ключевые теоретические концепции, лежащие в основе дорожного строительства, такие как геометрия дорог, технологии укладки асфальтобетонов и выбор дорожных материалов. Кроме того, акцентируется внимание на прикладных аспектах, включая инновационные подходы к проектированию, устойчивость дорожных конструкций и методы контроля качества. Обсуждаются проблемы и вызовы, с которыми сталкивается отрасль, а также перспективные направления для дальнейших исследований и разработки новых технологий.*

Ключевые слова: *дорожное строительство, теоретические аспекты, прикладные аспекты, асфальтобетоны, контроль качества, инновации.*

Введение. Дорожное строительство играет важнейшую роль в экономическом развитии стран, обеспечивая мобильность населения и грузов, повышая уровень безопасности транспортной инфраструктуры и оказывая значительное влияние на качество жизни. Современные подходы к проектированию и строительству дорог требуют интеграции теоретических знаний с практическими навыками, что создает необходимые условия для эффективной реализации инфраструктурных проектов.

Теоретическая база дорожного строительства охватывает различные дисциплины, включая геодезию, гидрогеологию, материаловедение и транспортную инженерию. Геометрия местности, в частности, имеет решающее значение для проектирования дорог. Правильный выбор параметров профиля дороги (поперечного и продольного) обеспечивает не только комфортное движение, но также и безопасность пользователей.

Использование современных технологий, таких как компьютерное моделирование, позволяет прогнозировать и оптимизировать проектные решения [1].

Важным аспектом является и выбор материалов. Асфальтобетоны, применяемые в дорожном строительстве, должны обладать высокими прочностными характеристиками и стойкостью к окружающей среде. Исследования по новейшим составам и добавкам, которые улучшают эксплуатационные качества материалов, становятся особенно актуальными в условиях меняющегося климата.

Прикладные аспекты дорожного строительства включают в себя широкий спектр задач, от проектирования до эксплуатации и обслуживания. Одним из наиболее значимых достижений последних лет стали инновации в технологии строительства и ремонта дорог. Например, применение рецикл-технологий, которые позволяют использовать переработанный асфальт, способствует снижению затрат и увеличению устойчивости к внешним факторам.

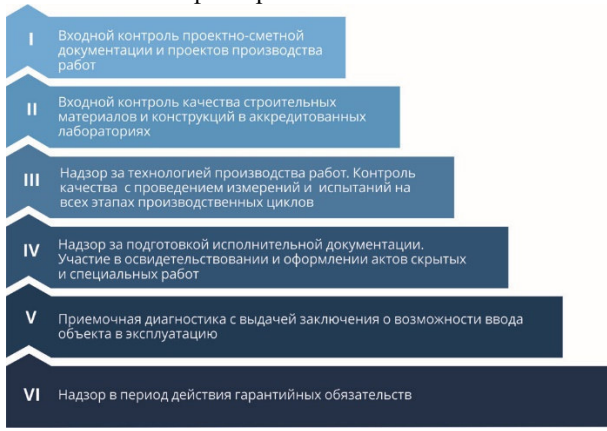


Рис. 1. Различные этапы контроля качества

Контроль качества на всех этапах дорожного строительства остается нерешенной задачей [2]. Настоящие методы контроля обычно не позволяют точно оценить состояние дорожных конструкций после их укладки. Существуют технологии, такие как неразрушающее тестирование (NDT), которые могут быть интегрированы в процесс, позволяя получать информацию о качестве материала в реальном времени.

Несмотря на достижения, отрасль сталкивается с рядом проблем, включая усталость инфраструктуры, необходимость в соблюдении экологических стандартов и увеличение объема грузопотока. Перспективы

развития связаны с усовершенствованием технологий, применением умных материалов, а также внедрением информационных технологий в управление дорожным строительством и поддержание инфраструктуры в рабочем состоянии.

Заключение. Дорожное строительство требует комплексного подхода, объединяющего теоретические знания и практические навыки. Познание и интеграция научных принципов в прикладные технологии и методы контроля качества окажут положительное влияние на развитие этой критически важной отрасли. Обеспечение устойчивого развития дорожной инфраструктуры в современных условиях становится приоритетной задачей для инженеров и исследователей.

Список источников

1. Гурбанов Ы.Г., Чарваев Д.А., Вейисов Я.Ш. Дорожное строительство: важность теоретических и прикладных аспектов // Вестник науки. 2024. №11 (80).

2. Иванов А.М., Полити В.В. Электронный документооборот как способ совершенствования системы контроля качества в дорожном строительстве // Журнал прикладных исследований. 2023. №7.

УДК 691

Марасанов В.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Аннотация: *Статья посвящена особенностям и общим сведениям о возведении земляного полотна, которое является основой для транспортных сооружений, таких как дороги и железные линии. Рассматриваются основные этапы проектирования и строительства земляного полотна, его структурные компоненты, влияние климатических и геологических факторов, а также современные технологии и методы, используемые для повышения устойчивости и долговечности земляного полотна. Особое внимание уделяется вопросам контроля качества, вибрационного воздействия и экологии, что способствует созданию безопасной и эффективной дорожной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *земляное полотно, строительство автомобильных дорог, грунтовые основания, геосинтетические материалы.*

Введение. Возведение земляного полотна играет ключевую роль в строительстве транспортных объектов. Оно служит основой, обеспечивающей устойчивость и безопасность дорожных или железнодорожных покрытий. Основные задачи этого процесса включают в себя проектирование, выбор материалов, планирование укладки и проведение контрольных мероприятий. В настоящее время внимание уделяется инновационным подходам и технологиям, направленным на повышение фундамента земляного полотна [1].

Процесс строительства земляного полотна можно разделить на несколько этапов. Первоначально проводится геологическое и геодезическое обследование участка, чтобы оценить условия, в которых будет выполнено строительство. На этом этапе принимаются решения о выборе метода укладки, который зависит от типа почвы и требуемой нагрузки. Затем осуществляется подготовка основания: оно очищается от растительности и верхнего слоя почвы. Далее производится насыпка, которая может включать в себя использование различных материалов — от песка и гравия до специальных геосинтетических материалов, повышающих устойчивость и долговечность конструкции [2]. Важным аспектом является проведение уплотнения, которое обеспечивает необходимую прочность и предотвращает осадку.

Климат и тип почвы оказывают значительное влияние на принятие инженерных решений. Например, в районах с частыми осадками необходимо учитывать дренажные системы для предотвращения аккумуляции воды, что может привести к разрушению земляного полотна. Кроме того, геологические условия, такие как наличие подземных вод или склонов, требуют индивидуального подхода к проектированию и строительству.

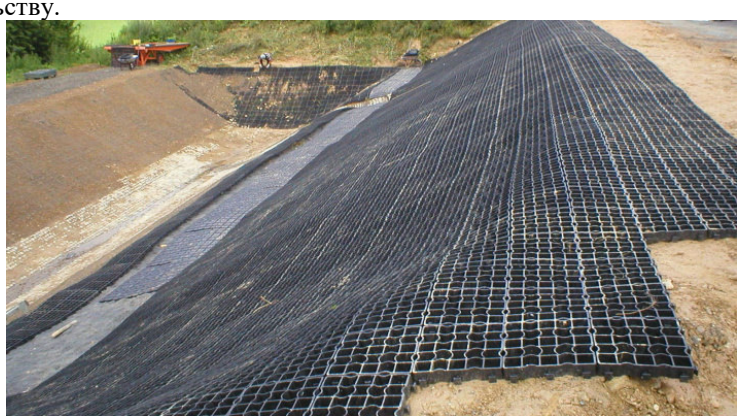


Рис. 1. Применение объемных георешеток при укреплении откосов

С развитием технологий в строительстве земляного полотна применяются новые методы и материалы. Используются геосинтетические мембраны и георешетки, которые улучшают устойчивость конструкции и снижают риск выхода из строя. Также активно внедряются системы мониторинга, позволяющие отслеживать изменения в состоянии земляного полотна в реальном времени, что обеспечивает своевременное вмешательство и профилактические меры.

Качество выполнения работ по возведению земляного полотна должно тщательно контролироваться на всех этапах. Это включает в себя лабораторные испытания материалов, а также регулярные проверки в процессе строительства. Вопросы экологии также важны, особенно в контексте изменения климата. Применение экологически чистых материалов и технологий позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, соблюдая принципы устойчивого развития.

Заключение. Возведение земляного полотна представляет собой сложный и многогранный процесс, требующий применения современных знаний, технологий и материалов. Устойчивость и безопасность дорожной инфраструктуры зависят от качества выполнения всех этапов, начиная от проектирования и заканчивая контролем за состоянием земляного полотна. Будущее дорожного строительства связано с устойчивыми практиками, которые обеспечат эффективное использование ресурсов и защитят окружающую среду.

Список источников

1. Чарваев Д.А., Керкавов С.К., Оразов С.М. Особенности и общие сведения о возведении земляного полотна // Вестник науки. 2024. №3 (72).

2. Мащенко А.В., Пономарев А.Б. Влияние армирования геосетки на механические характеристики водонасыщенных грунтов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2015. №3.

УДК 625.7

Мирошина Т.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ПРОЦЕССЕ ИЗЫСКАНИЙ И УСТАНОВЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Аннотация. *В статье рассматривается функциональная классификация автомобильных дорог, играющая важную роль в процессах геодезических изысканий и последующего установления категории дороги. Функциональная классификация обеспечивает систематизацию автомобильных дорог по их предназначению, интенсивности движения, характеристикам транспортных потоков и специфике эксплуатации. Существующие подходы к классификации маршрутов, а также их влияние на проектирование и строительство являются основными аспектами исследования. В ходе работы выделяются основные категории автомобильных дорог, включая местные, региональные и магистральные. Анализ методологических основ классификации позволяет правильно оценить функциональные характеристики дорог и установить соответствующие нормы проектирования, эксплуатации и содержания. Применение предложенной классификации способствует оптимизации транспортной инфраструктуры и улучшению безопасности дорожного движения.*

Ключевые слова: *функциональная классификация дорог, изыскания дорог, оптимизация транспортной инфраструктуры.*

Введение. Автомобильные дороги служат важным элементом транспортной инфраструктуры, обеспечивая связь между населенными пунктами, экономическими центрами и другими ключевыми объектами. Правильная классификация дорог является необходимым условием для их эффективного проектирования и эксплуатации. В контексте растущих объемов транспортных перевозок и необходимости повышения безопасности на дорогах становится особенно актуальным применение функциональной классификации в процессе изысканий [1].

Функциональная классификация автомобильных дорог основывается на определении их роли в транспортной сети. Классификация подразу-

мевает разделение дорог на несколько основных категорий, каждая из которых выполняет свои специфические функции. В международной практике выделяются следующие категории [2]:

Магистральные дороги – предназначены для высокоскоростного и интенсивного движения, связывающие крупные города и экономические зоны.

Региональные дороги – служат для связи между населенными пунктами на уровне региона и обеспечивают транспортные связи средней интенсивности.

Местные дороги – обеспечивают доступ к жилым районам, промышленным объектам и социальным учреждениям, движение по которым, как правило, менее интенсивно.

автомагистраль скоростная дорога обычная дорога

Рис. 1. Классы автомобильных дорог

Изучение этих категорий позволяет с точки зрения проектирования выработать четкие критерии для выбора конструктивных и эксплуатационных характеристик. Функциональная классификация также обеспечивает понимание целевого назначения дороги, что влияет на разработку стандартов безопасности и инженерных решений.

Процесс изысканий, который предшествует строительству дороги, включает в себя геодезические, геологические и экологические исследования. Важно учитывать функциональную классификацию на этом этапе, чтобы правильно оценить:

Установление категории автомобильной дороги основывается на результатах изысканий. Это решение должно соответствовать как текущей ситуации, так и будущим требованиям в связи с ростом трафика и изменением потребностей населения. На данном этапе необходимо использовать классификацию для определения необходимых параметров дороги, таких как ширина проезжей части, количество полос, тип покрытия и наличие специальных дорожных объектов (пешеходные переходы, светофоры и т.д.).

Заключение. Функциональная классификация автомобильных дорог является важным инструментом для обеспечения рационального проек-

тирования и эффективного использования транспортной инфраструктуры. Введение в практику четких критериев классификации помогает не только в процессе проектирования, но и в улучшении безопасности дорожного движения и организации транспортных потоков. На современном этапе развития транспортного строительства особое внимание должно уделяться развитию методологии классификации, обеспечивающей интеграцию инновационных решений и технологий для повышения устойчивости и эффективности дорожной сети. Это позволит ответить на вызовы времени и удовлетворить растущие потребности общества.

Список источников

1. Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю. К вопросу соблюдения функционального назначения автомобильных дорог и методы повышения эффективности их функционирования // Вестник ИрГТУ. 2015. №5 (100). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-soblyudeniya-funktsionalnogo-naznacheniya-avtomobilnyh-dorog-i-metody-povysheniya-effektivnosti-ih-funktsionirovaniya (дата обращения: 06.04.2025).

2. ГОСТ 33382-2015. Автомобильные дороги. Параметры проектирования. Москва: Стандартинформ, 2016. 34 с.

УДК 625.739.3

Мирошина Т.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются экономические изыскания, проводимые на автомобильных дорогах общего пользования. Процесс оценки и оптимизации затрат при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог является ключевым аспектом эффективного использования бюджетных средств и повышения качества транспортной инфраструктуры. В статье обсуждаются методы экономического анализа, включая анализ жизненного цикла, расчет полной стоимости владения, а также оценка выгод и затрат. На примерах реализованных проектов иллюстрируются принципы внедрения экономических изысканий, направленных на улучшение планирования и управления дорожными объектами. Основное внимание уделяется важности комплексного*

подхода к анализу, включая как прямые, так и косвенные эффекты от эксплуатации дорожной сети. Особое место уделяется взаимодействию между государственной и частной сферами в контексте финансирования и развития дорожного строительства. Статья подчеркивает, что грамотное экономическое обоснование проектов позволяет не только сократить расходы, но и значительно повысить качество дорожного сервиса и уровень безопасности на дорогах.

Ключевые слова: *функциональная классификация дорог, экономические изыскания дорог, проектирование дорог.*

Введение. Автомобильные дороги общего пользования представляют собой важный элемент транспортной инфраструктуры, обеспечивающий связь и мобильность населения, а также экономическое развитие регионов. Однако, учитывая значительные затраты, связанные с их проектированием, строительством и эксплуатацией, важным становится применение экономических изысканий для оптимизации этих процессов. Оценка экономической эффективности дорожных проектов позволяет выявить наилучшие решения для инвестиций в данную сферу [1].

Рис. 1. Жизненный цикл объекта строительства

Современные подходы к экономическим изысканиям включают методы, позволяющие проводить комплексный анализ затрат и выгод на разных этапах жизненного цикла дороги. К числу таких методов относятся далее описанные методы.

Анализ жизненного цикла (ALC), который учитывает все стадии жизнедеятельности дорожного объекта – от проектирования до демонтажа, включая затраты на строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание и возможные рекультивацию [2].

Расчет полной стоимости владения (TCO), включая расходы на содержание и эксплуатацию, что позволяет лучше понимать долгосрочные финансовые последствия инвестиций в дорожную инфраструктуру.

Оценка выгод и затрат (CBA), где учитываются как прямые, так и косвенные эффекты от запуска автомобильных дорог, такие как время в пути, экономия топлива и снижение аварийности.

На практике экономические изыскания уже активно применяются в ряде регионов России. Например, в ходе реализации крупных инфраструктурных проектов, таких как строительство новых мостов и развязок, анализируются не только строительные затраты, но и ожидаемые экономические эффекты от снижения времени в пути и улучшения транспортных связей. Эти данные позволяют обосновать необходимость инвестиционных вложений и убедить государственные органы в целесообразности проектов.

Совместные инвестиции государственных и частных структур являются важным аспектом финансирования дорожных проектов. Эффективные экономические изыскания позволяют определить долю участия частного капитала и фильтры для выбора наиболее эффективных партнеров.

Заключение. Экономические изыскания на автомобильных дорогах общего пользования представляют собой необходимый шаг к улучшению проектирования и управления дорожной инфраструктурой. Использование современных методов анализа позволяет не только оптимизировать затраты, но и системно подходить к оценке влияния дорожной сети на экономическое развитие регионов. В конечном счете, грамотные экономические обоснования проектов ведут к улучшению качества жизни населения и повышению уровня безопасности на дорогах.

Список источников

1. Мячин В.Н., Цибро С.В., Баскакова А.А. Методика экономических изысканий на автомобильных дорогах общего пользования. Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2021, № 5-6. С. 14-19.

2. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // ООО «ИндорСофт». 2015. №1 (4). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznennyy-tsikl-proektov-avtomobilnyh-dorog-v-kontekste-informatsionnogo-modelirovaniya (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 625.7/.8

Михеев Д.Н.
Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ОТРЯДА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НА РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Аннотация. *В статье рассматривается проблема оптимизации состава отряда дорожно-строительных машин для зимнего содержания городских улиц и дорог, а также влияние выбранного состава на режимы движения транспортных потоков. Актуальность исследования обусловлена увеличением зимних осадков в условиях изменения климата, что требует от городских властей повышения эффективности работы зимней коммунальной техники. Предлагаемые решения основаны на современных методах оптимизации и имитационного моделирования, позволяющих предсказать влияние различных комбинаций дорожно-строительных машин на скорость, безопасность и стабильность транспортных потоков в зимний период.*

Ключевые слова: *строительные машины, зимнее содержание, управление дорожной деятельностью.*

Введение. Зимние условия значительно усложняют эксплуатацию городской дорожной инфраструктуры, приводя к ухудшению качества асфальтового покрытия, увеличению времени в пути и потенциальному росту аварийности. Для эффективной борьбы с этими негативными факторами необходимо оптимально сформировать состав отряда дорожно-строительных машин, что позволит добиться наилучших результатов в зимнем содержании городских улиц и одновременно поддерживать высокие параметры дорожного движения [1].

Зимнее содержание городских дорог представляет собой сложную инженерно-техническую задачу, требующую комплексного подхода к организации работ. Особую актуальность приобретает вопрос оптимизации состава дорожно-строительных машин, поскольку их работа

непосредственно влияет на транспортные потоки, создавая дополнительные помехи движению [2].

При оптимизации состава техники необходимо учитывать, как характеристики самих машин (производительность, мобильность, универсальность), так и режимы работы, которые они могут обеспечивать. Анализ существующих методов зимнего содержания показал, что наиболее эффективным подходом является использование комбинированных отрядов, состоящих из специализированных снегоуборочных машин, снегоплавильных установок и многофункциональных дорожных роботов. Это создаст возможность проведения снегоуборочных работ одновременно с другими операциями, такими как обработка дорожного покрытия противогололедными препаратами.

Для оценки эффективности различных составов отрядов машин использовались методы имитационного моделирования на основе исторических данных о зимних условиях и транспортных потоках в крупных городах. Модели позволили оценить динамику изменения скорости движения транспортных средств в зависимости от наличия или отсутствия тех или иных единиц дорожно-строительных машин.

Рис. 1. Управление дорогами на этапе содержания

Полученные результаты продемонстрировали значительное снижение средних скоростей движения при неэффективной организации работы зимней техники. В то же время, использование многофункциональных машин в комбинированном режиме позволило не только уменьшить время реагирования на изменения погодных условий, но и сгладить пики заторов на основных магистралях.

Обсуждение результатов показало, что оптимизация состава отряда должна учитывать не только технические характеристики машин, но и режимы работы, которые могут зависеть от специфики городских потоков. Кроме того, важным аспектом является взаимодействие служб, отвечающих за зимнее содержание и управление дорожным движением, что требует координации действий для достижения наилучших результатов.

Заключение. Исследование подтверждает, что оптимизация состава отряда дорожно-строительных машин для зимнего содержания городских улиц не только повышает эффективность выполнения работ, но и значительно улучшает параметры режимов движения транспортных потоков. В дальнейшем необходимо продолжить работу в этом направлении, внедряя более совершенные технологии и системы мониторинга, что позволит оптимизировать использование ресурсов и улучшить качество зимнего обслуживания городской инфраструктуры.

Список источников

1. Слепцов И.В. Оптимизация состава отряда дорожных машин для зимнего содержания городских улиц и дорог с учетом влияния на режимы движения транспортных потоков // Вестник СибАДИ. 2015. №5 (45).

2. Аржанухина С.П. Современное состояние вопросов зимнего содержания автомобильных дорог // Construction materials. 2010. №5.

УДК 625.7.059

Михеев Д.Н.
Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РОВНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ КАК ФАКТОР ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Аннотация. *Уровень ровности покрытия определяет не только комфорт и безопасность передвижения транспортных средств, но и срок службы дорожного полотна. На основе анализа существующих методик оценки ровности асфальтобетонных поверхностей и данных о влиянии неровностей на деформационные характеристики покрытия, исследуется взаимосвязь между качеством укладки и долговечностью дорог. Приведены результаты обследований законодательства и норм, регламентирующих требования к ровности, а также работы по внедрению инновационных технологий в дорожно-строительной отрасли. Статья также включает рекомендации по улучшению технологий укладки и контроля за качеством асфальтобетонных покрытий, что позволит значительно повысить эксплуатационные характеристики автомобильных дорог и их долговечность.*

Ключевые слова: *асфальтобетонное покрытие, ровность покрытия, долговечность автодорог.*

Введение. Асфальтобетонное покрытие является основным элементом транспортной инфраструктуры, и его качество напрямую влияет на эксплуатационные характеристики автомобильных дорог. В последнее время стало очевидным, что ровность покрытия не только обеспечивает комфортную езду, но и непосредственно связана с долговечностью дорожного полотна. Увеличение неровностей на поверхности приводит к ускоренному износу асфальтобетонной смеси, а также к увеличению нагрузки на конструкцию дороги, что в конечном итоге сокращает срок ее эксплуатации [1-2].

Ровность покрытий дорог – это параметр, который влияет на безопасность и комфортность передвижения, а также на долговечность дорожного полотна. На этот параметр воздействует множество факторов, и они могут быть разделены на несколько категорий.

Во-первых, следует учитывать геологические и климатические усло-

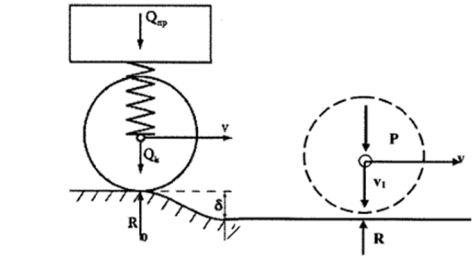
вия, в которых строится дорога. Разные типы грунтов могут по-разному реагировать на нагрузку и изменения температуры. Например, на участках с глинистыми или песчаными почвами могут возникать проблемы с оседанием и деформацией покрытия. Кроме того, климатические изменения, такие как перепады температур, дождь и снег, могут привести к появлению трещин и деформаций дорожного полотна. Во-вторых, качество материалов, использованных при строительстве, играет ключевую роль. Битум, асфальт, щебень — все эти компоненты должны соответствовать стандартам и быть произведены на высококачественном оборудовании. Неправильное соотношение компонентов может привести к снижению прочностных характеристик и преждевременному разрушению.

Правильное устройство основания и соблюдение технологии укладки асфальта обеспечивают равномерное распределение нагрузки и способствуют долговечности покрытия. Например, недостаточно уплотненное основание может стать причиной неравномерности.

Однако даже самые эффективные технологии не могут гарантировать долговечность покрытия без надлежащего ухода. Регулярная эксплуатация дороги способствует образованию деформаций и трещин, и поэтому необходима своевременная диагностика состояния покрытия и проведение ремонтных работ, чтобы предотвратить дальнейшие ухудшения. Значительное воздействие на ровность покрытия оказывает интенсивность и характер движения транспорта. Высокие нагрузки и частые большие автомобили могут ускорить разрушение покрытия, тогда как дороги с низким трафиком имеют больше шансов сохранить свою ровность на протяжении длительного времени.

Для изучения влияния ровности асфальтобетонного покрытия на долговечность дорожного полотна были проведены комплексные исследования, включающие как теоретические расчеты, так и практические испытания. Использовались методы геодезического измерения для оценки ровности с помощью лазерных сканеров и специализированных нивелиров, а также данные о деформациях и повреждениях дорожного покрытия в результате эксплуатации.

Результаты исследования показали, что низкий уровень ровности покрытия способствует образованию трещин, ям и других дефектов. Анализ показал, что каждое увеличение коэффициента неровности на единицу приводит к увеличению риска повреждений на 25-30%. Это подчеркивает необходимость строгого контроля качества укладки и соблюдения норм, регламентирующих ровность асфальтобетонного покрытия.



$Q_{пр}$ — вес автомобиля с грузом; $Q_к$ — вес колеса с мостом;
υ — горизонтальная составляющая скорости;
$υ_1$ — вертикальная составляющая скорости;
P — сила давления на покрытие от веса автомобиля и веса колеса; R_0, R — сила реакции опоры;
δ — величина неровности

Рис. 1. Схема воздействия колеса автомобиля на дорожное покрытие в момент прохождения неровности [2]

Применение новых технологий, таких как укладка с использованием виброкомпакторов и автоматизированных систем контроля, значительно улучшает показатели ровности и в итоге способствует увеличению срока службы дороги на 15-20%.

Заключение. Ровность асфальтобетонного покрытия является важным фактором, способствующим долговечности автомобильных дорог. Внедрение современных технологий укладки и строгий контроль за качеством выполнения работ позволят повысить эксплуатационные характеристики и безопасность дорожного движения. Предложенные рекомендации по улучшению процессов будут способствовать долговечности дорожной сети и обеспечат надежность транспортной инфраструктуры. В дальнейшем исследования в этом направлении должны быть продолжены с целью разработки более точных методов оценки и улучшения качества асфальтобетонных покрытий.

Список источников

1. Питухин А.В., Петров А.Н. Влияние ровности покрытий на работоспособность автомобильных дорог // ТДР. 2010. №5.

2. Буртыль Ю.В., Капский Д.В. Моделирование взаимосвязи ровности и прочности нежестких дорожных одежд на основании теоретическо-практических исследований // Вестник СибАДИ. 2022. №4 (86).

УДК 656.01

Норкобилов И.К. угли
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СБОР И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Аннотация. *Рассматриваются методы сбора и анализа основных характеристик транспортного потока, таких как интенсивность, скорость, плотность и время следования транспортных средств. Основное внимание уделяется применению современных технологий для мониторинга транспортных потоков, включая автоматические системы сбора данных, видеонаблюдение и использование мобильных приложений. Анализ данных, получаемых из различных источников, позволяет оптимизировать управление дорожным движением, снизить уровень заторов и повысить безопасность на дорогах. В заключение подчеркивается важность дальнейших исследований в этой области для эффективного планирования транспортных систем и улучшения качества городской инфраструктуры.*

Ключевые слова: *мониторинг транспортных потоков, классификация транспортных средств, расчет основных характеристик транспортного потока.*

Введение. Транспортные потоки являются важным аспектом функционирования городской инфраструктуры, влияя на экономику, экосистему и качество жизни населения. В условиях городских агломераций, где наблюдаются высокие уровни автомобильного движения, необходимо эффективное управление транспортными потоками. Для этого требуется точный сбор и анализ данных о характеристиках потоков, что позволит выделить ключевые проблемы и найти пути их решения. В этой статье подробно рассматриваются основные характеристики транспортного потока, методы их сбора и анализа, а также современные технологии, способствующие улучшению управления движением [1].

Характеристики транспортного потока можно выделить на основе нескольких ключевых параметров. Интенсивность в транспортной системе определяется как количество транспортных средств, проходящих через определенную точку за единицу времени. Обычно она измеряется

в автомобилях в час и является одной из самых важных метрик для анализа загруженности дорог.

Скорость транспортного потока определяет, насколько быстро движутся транспортные средства, в то время как плотность характеризует количество автомобилей на единицу длины дороги. Эти три параметра находятся в прямой зависимости друг от друга и описываются уравнением, известным как основное уравнение транспортного потока, которое позволяет визуализировать отношения между двумя из трех характеристик, а также формировать дополнительные модели для более углубленного анализа.

Сбор данных о транспортных потоках может осуществляться различными способами [2]. Традиционно применялись ручные наблюдения, однако с развитием технологий все большее значение приобретают автоматизированные системы. Видеонаблюдение и системы счетчиков позволяют в реальном времени получать информацию о транспортных потоках и особенностях их поведения. Анализ мобильных данных, предоставляемых GPS-трекерами и мобильными приложениями, также улучшает точность оценок.

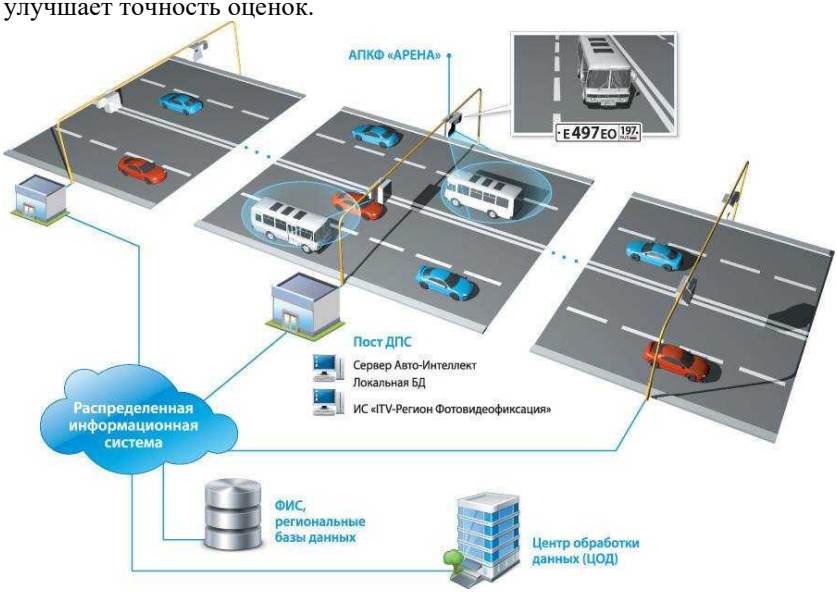


Рис. 1. Элементы системы сбора данных о транспортном потоке

Совмещая данные, полученные с различных источников, возможно добиться более объективной картины транспортного потока. Например,

использование сенсоров, установленных на дорогах, в сочетании с данными GPS от автомобилей, позволяет более точно учитывать изменения в потоке.

Анализ данных о транспортных потоках может осуществляться с использованием различных программных решений и математических моделей. Применение методов статистики и машинного обучения позволяет выявлять закономерности поведения транспортных потоков, прогнозировать интенсивность и скорость движения, а также определять участки с высоким риском заторов. Например, современные алгоритмы могут обрабатывать большие объемы данных, выявляя аномальные ситуации в движении и предлагая альтернативные маршруты.

Заключение. Сбор и анализ характеристик транспортного потока являются ключевыми задачами для современного управления дорожным движением. Применение современных технологий мониторинга и анализа данных позволяет не только улучшить понимание динамики транспортных потоков, но и разработать меры, направленные на увеличение эффективности городской инфраструктуры, снижение уровня заторов и повышение безопасности дорожного движения. На фоне растущего уровня автомобилизации и урбанизации, дальнейшие исследования в этой области становятся особенно актуальными и необходимыми для обеспечения устойчивого развития транспортных систем.

Список источников

1. Мосева М.С. О методах сбора и анализа основных характеристик транспортного потока // T-Comm. 2022. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-metodah-sbora-i-analiza-osnovnyh-harakteristik-transportnogo-potoka (дата обращения: 06.04.2025).

2. Ромашова А.А. Анализ технологий сбора данных о параметрах движения транспортных потоков // Форум молодых ученых. 2021. №5 (57). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-sbora-dannyh-o-parametrah-dvizheniya-transportnyh-potokov (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 338.22

Носиров М.С.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ РФ ДО 2030

Аннотация. *Дорожная отрасль Российской Федерации играет ключевую роль в обеспечении транспортной доступности и экономического роста страны. В данной статье рассматриваются перспективы развития дорожной инфраструктуры в России до 2030 года, акцентируя внимание на современных вызовах, стратегиях и инновационных подходах. Ожидается, что внедрение современных технологий, такие как системы интеллектуального управления транспортом, экологически чистые материалы и развитие инфраструктуры для автономного транспорта, станет основой для устойчивого развития дорожной отрасли. Анализируется влияние государственных программ и международного сотрудничества на развитие дорожного сектора, а также рассматриваются социально-экономические последствия улучшения дорожной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *транспортная стратегия, развитие автомобильных дорог, национальные проекты.*

Введение. Дорожная сеть Российской Федерации – это один из основных факторов, способствующих социально-экономическому развитию страны. В условиях глобальных вызовов, таких как изменение климата, рост экономики и социальные перемены, становится особенно актуальным определение стратегий развития дорожной отрасли на ближайшее десятилетие. Главные цели включают модернизацию существующей инфраструктуры, повышение уровня безопасности дорожного движения и применение новых технологий, способствующих устойчивому развитию [1-2].

В настоящее время российская дорожная отрасль сталкивается с рядом серьезных проблем. Среди них можно выделить необходимость капитального ремонта и обновления большей части дорожной сети, сокращение финансирования со стороны государства, а также рост интенсивности транспортных потоков. Увеличение числа автомобилей и развитие логистических маршрутов ведет к росту нагрузки на существую-

щую инфраструктуру, что в свою очередь требует дополнительных инвестиций и инновационных подходов [3].

Одним из ключевых направлений развития дорожной отрасли является внедрение современных технологий. Системы интеллектуального управления транспортом (СИТ) могут значительно повысить эффективность использования дорожной инфраструктуры. Применение таких технологий, как автоматизированные системы управления движением, адаптивные светофоры и умные дорожные знаки, позволяет оптимизировать движение и сократить время в пути для водителей.

Рис. 1. Перспективы развития транспортной инфраструктуры России

Кроме того, разработка и использование экологически чистых материалов, таких как переработанный асфальт и биобетон, помогают снизить негативное воздействие на окружающую среду. Инвестиции в разработку автономного транспорта также открывают новые горизонты для дорожной сети, требуя создания инфраструктуры, соответствующей новым требованиям.

Стратегия развития дорожной инфраструктуры до 2030 года отвечает современным вызовам и включает в себя различные аспекты, от обновления действующих дорог до строительства новых. Основные государственные программы, такие как "Безопасные и качественные автомобильные дороги", создают основу для сетевого взаимодействия между различными уровнями власти и бизнеса.

Международное сотрудничество также играет важную роль в разви-

тии дорожной отрасли. Привлечение иностранного опыта и технологий может ускорить процесс модернизации и повышения качества дорожной инфраструктуры.

Совершенствование дорожной сети не только обеспечивает улучшение транспортной доступности, но и создает рабочие места, способствует развитию смежных отраслей, таких как туризм и логистика. Повышение качества дорожной инфраструктуры непосредственно влияет на уровень безопасности дорожного движения, что позволит сократить количество дорожно-транспортных происшествий и повысить общее качество жизни населения.

Заключение. Развитие дорожной отрасли Российской Федерации до 2030 года требует комплексного подхода, включающего внедрение инновационных технологий, улучшение финансового обеспечения, а также создание механизмов государственного и частного партнерства. Реализация стратегий, направленных на модернизацию дорожной инфраструктуры, позволит не только решить текущие проблемы, но и обеспечит устойчивое развитие на многие годы вперед. Учитывая все эти аспекты, можно уверенно утверждать, что дорожно-транспортная сеть России может стать основой для успешного экономического роста и социального прогресса.

Список источников

1. Белозеров О.В. Перспективы развития автомобильно-дорожной сети Российской Федерации до 2030 г // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2012. №2 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-avtomobilno-dorozhnoy-seti-rossiyskoy-federatsii-do-2030-g (дата обращения: 05.04.2025).

2. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги»: https://bkdrf.ru/ (дата обращения: 09.04.2024). 2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года: https://rosavtodor.gov.ru/docs/ (дата обращения: 05.04.2025).

3. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года: https://rosavtodor.gov.ru/docs/ (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 622.271

Петров Д.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ПРИТРАССОВЫХ КАРЬЕРОВ

Аннотация. *Представлена методика установления зон действия притрассовых карьеров, которые играют ключевую роль в обеспечении строительных предприятий необходимыми минеральными ресурсами. Проблема рационального использования природных ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду в условиях активной застройки требует тщательного и комплексного анализа территорий, потенциально подходящих для карьеров. Методика, разработанная в рамках исследования, основывается на геоинформационном моделировании, анализе геологических и экологических характеристик, а также оценке социальных и экономических факторов. В результате применения данной методики возможно не только идентифицировать наиболее перспективные зоны для разработки карьеров, но и минимизировать негативные последствия для экосистем и социального пространства.*

Ключевые слова: *притрассовые карьеры, зоны действия карьеров, геоинформационные системы, дорожное строительство.*

Введение. С каждым годом возрастает потребность в минеральных ресурсах для строительства, что создает дополнительные нагрузки на природные запасы и экосистемы. Притрассовые карьеры, как один из источников таких ресурсов, требуют особого внимания в процессе планирования и организации их эксплуатации. Для обеспечения эффективного использования земельных ресурсов и соблюдения экологических норм необходимо разрабатывать и внедрять научно обоснованные методики, которые позволят правильно выбирать участки для разработки на основании оценки их природных, социальных и экономических характеристик [1].

Разработанная методика включает несколько ключевых этапов. В первую очередь осуществляется сбор и анализ данных об имеющихся минеральных ресурсах и геологических условиях территории. Исполь-

зуются современные геоинформационные системы (ГИС) для картографирования участков с учётом их характеристик, таких как наличие полезных ископаемых, глубина залегания, доступность для транспортировки и влияние на экологическую обстановку [2].

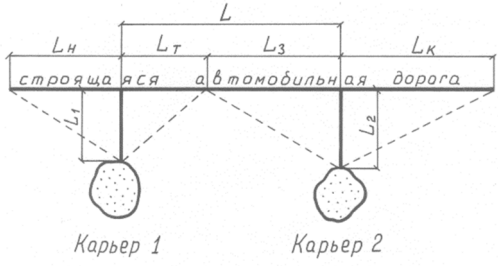


Рис.1. Классическая схема для определения зон действия карьеров

Следующий этап включает оценку социальных последствий, связанных с возможным открытием карьеров, таких как влияние на населенные пункты, движущиеся объекты, а также возможные изменения в экосистемах регионов. Важно учитывать мнение местных сообществ и проектировать доступ к ресурсам таким образом, чтобы минимизировать конфликты интересов.

Финальной стадией является моделирование сценариев эксплуатации выбранных участков, что позволяет оценить потенциальные последствия и разработать рекомендации по минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Применение предложенной методики на примере конкретного региона показало, что разумный подход к установлению зон действия притрассовых карьеров способствует значительному снижению негативного воздействия на природу и позволяет эффективно использовать минеральные ресурсы. Результаты анализа продемонстрировали возможность выделения нескольких перспективных зон, которые могут быть использованы для добычи с минимальными экологическими последствиями.

Заключение. Методика установления зон действия притрассовых карьеров, основанная на интеграции экологических, геологических и социальных факторов, предоставляет новое решение для балансирования интересов экономики и охраны окружающей среды. Данная разработка может быть полезна как для проектировщиков и разработчиков строительных проектов, так и для органов власти, осуществляющих контроль за использованием природных ресурсов. В дальнейшем планируется расширить исследования, включив в них дополнительные эко-

номические параметры и методы оценки устойчивого развития.

Список источников

1. Шпанский О.В., Арзуманян К.С., Ишкулова И.А. Совершенствование методов проектирования границ и формирования рабочей зоны карьеров // ГИАБ. 2006. №3.

2. Гордиенко Л.В., Павлова А.И. Исследование функциональных возможностей геоинформационных систем для мониторинга и анализа городской дорожной сети // Инновационная наука. 2016. №10-2.

УДК 625.111

Петров Д.П.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. *Фотограмметрическая технология создания цифровых моделей транспортных сооружений представляет собой эффективный и высокоточный метод, позволяющий проводить высококачественные измерения и формирование пространственных моделей. В данной статье рассматриваются основные методы фотограмметрии, их применение в области транспортной инженерии и преимущества использования цифровых моделей для анализа, проектирования и мониторинга транспортной инфраструктуры. Для иллюстрации возможностей фотограмметрических методов представлены результаты исследований, проведенных на примере нескольких транспортных сооружений, включая мосты и автомобильные развязки. Обсуждаются современные программные средства и водно-визуальные технологии, которые позволяют интегрировать фотограмметрические данные в системы управления инфраструктурой. Исследование подтверждает, что фотограмметрические методы являются экономически эффективными, обеспечивают высокую точность и могут значительно сократить время, затрачиваемое на создание и обработку данных, что делает их незаменимыми в сфере транспортного строительства и эксплуатации.*

Ключевые слова: *фотограмметрия, цифровые модели, транспортные сооружения, трехмерное моделирование, мониторинг инфраструктуры, проектирование дорог.*

Введение. Транспортные сооружения, как важнейшая часть инфраструктуры, требуют постоянного мониторинга и тщательного анализа при проектировании и эксплуатации. В современных условиях традиционные методы обследования, такие как наземные измерения, становятся недостаточно эффективными по сравнению с новыми технологиями. Фотограмметрия, как способ создания цифровых моделей, основывается на извлечении трехмерной информации из двухмерных изображений, что позволяет значительно ускорить процесс получения данных и повысить его точность [1-2].

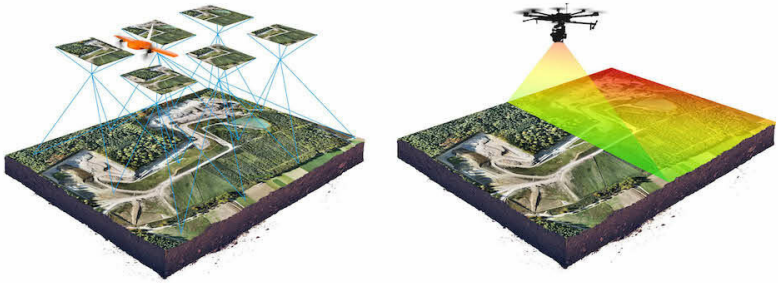


Рис. 1. Схема проведения съемочных работ

Фотограмметрический процесс включает несколько этапов. На первом этапе проводится съемка объекта с использованием разных ракурсов и условий освещения. Для достижения наилучших результатов важно использовать профессиональные фотокамеры, а также дроны, которые позволяют получать изображения с различных высот и углов. Затем полученные изображения обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения, которое осуществляет стереозаштрихование, выравнивание, а также создание моделей и текстур. Один из ключевых аспектов фотограмметрии — это контроль качества, который осуществляется посредством анализа точности полученных моделей и сравнения их с традиционно измеренными данными.

Фотограмметрические методы были успешно применены для созда-

ния цифровых моделей различных типов транспортных сооружений. Например, при обследовании мостов была использована совокупность фотографий, которые позволили создать трехмерную модель, демонстрирующую геометрические параметры и состояние сооружения. В случае автомобильных развязок фотограмметрия способствовала глубокой аналитике, включая учет транспортных потоков и планирование оптимизации перевозок.

Одним из главных преимуществ фотограмметрии является высокая скорость получения и обработки данных. Более того, этот метод обеспечивает возможность получения детализированных и точных моделей в условиях со сложным рельефом, где традиционные методы могут оказаться неэффективными. Однако стоит отметить и некоторые недостатки, такие как зависимость от погодных условий и необходимость в высококачественном оборудовании.

Заключение. Фотограмметрический способ создания цифровых моделей транспортных сооружений демонстрирует значительный потенциал в области современного проектирования, мониторинга и управления транспортной инфраструктурой. В связи с нарастающей сложностью транспортных систем и потребностью в оперативности и точности данных этот метод является современным инструментом, обеспечивающим эффективное решение задач, связанных с эксплуатацией и планированием транспортных сооружений. Будущие исследования могут быть направлены на оптимизацию методов обработки данных и интеграцию фотограмметрии с другими технологиями, такими как GIS и автоматизированные системы управления.

Список источников

1. Шестопалова О.Л., Шестопалов Р.П. Об интеграции BIM-технологии информационного моделирования зданий с методами фотограмметрии при построении цифровых моделей объектов в архитектурно-строительной отрасли // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. №8.

2. Меньшиков А.М., Скоморохова Н.А. Фотограмметрический метод измерения колейности усовершенствованных дорожных покрытий // Наука, техника и образование. 2016. №7 (25).

УДК 658.14

Романова К.Ю.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

Аннотация. *Рассматриваются перспективы развития автодорожного хозяйства Российской Федерации в условиях современных экономических и социально-политических изменений. Учитывая значимость автомобильного транспорта для национальной экономики, аналитически исследуются факторы, влияющие на развитие автопарка и дорожной инфраструктуры, а также возможности для внедрения инновационных технологий. Статья акцентирует внимание на текущих проблемах, таких как износ дорожной сети, нехватка финансирования, необходимость улучшения безопасности движения и экологических аспектов. В заключение представлены рекомендации по стратегии развития автодорожного хозяйства, включая предложения по модернизации инфраструктуры, внедрению цифровых технологий и экологически чистых решений.*

Ключевые слова: *дорожная отрасль, государственно-частное партнерство, перспективы дорожного хозяйства.*

Введение. Автодорожное хозяйство занимает ключевую роль в транспортной системе Российской Федерации, обеспечивая соединение различных регионов и содействуя экономическому развитию страны. В последние десятилетия автомобильный транспорт стал основной формой перемещения грузов и пассажиров, что выдвигает на первый план необходимость развития и модернизации автодорожной инфраструктуры [1].

В современных условиях автодорожное хозяйство России сталкивается с рядом вызовов. В первую очередь, это связано с износом существующей дорожной инфраструктуры, где более 50% дорог находятся в неудовлетворительном состоянии. Также стоит учитывать рост автомобилизации, который требует адекватного реагирования со стороны государственных органов и компромиссных решений, направленных на развитие дорожной сети.

На 2023 год в России функционирует более 1,5 миллиона километров автодорог, из которых лишь около 50% имеют бетонное или асфальтовое покрытие. Большое внимание необходимо уделить не только строительству новых трасс, но и реконструкции уже существующих. Программа по ремонту и модернизации дорог на ближайшие годы должна учитывать не только количественные, но и качественные показатели, а также региональные особенности и нагрузку на дорожную сеть.

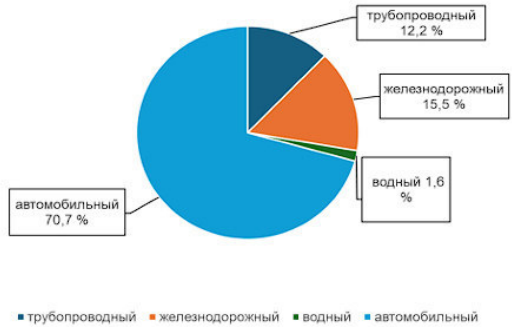


Рис.1. Структура объема грузовых перевозок по видам транспорта

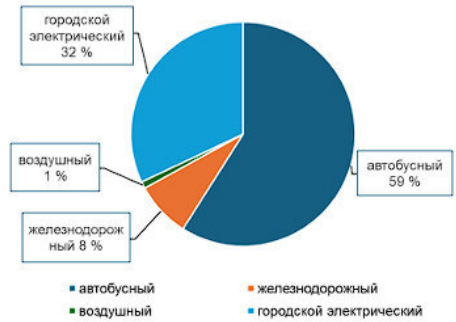


Рис.2. Структура пассажирских перевозок по видам транспорта

Дополнительно, важно рассмотреть развитие дорожно-транспортной инфраструктуры в контексте интеграции с другими видами транспорта, такими как железнодорожный и авиационный. Создание мультимодальных транспортных узлов позволит оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность транспортной системы в целом [2].

В последние годы на уровне правительства Российской Федерации

активно разрабатываются различные стратегические инициативы по развитию автодорожного хозяйства. Программа "Безопасные и качественные автомобильные дороги" уже продемонстрировала свою эффективность, однако для достижения значительных результатов необходимо также внедрение инновационных технологий. Следует рассмотреть использование смарт-технологий для управления движением, внедрение систем автоматизированного контроля и мониторинга состояния дорог.

Не менее важно обеспечить экологическую устойчивость автодорожного транспортного хозяйства. Переход на электромобили и развитие инфраструктуры для них, а также внедрение экологически чистых технологий при строительстве и ремонте дорог — все это способствует уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

Заключение. Развитие автодорожного хозяйства Российской Федерации представляет собой многогранную задачу, требующую комплексного подхода и взаимодействия различных участников. Успешное решение обозначенных проблем зависит от четкой стратегии, построенной на научных и инновационных исследованиях, а также готовности общества и бизнеса к переменам. Основными направлениями могут стать комплексная модернизация существующей инфраструктуры, активное применение новых технологий и экологически чистых решений, что в конечном итоге приведет к повышению качества жизни граждан и устойчивому развитию всей страны.

Список источников

1. Черкашина М.В. Автодорожное хозяйство России: перспективы развития и рыночная конъюнктура // Baikal Research Journal. 2015. №1.

2. Саралидзе А.М., Доничев О.А. Формирование автодорожной инфраструктуры как инструмента межрегиональной экономической интеграции // Финансы: теория и практика. 2014. №1.

УДК 625.7

Романова К.Ю.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА ФОРМИРОВАНИЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ДОРОЖНЫХ ФОНДОВ

Аннотация. *Статья посвящена обсуждению системы контроля за формированием и использованием средств дорожных фондов в России. В условиях модернизации дорожной инфраструктуры, увеличения объема финансирования и роста потребностей в транспорте одновременно возрастает значимость эффективного управления бюджетными средствами. Основное внимание в статье уделяется текущему состоянию системы контроля, выявленным проблемам и перспективам ее совершенствования. Анализируется роль государственных и частных структур в процессе контроля, рассматриваются современные технологии и механизмы, способствующие повышению прозрачности расходования дорожных фондов. В заключении предлагаются рекомендации по совершенствованию системы контроля, направленные на улучшение инфраструктуры и повышение уровня безопасности на дорогах.*

Ключевые слова: *дорожные фонды, национальные проекты, Министерство транспорта Российской Федерации.*

Введение. Управление дорожным хозяйством – это ключевой элемент экономической и социальной инфраструктуры страны. В Российской Федерации создание системы контроля за формированием и использованием средств дорожных фондов имеет первостепенное значение для обеспечения эффективного расходования бюджетных ресурсов, повышения качества дорожного покрытия и увеличения уровня безопасности дорожного движения. Важность этой системы становится особенно актуальной в условиях растущих требований к дорожной инфраструктуре и необходимости модернизации транспортной сети [1].

На сегодняшний день в Российской Федерации действует ряд институтов, ответственных за контроль за формированием и использованием средств дорожных фондов. К ним можно отнести федеральные и региональные органы власти, а также органы контроля и аудита. Тем не менее, несмотря на наличие законодательной базы, в практической реали-

зации контроля выявляются серьезные проблемы. Главными из них являются недостаточная прозрачность в распределении бюджетных средств, неоптимальные механизмы мониторинга и слабая взаимосвязь между различными уровнями власти [2].

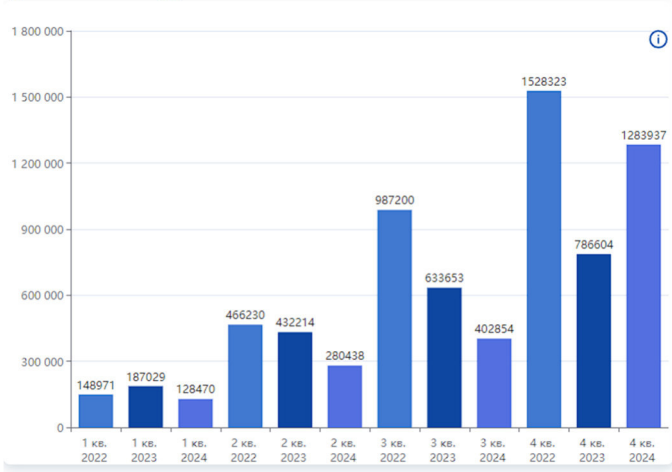


Рис. 1. Федеральный дорожный фонд по кварталам, млн. ₽

Одной из главных проблем является отсутствие единой информационной системы, позволяющей в реальном времени отслеживать использование денежных средств. Как следствие, чиновники могут применить неэффективные или даже коррупционные схемы, которые препятствуют рациональному расходованию средств. Также наблюдается недостаток профессиональной подготовки специалистов, ответственных за контроль, что обостряет проблемы с качеством проверок.

В качестве пути улучшения системы контроля важно внедрение современных технологий, таких как автоматизированные системы мониторинга и анализа данных. Применение блокчейн-технологий может обеспечить высокую степень прозрачности и безопасности при учете и распределении средств дорожно-транспортного фонда. Также необходима гармонизация законодательства, касающегося контрольных процедур, что сделает систему более эффективной и способствующей устранению коррупционных рисков. Важно также развивать инициативы по повышению уровня вовлеченности граждан в процесс контроля за расходованием средств дорожных фондов, что приведет к повышению общей ответственности и активности общества.

Заключение. Система контроля за формированием и использовани-

ем средств дорожных фондов в России нуждается в комплексной реорганизации с акцентом на инновационные подходы и прозрачность. Эффективное управление бюджетными ресурсами зависит от взаимодействия всех участников дорожного хозяйства, включая государственные органы, частный сектор и гражданское общество. Безусловно, успешная реализация предложенных мер позволит повысить качество дорожной инфраструктуры и безопасность на дорогах, что будет способствовать росту экономики и улучшению качества жизни граждан.

Список источников

1. Фомина М.М. Использование средств дорожных фондов субъектов российской федерации в целях достижения целевых показателей национальных проектов // Digital. 2021. №3.
2. Протасеня С.И. Теория и практика оценки эффективности использования средств дорожных фондов Российской Федерации // Финансы и кредит. 2017. №48 (768).

УДК 625.7./8.

Ротарь А.Ю.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ПРОПИТКИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ЩЕБНЯ БИТУМОМ

Аннотация: *В статье рассмотрены способы пропитки известнякового щебня битумом. Приведены преимущества и недостатки каждого из способов. Произведено экспериментальное сравнение горячей пропитки и вакуумной пропитки.*

Ключевые слова: *известняковый щебень, пропитка, битум.*

Пропитка известнякового щебня битумом является важной технологической операцией в дорожном строительстве. Битум, благодаря своим уникальным свойствам, позволяет значительно улучшить характеристики щебня, такие как водоотталкивающие свойства, прочность и долго-

вечность. Основные способы пропитки известнякового щебня битумом [1.2]:

1. Горячая пропитка. Горячая пропитка является одним из самых распространенных методов обработки щебня. В этом процессе битум нагревается до температуры около 150-180 °С и затем равномерно распределяется по поверхности щебня. Преимущества: высокая проникаемость битума в поры камня, улучшение водоотталкивающих свойств, повышение прочности и устойчивости к механическим воздействиям. Недостатки: необходимость в специализированном оборудовании для нагрева битума, риск перегрева и деградации битума.

2. Холодная пропитка. Холодная пропитка осуществляется при комнатной температуре с использованием битума или его эмульсий, разбавленных растворителями для снижения вязкости. Этот метод проще в применении и не требует сложного оборудования. Преимущества: простота процесса и доступность, отсутствие необходимости в высоких температурах. Недостатки: меньшая эффективность по сравнению с горячей пропиткой, ограниченная проникаемость битума.

3. Импрегнация под давлением. Этот метод включает подачу битума под высоким давлением в поры щебня. Это позволяет добиться глубокой пропитки и улучшить характеристики материала. Преимущества: высокая степень пропитки, улучшенные механические свойства щебня. Недостатки: сложность процесса, необходимость в специализированном оборудовании.

4. Вакуумная пропитка. Вакуумная пропитка предполагает помещение щебня в вакуумную камеру, где создается пониженное давление. Это позволяет битуму глубже проникнуть в поры материала. Преимущества: глубокая пропитка и равномерное распределение битума, увеличение прочности обработанного материала. Недостатки: необходимость в специализированном оборудовании, более высокая стоимость процесса.

Автором статьи было проведено экспериментальное сравнение горячей пропитки с вакуумной пропиткой. Для испытания были отобраны 6 образцов известкового щебня средним размером 70 мм, битум БНД 90/130. Предварительно все образцы были высушены и прогреты в сушильном шкафу до температуры 150°С. Битум также был разогрет до 150°С. Образцы были разделены в две емкости по три штуки в каждую, залиты битумом при нормальном давлении. Затем одну емкость оставили остывать при комнатной температуре, вторую на 30 минут поместили в вакуумную камеру, создали отрицательное давление. После достали емкость и оставили при комнатной температуре на 24 часа. По исте-

чении 24 часов емкости с образцами были снова прогреты для размягчения битума и извлечения образов. После образцы снова были оставлены на 24 часа для полного остывания. Далее образцы были разрезаны вдоль для замера глубины проникания битума.

Рис.1 Образцы после горячей пропитки (слева) и вакуумной пропитки (справа)

В результате было выявлено, что при горячем методе битум проник в образцы на 0-5 мм, при вакуумном методе на 3-10 мм, что в среднем на 50% глубже, чем при горячей пропитке.

Рис.2 Сравнение образцов после горячей пропитки (слева) и вакуумной пропитки (справа)

Более глубокая проникаемость битума в щебень оказывает значительное влияние на характеристики асфальтобетонных смесей и, как следствие, на эксплуатационные качества дорожного покрытия.

Чем глубже битум проникает в поры и трещины щебня, тем лучше оно связывается с частицами агрегата. Это ведет к увеличению прочности сцепления, что важно для предотвращения появления трещин и других повреждений. Хорошее сцепление предотвращает ослабление связи между материалами, что может быть особенно критично в условиях высоких нагрузок и температурных колебаний.

Кроме того, более глубокая проникаемость битума улучшает водоотталкивающие свойства асфальтобетона. Когда битум заполняет поры щебня, это помогает минимизировать накопление влаги в структуре покрытия. Устойчивость к воздействию воды, в свою очередь, снижает вероятность появления колей и приводит к увеличению срока службы покрытия, так как меньше вероятность образования трещин, обусловленных замораживанием и оттаиванием воды.

Список источников

1. Патент РФ 2200717. Способ приготовления черного щебня. Авторы патента: Салихов М.Г., Баширов Д.М., Гатиятуллин М.Х., Баронова Л.Г., Пушкин Е.А. Патентообладатели: Марийский Государственный Технологический Универтитет.

2. Баронова Л.Г. Разработка технологии строительства одежд лесовозных дорог с использованием черного объемно-силикатизированного щебня [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.21.01 / Баронова Любовь Геннадиевна; Марийский Государственный Технологический Университет – Йошкар-Ола, 2003. – 20 с.

УДК 624.21.001.25

Рябчиков Д.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ МОСТОСТРОЕНИЯ: ПРОГРЕССИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Аннотация. *Современные требования к мостовым конструкциям подразумевают использование инновационных технологий, которые обеспечивают высочайшую прочность, долговечность и устойчивость к внешним воздействиям. В данной статье рассматриваются новейшие достижения в области мостостроения, включая использование прогрессивных материалов, таких как высокопрочные стали, композиты на основе углерода и специально разработанные бетоны. Кроме того, обсуждаются конструктивные решения, которые направлены на оптимизацию проектирования мостов, включая применение 3D-печати и модульного строительства. Уделяется внимание также вопросам экономической обоснованности новых технологий и их влиянию на устойчивое развитие инженерной инфраструктуры. Ожидается, что внедрение данных инноваций позволит значительно улучшить характеристики мостовых сооружений и обеспечить их эксплуатацию в условиях повышенных нагрузок и сложных климатических условий.*

Ключевые слова: *мостовые сооружения, транспортная загруженность, несущая способность.*

Введение. Мосты являются неотъемлемой частью транспортной инфраструктуры, их проектирование и строительство требуют применения современных технологий и материалов. В последнее время наблюдается значительный интерес к инновациям в области мостостроения, направленным на обеспечение безопасности, устойчивости и на снижение затрат на строительство и эксплуатацию. Например, использование композитных материалов открывает новые перспективы с точки зрения снижения веса и повышения коррозионной устойчивости. Этот обзор посвящен исследованиям и разработкам в области прогрессивных материалов и конструктивных решений, которые могут изменить подход к проектированию мостовых сооружений [1].

В современном мостостроении всё чаще используется несколько ти-

пов инновационных материалов. Высокопрочные конструкции, такие как стали с ультравысокой прочностью, обеспечивают значительную прочность при меньшем размере и весе. Композитные материалы на основе углерода, обладая выдающимися свойствами прочности и лёгкости, уменьшают общую массу конструкции, что способствует снижению нагрузки на опоры и фундаменты. Эти материалы также демонстрируют высокую коррозионную стойкость, что значительно увеличивает срок службы мостовых сооружений.

Специально разработанные бетоны, такие как высокопрочные и водоотталкивающие, позволяют улучшить характеристики бетонных конструкций, справляться с воздействиями внешней среды и обеспечивать долгий эксплуатационный срок. Они способны сохранять свои свойства даже при агрессивных климатических условиях, что становится критически важным в современных условиях глобального потепления.

Современные технологии проектирования способствуют созданию более эффективных и экономически обоснованных мостовых конструкций. Одним из таких решений является применение 3D-печати, которая позволяет создавать детали и элементы мостов с высокой точностью и минимальными отходами. Это не только сокращает время на строительство, но и снижает затраты. Кроме того, модульное строительство позволяет изготавливать модули заранее на заводе, что снижает риск задержек на месте строительства.

Важным аспектом является также использование компьютерного моделирования и анализа, который позволяет на стадии проектирования оптимизировать геометрию и материалы конструкции, обеспечивая необходимую прочность и устойчивость при минимальных расходах. Всё это в совокупности содействует созданию мостов, соответствующих современным требованиям к надежности и безопасности.

Инновации в мостостроении не только улучшают эксплуатационные характеристики, но и в значительной степени способствуют экономической эффективности проектов. Несмотря на высокие первоначальные инвестиции в новые технологии и материалы, в долгосрочной перспективе наблюдается значительная экономия за счёт уменьшения затрат на обслуживание и ремонт. Возможность создания более лёгких и прочных конструкций снижает расходные статьи на материалы и трудозатраты. Кроме того, использование устойчивых и экологически чистых материалов соответствует современным требованиям к охране окружающей среды и поддержанию устойчивого развития городской инфраструктуры.

Заключение. Инновации в области мостостроения, включая исполь-

зование передовых материалов и конструктивных решений, открывают новые горизонты для создания надежных и устойчивых мостовых конструкций. По мере развития технологий и методов проектирования, улучшение характеристик мостов становится не только возможным, но и необходимым для удовлетворения растущих потребностей транспортной инфраструктуры. Применение новых материалов и технологий не только позволяет значительно увеличить срок службы мостов, но и способствует их эксплуатации в сложных климатических и эксплуатационных условиях, тем самым обеспечивая безопасность и устойчивое развитие в мировой инженерии.

Список источников

1. Нагимов М. Ф. Инновации в области мостостроения: прогрессивные материалы и конструктивные решения // Экономика строительства. 2023. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-oblasti-mostostroeniya-progressivnye-materialy-i-konstruktivnye-resheniya (дата обращения: 05.04.2025).

2. Маяцкая И.А., Федченко А.Е., Беляева Д.А., Шевцов А.Д. Применение новых материалов при усилении строительных конструкций подземных сооружений и мостовых переходов // Молодой исследователь Дона. 2018. №5 (14). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-novyh-materialov-pri-usilenii-stroitelnyh-konstruktsiy-podzemnyh-sooruzheniy-i-mostovyh-perehodov (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 528.35

Солоницын С.А.
Научный руководитель: Нехорошков П.А. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ЗДАНИЯ ООО «ПРОСТАЯ ТАРЕЛКА» НА ПРЕДМЕТ НЕРАВНОМЕРНОЙ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА

Аннотация. *В данном исследовании проводится анализ здания ООО «Простая тарелка» на предмет неравномерной осадки фундамента. В ходе работы были выполнены измерения осадки в трех циклах, включая определение погрешностей измерений.*

Ключевые слова: *марки, репера, циклы, анализ, осадки.*

Неравномерная осадка фундамента является серьезной проблемой, способной привести к значительным повреждениям строительных конструкций и даже к их разрушению. В данной работе будет проведено исследование здания ООО «Простая тарелка», чтобы выявить возможные причины и последствия неравномерной осадки фундамента. Особое внимание уделим анализу текущих показателей деформации конструкции, оценке влияния внешних факторов, таких как погодные условия и свойства грунтового основания, а также предложим рекомендации по устранению выявленных проблем и предотвращению дальнейших повреждений. Измерения осадок в третьем цикле проводились с двух станций, заложенных в первом цикле наблюдений. В качестве опорной точки использовался репер Rp1, заложенный в кирпичной опоре ворот.

Результаты нивелирования представлены таблице 1 и на рисунке 1.

Анализ полученных значений показывает неравномерную осадку деформационных марок в третьем цикле в пределах 1,8 мм., максимальную осадку имеет марка М8 = – 1,8 мм, в среднем по всем маркам осадка составляет – 1,26 мм. Максимальную осадку имеют марки, расположенные со стороны ул. Волкова (М6 = – 1,6 мм, М7 = – 1.7 мм, М8 = – 1,8 мм), далее смещения затухают.

Во втором цикле наблюдений (январь) вся линия деформационных марок имела смещение в верх в среднем на + 0,27 мм относительно начального цикла, в третьем цикле наблюдений (февраль) вся линия деформационных марок опустилась вниз на – 1,26 мм относительно первого цикла, а относительно второго цикла осадка в среднем составила – 1,53 мм.

Превышения между деформационными марками определялись при трех горизонтах прибора. Была выполнена статистическая обработка результатов измерений с целью определения погрешностей измерений. Среднее значение отклонений между горизонтами составило 0,37 мм, стандартное отклонение 0,31 мм, табл.2, рис. 2. Таким образом требования точности измерений соблюдены.

Таблица 1

Изменение отметок деформационных марок между циклами 1 – 2 и 1 – 3

Номера станций	№ марок	Превышение, мм	Превышение, мм
		1 - 2 циклы	1 - 3 циклы
Станция 2	**Rp1**	0,000	0,000
	9	0,067	-1,267
	8	-0,100	-1,800
	7	0,133	-1,633
Станция 1	8	-0,100	-1,800
	7	0,000	-1,733
	6	0,233	-1,567
	5	0,333	-1,133
	4	0,400	-1,100
	3	0,433	-1,000
	2	0,333	-1,133
	1	0,567	-0,567

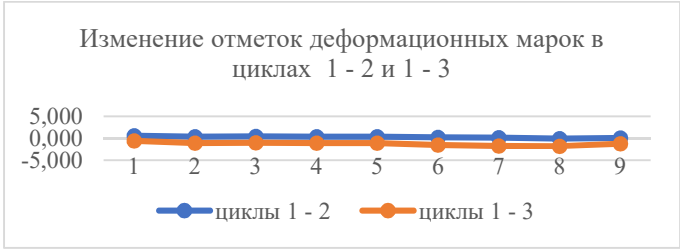


Рис. 1. График изменения отметок деформационных марок между циклами 1 - 2 и 1 - 3

Таблица 2

Анализ средних значений изменения отметок деформационных марок в циклах 1 – 2 и 1 – 3

Наименование показателя	Циклы 1 – 2	Циклы 1 – 3
Среднее значение, мм	**0,27**	**-1,26**
Среднее квадратическое отклонение, мм	**0,21**	**0,39**
Максимальное значение, мм	**0,57**	**-0,57**
Минимальное значение, мм	**-0,10**	**-1,80**
Разброс, мм	**0,67**	**1,23**

Выводы и рекомендации

Таким образом, анализ полученных значений трех циклов наблюдений показывает неравномерное смещение деформационных марок. Во втором цикле наблюдений (январь) вся линия деформационных марок имела смещение в верх в среднем на + 0,27 мм относительно начального цикла, в третьем цикле наблюдений (февраль) вся линия деформационных марок опустилась вниз на – 1,26 мм относительно первого цикла, а относительно второго цикла осадка в среднем составила – 1,53 мм.

Есть вероятность, что смещение линии деформационных марок происходит волнами в зависимости от сезона, что связано с изменениями погоды и состояния грунта.

Список источников

1. ГОСТ 24846-2019 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений, М., Стандартинформ, 2020 г.
2. СП 22.13330.2016 Свод правил. Основания зданий и сооружений.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений.
4. СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве.

УДК 528.35

Солоницын С.А.
Научный руководитель: Нехорошков П.А. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ № 9 ФГБОУ ВО «МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» НА ПРЕДМЕТ НЕРАВНОМЕРНОЙ ОСАДКИ В КОЛИЧЕСТВЕ 6 ЦИКЛОВ

Аннотация. *Исследуется здание общежития № 9 ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» на предмет неравномерной осадки в количестве 6 циклов.*

Ключевые слова: *марки, репера, циклы, погрешность, наблюдения.*

Здание общежития № 9 ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет» является важным объектом инфраструктуры учебного заведения, обеспечивающим комфортное проживание студентов. Настоящее исследование направлено на выявление возможных признаков неравномерной осадки фундамента данного здания путем проведения регулярных наблюдений в течение шести циклов. Этот подход позволит детально проанализировать динамику осадочных процессов, выявить потенциальные риски и разработать соответствующие меры по их минимизации.

Измерения осадок в первом (шестом) цикле проводились с 6 станций, заложенных еще в первом цикле наблюдений (апрель 2024 г.). В качестве опорных точек использовались два репера Rp1 и Rp2, заложенные в здании столовой.

Результаты нивелирования представлены на рисунке 1.

Анализ полученных значений показывает неравномерное смещение деформационных марок как в шестом цикле, так и в предыдущих циклах, причем величина неравномерного смещения составляет 0 до 2,05 мм., см.рис.1. Разброс в смещении марок внутри цикла сохраняет свою тенденцию и в предыдущих циклах, что четко видно на рис.1.

Кроме того, имеет место общий тренд смещения всей линии деформационных марок, прослеживающийся между циклами наблюдений, таблица 3, рис.3. Начиная с 1 цикла (апрель 2024 г.) и до 3 цикла (сентябрь 2024 г.) наблюдается ступенчатый подъем всей линии деформа-

ционных марок в среднем на +0,9 мм и +0,7 мм соответственно, что в общей сложности составило 1,6 мм. Четвертый и пятый циклы наблюдений показали спад линии деформационных марок на – 0,47 мм в четвертом цикле и на -0,21 мм в пятом цикле соответственно. Общая величина осадки, которая начала прослеживаться с четвертого цикла составила за циклы 4 – 5 – 0,68 мм. В шестом цикле наблюдений наблюдается незначительный подъем всей линии деформационных марок, средняя величина составила +0,12 мм.

Анализ точности, рассчитанный по максимальному разбросу данных полученных в трех горизонтах, при проведении измерений показал следующее (рис.2). Средние значения максимального разброса в проведенных шести циклах наблюдений составляет 0,2 – 0,3 мм, при максимуме в 0,36 мм, что находится в пределах точности измерений 0,5 мм и не оказывает существенного влияния на искажение результатов.

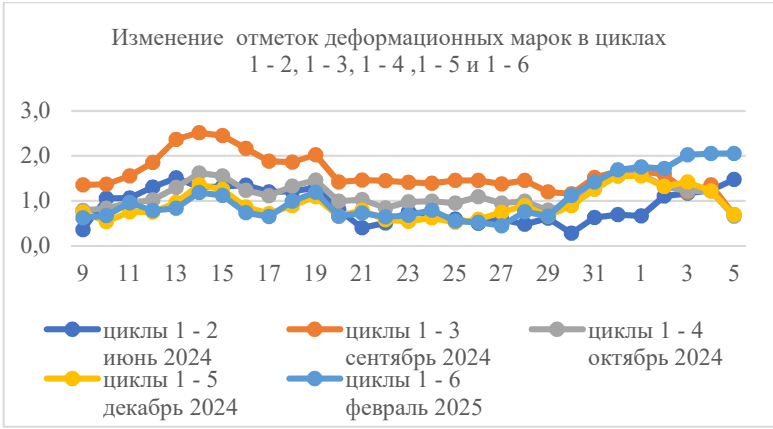


Рис. 1. Графики изменения отметок деформационных марок между циклами 1 – 2, 1 – 3, 1 – 4, 1 – 5 и 1 – 6

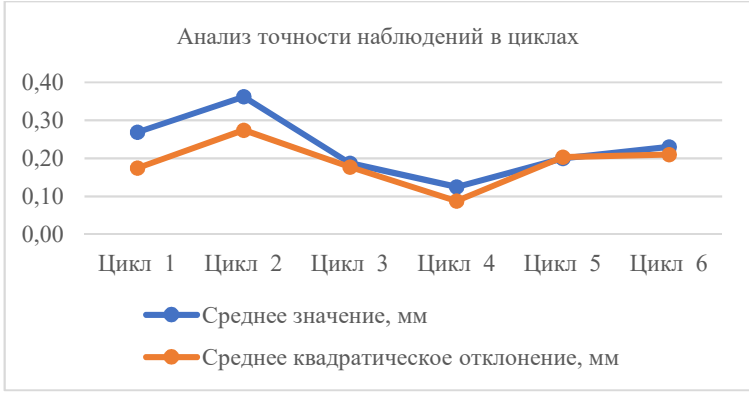


Рис. 2. Графики изменения точности наблюдений в циклах 1, 2, 3, 4, 5 и 6

Средняя квадратическая погрешность измерений составляет 0,1 – 0,2 мм, при максимуме в 0,27 мм, что также находится в пределах точности измерений.

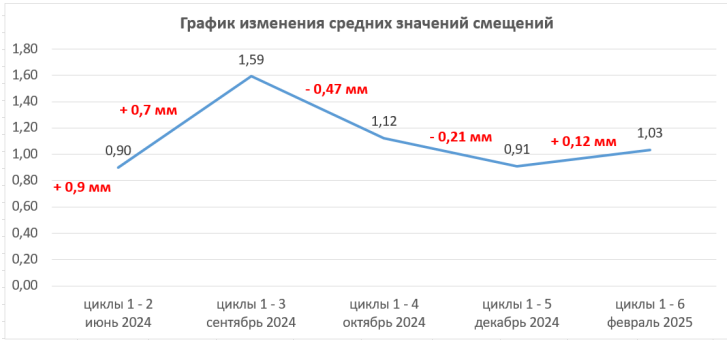


Рис. 3. График изменения средних значений смещений в циклах

За время шести циклов наблюдений четко прослеживаются тенденции пошагового смещения всей линии деформационных марок в пределах 0,5 – 1 мм за цикл имеющее волнообразный характер, а также неравномерное смещение марок, заложенных в различных частях здания в пределах 1 – 1,5 мм. Начиная с 1 цикла (апрель 2024 г.) и до 3 цикла (сентябрь 2024 г.) наблюдается ступенчатый подъем всей линии деформационных марок в среднем на +0,9 мм и +0,7 мм соответственно, что в общей сложности составило 1,6 мм. Четвертый и пятый циклы наблюдений показали спад линии деформационных марок на – 0,47 мм в чет-

вертом цикле и на – 0,21 мм в пятом цикле соответственно. Общая величина осадки, которая начала прослеживаться с четвертого цикла составила за циклы 4 – 5 – 0,68 мм. В шестом цикле наблюдений наблюдается незначительный подъем всей линии деформационных марок, средняя величина составила +0,12 мм.

Данные неравномерные смещения отельных частей здания и могли привести к появлению трещин на внутренних поверхностях стен, раскрытие которых находится в пределах 1 – 1,5 мм.

Список источников

1. ГОСТ 24846-2019 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений, М., Стандартинформ, 2020 г.
2. СП 22.13330.2016 Свод правил. Основания зданий и сооружений.

УДК 625.7/.8.

Сулейманов И.А.
Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Аннотация. *В данной статье рассматриваются актуальные вопросы инфраструктурного дорожного строительства, включая современные подходы к проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог. Особое внимание уделено применению технологий информационного моделирования (BIM), использованию инновационных материалов и автоматизации процессов. Анализируются преимущества внедрения данных технологий, такие как повышение точности проектных решений, сокращение сроков строительства и снижение эксплуатационных затрат. Приводятся примеры успешной реализации проектов в России и за рубежом.*

Ключевые слова: *инфраструктурное строительство, автомобильные дороги, информационное моделирование, BIM, инновационные материалы, автоматизация.*

Введение. Инфраструктурное дорожное строительство является ключевым элементом развития транспортной системы и экономики страны. Современные требования к качеству, долговечности и безопасности дорожного покрытия обуславливают необходимость внедрения новых технологий и методов управления строительными процессами [1-2].

Одним из наиболее перспективных направлений является применение технологий информационного моделирования (BIM). BIM позволяет создавать детализированные цифровые модели дорожных объектов, интегрируя данные о геологии, материалах и условиях эксплуатации. Это обеспечивает высокую точность проектирования, минимизирует ошибки и сокращает сроки реализации проектов.

Использование BIM позволяет оптимизировать все этапы строительства – от проектирования до эксплуатации. Цифровые модели обеспечивают визуализацию проектов, анализ нагрузок и моделирование различных сценариев эксплуатации.

Современные материалы, такие как модифицированные асфальтобетоны и геосинтетики, повышают долговечность дорожного покрытия и снижают затраты на обслуживание. Внедрение автоматизированных систем управления строительством и мониторинга состояния дорог позволяет повысить эффективность и снизить влияние человеческого фактора.

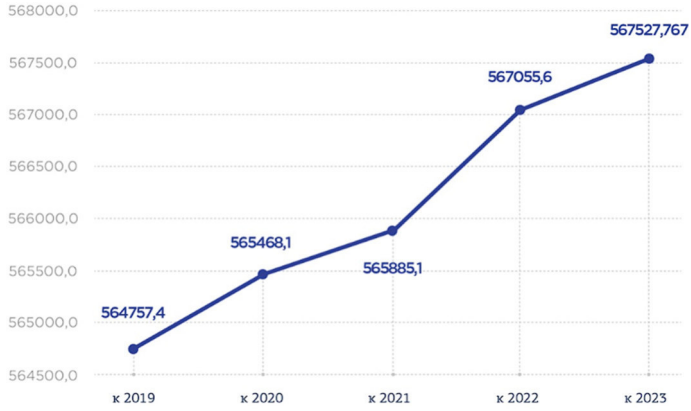


Рис. 1. Протяженность автомобильных дорог 2019-2023 гг., км [3]

Качество дорожной инфраструктуры непосредственно влияет на безопасность дорожного движения. Хорошо спроектированные и построенные дороги снижают риск аварий, обеспечивают комфортное

движение и уменьшают износ транспортных средств. Важно также учитывать факторы, влияющие н комфортность проезда, такие как качество покрытия, наличие освещения, знаков и разметки. Все эти аспекты необходимо интегрировать в процесс проектирования и строительства с учетом местных климатических и географических условий.

В России уже реализованы проекты с применением BIM, например, строительство Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) в Московской области. Использование цифровых технологий позволило сократить сроки строительства и минимизировать бюджетные расходы.

Заключение. Инфраструктурное дорожное строительство с применением современных технологий открывает новые возможности для повышения качества и эффективности транспортной инфраструктуры. Дальнейшее развитие BIM-технологий, внедрение инновационных материалов и автоматизация процессов будут способствовать созданию надежных и безопасных дорожных сетей.

Список источников

1. Кошимова М.А., Балниязова К.Г. Современное состояние инфраструктуры регионального дорожного строительства // Евразийский Союз Ученых. 2015. №4-2 (13).

2. Гурбанов Ы.Г., Чарваев Д.А., Вейисов Я.Ш. Дорожное строительство: важность теоретических и прикладных аспектов // Вестник науки. 2024. №11 (80).

3. Инфраструктурное дорожное строительство: реализация планов и прогнозы. Электронный источник. URL https://delprof.ru/press-center/open-analytics/infrastrukturnoe-dorozhnoe-stroitelstvo-realizatsiya-planov-i-prognozy/ (дата обращения 05.04.2025).

УДК 625.7

Таланцев Е.Э.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВОДОНАСЫЩЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПОВЫШЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Аннотация. *Предложена новая установка и методика для определения показателя водонасыщения проб материалов методом насыщения. Установка представляет собой герметический цилиндр с крышкой. Образцы помещаются в камеру установки в котором создается повышенное давление воды и воздуха. Преимуществом установки является его компактность и оперативность измерений по сравнению со стандартным способом.*

Ключевые слова: *лабораторные исследования асфальтобетонов, дорожная лаборатория, водонасыщение асфальтобетонов.*

Показатель водонасыщения асфальтобетона – это характеристика, отражающая способность материала впитывать воду. Он определяется как отношение объема воды, который может быть абсорбирован асфальтобетоном, к его объему в сухом состоянии, выраженное в процентах. Этот показатель играет важную роль в оценке и проектировании дорожных покрытий и их долговечности [1].

Стандартный способ [2] испытания асфальтобетонов по данному показателю основан на принципах вакуумной дегазации. Образец предварительно высушивается при температуре около 105 °C для удаления всей влаги, что позволит установить начальную массу. После высушивания образец помещается в вакуумную камеру с водой. Вакуумная установка начинает постепенно понижать давление, что вызывает образование пузырьков воды внутри пор асфальтобетона, так как вода стремится заполнить поры в результате разности давлений. По мере удаления вакуума вода проникает в поры асфальтобетона, что позволяет ему впитать влагу. После окончания процедуры образец остается в вакуумной камере в течение дополнительного времени. По завершении испытания, образец извлекается из камеры и взвешивается. Для определения уровня влагопоглощения рассчитывается масса воды, впитанной материалом, на основе разницы между массой образца до и после погружения.

Авторами предложена новая установка, преимуществом которой по сравнению со стандартной является его компактность. Кроме того, установка позволяет измерить степень водонасыщения за более короткий промежуток времени. В стандартном методе требуется 1,5 часа.

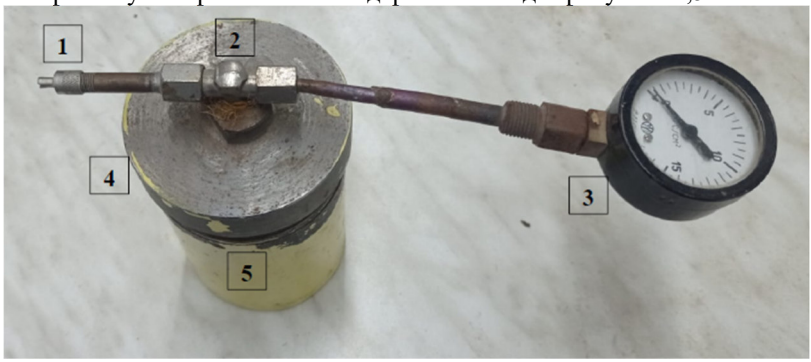


Рис. 1. Фото установки: 1 – Штуцер для подачи давления от компрессора; 2 – Штуцер-тройник; 3 – Манометр до 20 кгс/см2; 4 – Крышка установки; 5 – Корпус установки

Принцип действия установки следующий. Испытуемый образец помещается в корпус прибора 3. Корпус с образцом наполняется водой из расчета 1 см над поверхностью образца. Закручивается плотно крышка 3. Через штуцер 1 подается воздух компрессором до расчетного давления. Давление контролируется манометром 3.

Размер установки – 100х150 мм. Для испытаний потребуется компрессор воздушного давления до 4 атм. Время измерения степени водонасыщения составляет около 15 мин. В дальнейшем планируется исследование по определению оптимальных режимов испытаний. Требуется определить давление и время выдерживания в воде.

Список источников

1. Колесник Д.А., Мантопкин С.А. Оценка устойчивости асфальтобетонов к воздействию влаги и попеременному замораживанию-оттаиванию // Вестник ХНАДУ. 2017. №79. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ustoychivosti-asfaltobetonov-k-vozdeystviyu-vlagi-i-poperemennomu-zamorazhivaniyu-ottaivaniyu (дата обращения: 06.04.2025).

2. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2013.

УДК 625.7/8

Тоиров М.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ МЕЖРЕМОНТНЫХ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. *Эффективное управление сроками службы автомобильных дорог является ключевым аспектом в сфере дорожного строительства и эксплуатации. Современные условия эксплуатации, включая интенсивное движение, климатические изменения и внешние воздействия, требуют разработки и внедрения новых подходов, способствующих увеличению межремонтных сроков службы дорожных объектов. В данной статье рассматриваются основные факторы, влияющие на срок службы автомобильных дорог, а также эффективные методы и технологии, способствующие их продлению. Анализируются результаты применения современных материалов, внедрения систем мониторинга состояния дорог и практики профилактического обслуживания, а также оценка влияния проектирования на эксплуатационные характеристики дорожного покрытия. В заключение делаются рекомендации по внедрению данных методов в практику для повышения долговечности автомобильных дорог.*

Ключевые слова: *автомобильные дороги, дорожно-климатические зоны, нормы проектирования.*

Введение. Автомобильные дороги являются жизненно важной частью транспортной инфраструктуры, способствующей экономическому росту, социальному развитию и улучшению качества жизни населения. Однако, несмотря на значительные инвестиции, срок службы многих дорог часто оказывается значительно ниже ожидаемого. Качество дорожного покрытия, безопасность движения и эффективность эксплуатации напрямую зависят от грамотного планирования, применения современных технологий и систем управления.

Срок службы автомобильных дорог определяется множеством факторов. К ним относятся качество материалов, используемых при строительстве, условия эксплуатации, в том числе климатические и геологические характеристики местности, а также интенсивность и характер

движения транспортных средств. Неправильное проектирование и отсутствие регулярного технического обслуживания также способствуют преждевременному износу покрытия [1].

Одним из ключевых подходов к увеличению межремонтных сроков является применение новых дорожных материалов. Современные асфальтобетонные смеси с добавлением полимеров и различных модификаторов обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики. Например, использование переработанного асфальта в сочетании с инновационными добавками позволяет значительно повысить устойчивость дорожного покрытия к воздействию климатических факторов и механическим нагрузкам [2].

Кроме того, внедрение систем мониторинга состояния дорог, основанных на использовании датчиков и технологий «умного города», позволяет оперативно выявлять участки с пониженной прочностью и планировать превентивные меры до появления серьезных повреждений. Это способствует не только экономии ресурсов, но и повышению безопасности дорожного движения (Рис. 1).

Рис. 1. Развитие транспортной интеллектуальной системы

Профилактическое обслуживание, включая регулярный осмотр, чистку и незначительные ремонтные работы, также играет важную роль в продлении сроков службы. Систематическое поддержание в порядке дренажных систем, сигнальных и разметочных элементов увеличивает эксплуатационный срок дороги и уменьшает вероятность серьезных

аварий и последующих затрат на капитальный ремонт.

Правильное проектирование, основанное на детальном анализе местных условий и прогнозировании нагрузок, также становится важным фактором, способствующим увеличению межремонтных сроков. Использование современных программных решений для моделирования и анализа различных вариантов проектировок позволяет заранее выявить потенциальные недостатки и оптимизировать конструкции.

Заключение. Встраивание современных технологий и методов в процесс проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог является необходимым условием для повышения срока их службы. Применение новых материалов, внедрение систем мониторинга и регулярное плановое обслуживание могут значительно снизить затраты на содержание и ремонты, обеспечивая при этом безопасность и комфорт на дорогах. Комплексный подход к управлению сроками службы дорожной инфраструктуры требует внимания со стороны государственных и частных организаций, а также активного взаимодействия всех участников процесса для достижения устойчивых результатов.

Список источников

1. Кулижников А.М. Пути увеличения межремонтных сроков службы автомобильных дорог // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2018. №2 (75). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/puti-uvelicheniya-mezhremontnyh-srokov-sluzhby-avtomobilnyh-dorog (дата обращения: 05.04.2025).

2. Ажибаева А.Э., Шарапбекова А.Б., Базарбаев Д.О. Исследование свойств фрезерованного асфальтобетона с добавкой Halik Soup // Вестник науки. 2024. №1 (70). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-frezerovannogo-asfaltobetona-s-dobavkoy-halik-soup (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 625.76

Успаев Д.Р.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ СПУТНИКОВЫМ ПРИЕМНИКОМ

Аннотация. *В настоящей работе рассматриваются основные принципы, преимущества и ограничения кинематического способа, а также области его применения в геодезии, строительстве и других отраслях. Особое внимание уделяется вопросам точности и надежности получаемых результатов, а также влиянию различных факторов, таких как условия приема спутниковых сигналов и используемое оборудование.*

Ключевые слова: *кинематический метод, спутниковый приемник, геодезические изыскания, GPS, ГЛОНАСС, постобработка, точность, позиционирование в реальном времени.*

Кинематический способ геодезических изысканий спутниковым приемником представляет собой высокоточный метод определения координат точек в движении. В отличие от статических методов, кинематический способ позволяет получать координаты объектов в режиме реального времени или постобработки, что значительно повышает производительность работ.

Кинематический метод – это способ определения координат точек на земной поверхности с помощью спутниковых приемников, находящихся в движении. В отличие от статических методов, где приемник остается неподвижным в течение длительного времени, в кинематике приемник непрерывно перемещается, записывая данные о сигналах от спутников в процессе движения.

Метод основан на непрерывном приеме сигналов от навигационных спутников (GPS, ГЛОНАСС) и последующей обработке этих данных для определения координат движущегося объекта. Для высокой точности кинематические методы обычно используют фазовые измерения сигналов спутников [1-2].

Основные режимы: первый режим RTK (Real-Time Kinematic) реального времени, когда координаты определяются и выдаются практи-

чески мгновенно, требует наличия радиосвязи между подвижным приемником (ровером) и базовой станцией, координаты которой точно известны, базовая станция передает поправки к сигналам спутников, которые ровер использует для повышения точности позиционирования. Второй режим постобработка, в котором данные с приемника записываются и обрабатываются после завершения измерений, в этом случае, данные с приемника обрабатываются совместно с данными от стационарных базовых станций (либо собственной, либо от сетей постоянно действующих станций) [3-4].

Рис. 1. Аппаратура геодезическая спутниковая Trimble R8S

Преимущества кинематического метода высокая производительность (значительно сокращает время измерений по сравнению со статическими методами, особенно при съемке больших территорий и протяженных объектов), возможность съемки труднодоступных мест (позволяет проводить измерения в местах, где установка стационарного приемника затруднена или невозможна, например, на бортах судов, автомобилей, летательных аппаратов), непрерывное определение координат (обеспечивает непрерывное определение координат в процессе движения, что важно для мониторинга перемещений объектов и создания цифровых моделей местности), высокая точность (при использовании RTK или постобработки, можно достичь сантиметровой и даже миллиметровой точности определения координат), автоматизация (позволяет автоматизировать процесс сбора геодезических данных, что снижает влияние человеческого фактора и повышает эффективность работ).

Области применения топографическая съемка (создание топографических планов и карт местности), мониторинг деформаций (контроль за перемещением инженерных сооружений, склонов, земной поверхности),

транспорт (навигация, управление транспортом, создание цифровых карт дорог).

Ограничения кинематического метода требования к видимости спутников необходимость обеспечения непрерывного приема сигналов от достаточного количества спутников, зависимость от базовой станции необходимость наличия базовой станции и радиосвязи между ровером и базой, влияние помех (чувствительность к радиопомехам, которые могут нарушить прием спутниковых сигналов), стоимость оборудования (высокая стоимость современных спутниковых приемников), необходимость постобработки требует времени на обработку данных.

Кинематический метод геодезических изысканий продолжает активно развиваться и является одним из наиболее востребованных способов определения координат в геодезии и других отраслях.

Список источников

1. Глобус А.М. Спутниковые системы навигации: принципы, методы и применение / А.М. Глобус. – М.: Геодезия и картография, 2009. – 368 с.

2. Калашников А.В. Спутниковые методы в геодезии / А.В. Калашников, А.В. Николаев. – М.: Картгеоцентр, 2003. – 240 с.

3. Иванов А.Н. Геодезические работы с использованием спутниковых систем / А.Н. Иванов. - М.: Недра, 2005. – 320 с.

4. Ганьшин В.Н. Спутниковые системы навигации в геодезии / В.Н. Ганьшин, В.Е. Крапивницкий, В.А. Середович. – М.: Картгеоцентр, 2006. – 336 с.

УДК 625.76

Успаев Д.Р.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук.
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ И ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Аннотация. *В настоящей работе рассматривается проблема оценки ущерба, наносимого дорожным одеждам и искусственным сооружениям (мосты, путепроводы и т.д.) под воздействием тяжеловесных транспортных средств (ТТС).*

Ключевые слова: *тяжеловесные транспортные средства, дорожная одежда, искусственные сооружения, оценка ущерба, ремонт.*

Актуальность исследования обусловлена увеличением интенсивности движения и ростом доли ТТС в общем транспортном потоке, что приводит к ускоренному износу дорожной инфраструктуры и необходимости проведения дорогостоящих ремонтных работ.

Целью работы является разработка и апробация методологии оценки ущерба, учитывающей различные факторы, влияющие на интенсивность разрушения дорожных конструкций. В рамках исследования анализируются существующие методы оценки ущерба, основанные на понятии эквивалентного числа стандартных осей (ESAL), и предлагаются пути их совершенствования с учетом фактических характеристик транспортного потока (интенсивность, состав, осевые нагрузки), конструктивных особенностей дорожных одежд и искусственных сооружении, климатических условий эксплуатации, материалов применяемых при строительстве и ремонте дорог, состояния дорожного покрытия (наличие дефектов), динамического воздействия транспортных средств на дорожные конструкции.

Актуальность проблемы во первых рост интенсивности движения и доли тяжеловесных транспортных средств (ТТС): увеличение грузоперевозок приводит к интенсификации движения ТТС [1], что оказывает повышенное воздействие на дорожную инфраструктуру, во вторых превышение допустимых весовых параметров: нередко ТТС движутся с превышением допустимых весовых нагрузок, что существенно ускоряет

разрушение дорог и сооружений, в третьих ограниченность бюджетных средств: в условиях ограниченного финансирования необходимо эффективно планировать работы по содержанию и ремонту дорог, что требует точной оценки ущерба и прогнозирования разрушений, в четвертых безопасность движения: разрушение дорожной инфраструктуры создает угрозу безопасности движения и может приводить к авариям.

Рис. 1. Увеличение агрессивности воздействия ТС на дорожные одежды

Факторы, влияющие на величину ущерба [2]: весовые параметры ТТС (общая масса, осевые нагрузки, распределение нагрузки по осям, превышение допустимых весовых параметров многократно увеличивает разрушающее воздействие); интенсивность движения (количество проходов ТТС в единицу времени чем выше интенсивность, тем быстрее накапливается ущерб); скорость движения (скорость движения влияет на динамические нагрузки, возникающие при проезде ТТС); конструкция дорожной одежды (тип покрытия, толщина слоев, используемые материалы, дорожные одежды с недостаточной несущей способностью быстрее разрушаются); состояние дорожной одежды (наличие дефектов (трещин, колейности) снижает несущую способность и ускоряет разрушение); климатические условия (температурные перепады, замораживание-оттаивание, увлажнение оказывают негативное влияние на состояние дорожных одежд и сооружений); характеристики грунта основания (неустойчивые грунты основания способствуют деформациям и разрушениям дорожной одежды); тип и состояние искусственных сооружений (конструкция мостов, путепроводов, труб, их возраст, наличие дефектов и своевременность обслуживания).

Используются одни из методов оценки ущерба: эмпирические модели основаны на статистических данных о разрушениях дорог и сооружений, позволяют оценить ущерб на основе известных параметров (интенсивность движения, весовые нагрузки, состояние дорожной одежды).

одна из модель AASHTO; теоретические подходы основаны на механических свойствах материалов и характеристиках дорожного движения, позволяют моделировать процессы разрушения и оценивать ущерб на основе расчетных значений напряжений и деформаций; метод конечных элементов (МКЭ) широко используется для моделирования поведения дорожных конструкций под нагрузкой; методы мониторинга: визуальный осмотр, регулярный осмотр дорог и сооружений для выявления дефектов; инструментальный метод: использование специализированного оборудования для измерения параметров состояния дорожных одежд и сооружений (прогибомеры, георадары, ультразвуковые дефектоскопы); система взвешивания в движении (WIM) позволяют контролировать весовые параметры ТТС в режиме реального времени.

Предлагаемая методология включает в себя использование современных технологий мониторинга состояния дорожной инфраструктуры (датчики нагрузки, системы взвешивания в движении (WIM), георадары и т.д.) и математического моделирования для прогнозирования остаточного ресурса дорожных конструкций и определения оптимальных сроков проведения ремонтных работ.

В результате исследования разработана усовершенствованная модель оценки ущерба, позволяющая более точно прогнозировать разрушение дорожных одежд и искусственных сооружений под воздействием ТТС и оптимизировать затраты на их содержание и ремонт. Полученные результаты могут быть использованы дорожными службами и организациями для планирования ремонтных работ, контроля за соблюдением весовых ограничений и повышения эффективности управления дорожной инфраструктурой.

Список источников

1. Лазич Ю.В., Попова И.Н. Тенденции развития отрасли автомобильных грузоперевозок в России // Beneficium. 2020. №4 (37). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-otrasli-avtomobilnyh-gruzoperevozok-v-rossii (дата обращения: 06.04.2025).

2. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Сенин И.С. Анализ ущерба от дорожно-транспортных происшествий // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2019. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-uscherba-ot-dorozhno-transportnyh-proisshestviy (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 504.054

Четкарев Р.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА К КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ

Аннотация. *В статье проведен анализ современных методов повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий к колееобразованию. Рассмотрены ключевые подходы, включая модификацию битумного вяжущего полимерными добавками, использование высокопрочного щебня, введение армирующих волокон и оптимизацию состава асфальтобетонных смесей. Особое внимание уделено российским исследованиям и нормативным документам, регламентирующим применение данных технологий. Показано, что наиболее эффективным решением является комплексный подход, сочетающий улучшение свойств битума, применение прочных минеральных материалов и современных методов проектирования смесей.*

Ключевые слова: *асфальтобетон, колееобразование, модифицированный битум, полимерно-битумное вяжущее, щебень высокой прочности, армирующие добавки.*

Введение. Колееобразование является одной из основных проблем эксплуатации асфальтобетонных покрытий, особенно на участках с интенсивным движением тяжелого транспорта. Деформации в виде колеи не только ухудшают ровность дороги, но и сокращают срок службы покрытия. В связи с этим разработка методов повышения устойчивости асфальтобетона к колееобразованию остается актуальной задачей дорожного строительства [1].

Современные методы повышения устойчивости асфальтобетона. 1. Модификация битумного вяжущего. Одним из наиболее эффективных способов повышения сопротивления колееобразованию является применение модифицированных битумов. В России широко используются полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) на основе стиролбутадиен-стирола (СБС) и термопластичных эластомеров. Исследования показали, что такие добавки увеличивают эластичность битума и снижают температурную зависимость его свойств, что существенно

уменьшает риск накопления пластических деформаций [2].

2. Применение щебня повышенной прочности. Использование высокопрочного щебня из гранита или габбро-диабаза позволяет повысить сопротивление сдвиговым нагрузкам. Согласно ГОСТ 32720-2014, для верхних слоев покрытия рекомендуется применять щебень марки не ниже 1200, что подтверждается испытаниями на динамический сдвиг [3].

3. Введение волокнистых добавок. Добавление армирующих волокон (целлюлозных, базальтовых, полимерных) способствует улучшению структурной связности асфальтобетона. Эксперименты, проведенные в НИИ транспортного строительства, показали, что включение 0,5% базальтового волокна увеличивает сопротивление колееобразованию на 20–25% [4].

4. Оптимизация состава асфальтобетонной смеси. Современные методы проектирования, такие как метод Суперпейв (Superpave), позволяют подбирать оптимальное соотношение минеральных компонентов и битума с учетом климатических условий и нагрузок. Внедрение данного подхода в российскую практику способствует снижению деформативности покрытий [5].

Заключение. Анализ современных методов повышения стойкости асфальтобетона к колееобразованию показывает, что наиболее эффективными являются комплексные решения, включающие модификацию битума, применение высокопрочных заполнителей и армирующих добавок. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку новых композитных материалов и совершенствование технологий укладки.

Список источников

1. СП 34.13330.2021 "Автомобильные дороги". Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85.

2. Гуреев А.А., Королев И.В. Модифицированные битумы в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 2020.

3. ГОСТ 32720-2014 "Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород".

4. Отчет НИИ транспортного строительства "Исследование влияния волокнистых добавок на свойства асфальтобетона", 2022.

5. Рекомендации по применению метода Superpave в условиях России / Под ред. В.М. Юмашева. М.: МАДИ, 2019.

УДК 504.054

Четкарев Р.А.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ В АСФАЛЬТОБЕТОНАХ

Аннотация. *В статье рассмотрены основные методы оценки сопротивления асфальтобетонных смесей к колееобразованию. Описаны лабораторные и полевые методы, а также критерии, применяемые при анализе стойкости дорожных покрытий к пластическим деформациям. Представлены российские нормативные подходы и методы испытаний, используемые в современной дорожной практике.*

Ключевые слова: *колееобразование, асфальтобетон, метод испытания, устойчивость, деформация, дорожные покрытия.*

Введение. Колееобразование является одним из основных видов разрушения асфальтобетонных покрытий, влияющим на безопасность и комфорт движения. Этот дефект проявляется в виде продольных углублений в полосах движения, вызванных накоплением пластических деформаций в слоях покрытия под действием повторяющейся нагрузки от транспортных средств. Для обеспечения долговечности дорожных конструкций необходима объективная оценка сопротивления асфальтобетона колееобразованию еще на стадии проектирования и подбора состава [1].

Методы оценки сопротивления колееобразованию можно условно разделить на три группы:

1. Лабораторные методы, основанные на моделировании условий эксплуатации дорожного покрытия и измерении величины деформаций.

2. Полевые методы, включающие наблюдение за поведением покрытия в реальных условиях.

3. Математическое моделирование, позволяющее спрогнозировать поведение покрытия с учетом различных факторов.

Среди этих подходов наибольшее распространение получили лабораторные методы, позволяющие сравнительно быстро и достоверно оценивать материалы на стадии проектирования и подбора состава.

Лабораторные методы оценки. 1. Испытание на ползучесть при постоянной нагрузке. Один из распространенных методов – определение устойчивости асфальтобетона к пластическим деформациям методом ползучести. Образцы нагреваются до температуры 50–60 °С и подвергаются воздействию статической нагрузки в течение определенного времени. По результатам фиксируется остаточная деформация [2].

2. Испытания на катке малого радиуса (ПКМР). Метод предусматривает уплотнение асфальтобетонной смеси и последующее многократное прохождение катком малого радиуса. Фиксируется глубина колеи, которая образуется под действием повторяющихся нагрузок. Данный способ широко используется при испытании асфальтобетонных смесей по ГОСТ Р 58400.8–2019 [3].

3. Метод с использованием установки "Вильгелмина". Применяется в НИЦ «Мосты» и других исследовательских организациях. На образец воздействует вращающийся каток с заданной нагрузкой и температурой. Измеряется глубина колеи после определённого числа проходов. Метод позволяет моделировать реальные условия движения транспортных средств [4].

Полевые методы. В отличие от лабораторных испытаний, полевые методы предполагают наблюдение за поведением покрытия в течение определенного времени. Обычно измеряется глубина колеи через заданные интервалы времени при помощи профильметров. Несмотря на трудоемкость, эти методы дают достоверную информацию о фактической стойкости конструкции. Кроме того, возможно использование автоматизированных систем мониторинга, включая лазерные и оптические сканеры [5].

Критерии оценки стойкости. Основным показателем стойкости к колееобразованию является глубина колеи, измеряемая в миллиметрах. Согласно нормативным документам (например, ГОСТ Р 58400.8–2019), устойчивым считается покрытие, глубина колеи которого после 10 000 проходов не превышает 6 мм. Также применяются показатели остаточной деформации и коэффициент устойчивости.

Заключение. Оценка сопротивления колееобразованию является важным этапом в проектировании дорожных покрытий. Лабораторные методы, особенно с использованием специализированных установок, позволяют точно определить поведение материалов при эксплуатации. Однако только сочетание лабораторных, полевых и расчетных методов обеспечивает объективную оценку долговечности покрытия.

Список источников

1. Алимов А.А., Захаров В.В. Разрушение дорожных покрытий: причины и способы предотвращения. — М.: Транспорт, 2019.

2. Еникеев М.Ф. Методы испытания асфальтобетонных смесей на деформативность. — Казань: КГАСУ, 2018.

3. ГОСТ Р 58400.8–2019. Национальный стандарт РФ. Смеси асфальтобетонные. Метод испытания на колееобразование.

4. Брыксин В.Н., Кузьмин Е.В. Оценка сопротивления асфальтобетона колееобразованию при помощи установки Вильгелмина // Вестник транспортной науки. — 2020. — №3. — С. 47–52.

5. Чернышев С.И., Орлов И.П. Мониторинг дорожных покрытий в условиях эксплуатации // Дороги и транспорт. — 2021. — №4. — С. 34–38.

УДК 504.054

Чугункина Л.Т.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОТРАСЛЬ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. *Статья посвящена исследованию влияния экологически-рационального проектирования на отрасль транспортного строительства. В условиях растущих экологических проблем и изменения климата необходимость интеграции устойчивых практик в транспортное строительство становится всё более актуальной. В работе рассматриваются основные принципы экологически-рационального проектирования, включая использование возобновляемых источников энергии, оптимизацию транспортных путей, внедрение зеленых технологий и материалов, а также учёт экологических аспектов на всех этапах проектирования и эксплуатации транспортной инфраструктуры. В результате проведенного анализа выявлено, что применение экологически-рационального проектирования не только способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и ведет к повышению экономической эффективности и улучшению качества жизни населения в регионах с развиваемой транспортной инфраструктурой. Работа предлагает рекомендации для специалистов в области проектирования и градостроительства по внедрению устойчивых практик в транспортный сектор.*

Ключевые слова: *транспортное строительство, экологически рациональное проектирование, негативное воздействие на окружающую среду.*

Современное транспортное строительство сталкивается с множеством вызовов, связанных с изменением климата, ухудшением качества воздуха и снижением биологического разнообразия. В этом контексте экологически-рациональное проектирование играет центральную роль в достижении устойчивого развития. Оно базируется на принципах интеграции экономических, социальных и экологических факторов. Цель данной статьи – проанализировать, как экологически-рациональное проектирование может оказать положительное влияние на отрасль транспортного строительства.

Экологически-рациональное проектирование включает в себя множество аспектов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. К ним относятся [1-2]:

- использование возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий, что позволяет сократить углеродные выбросы и снизить эксплуатационные расходы;
- проектирование транспортных сетей с учетом минимизации нарушений природного ландшафта и сохранения экосистем;
- внедрение экологически чистых строительных материалов, таких как переработанные составы и альтернативные вяжущие, что способствует снижению углеродного следа.

Эти принципы формируют основу для разработки более устойчивых и эффективных транспортных решений.

Применение экологически-рационального проектирования сказывается на различных аспектах транспортного строительства. Прежде всего, проектирование транспортной инфраструктуры с использованием устойчивых практик может значительно сократить затраты на содержание и эксплуатацию. Энергоэффективные мосты, дороги и туннели требуют меньше ресурсов для обслуживания и менее подвержены повреждениям, что, в свою очередь, снижает затраты на их ремонт.

Дополнительно применение экологически устойчивых решений способствует созданию более комфортной городской среды. Внедрение зеленых зон, велосипедных дорожек и пешеходных маршрутов не только улучшает качество воздуха, но и повышает социальную устойчивость, создавая более безопасную и удобную инфраструктуру для населения.

Заключение и рекомендации. На основе проведенного анализа можно выделить ряд рекомендаций для дальнейшего развития экологически-рационального проектирования в транспортной отрасли. Это, в частности, включает активное сотрудничество с экологическими организациями, государственными и частными секторами, а также обучение и повышение квалификации специалистов в области устойчивого проектирования. Можно отметить, что экологически-рациональное проектирование имеет существенное влияние на транспортную отрасль, способствуя улучшению экологической ситуации и повышению экономической устойчивости. Необходима дальнейшая работа по внедрению и распространению экологически чистых технологий и решений, что будет способствовать не только укреплению инфраструктуры, но и улучшению качества жизни населения. Правильное интегрирование устойчивых практик в проектирование транспортных систем может стать ключом к созданию гармоничного и безопасного будущего.

Список источников

1. Коротков М.А., Овчинников И.Г. Воздействие экологически-рационального проектирования на отрасль транспортного строительства // Вестник евразийской науки. 2022. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-ekologicheski-ratsionalnogo-proektirovaniya-na-otrasl-transportnogo-stroitelstva (дата обращения: 06.04.2025).
2. Ystrom A. Preparing an Organization for Sustainability Transitions — The Making of Boundary Spanners through Design Training / A. Ystrom, M. Agogué, R. Rampa // Sustainability. – 2021. – Т 13, № 14. – С. 1-4.

УДК 504.054

Чугункина Л.Т.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБЗ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. *В статье рассматриваются технологические решения, направленные на снижение негативного воздействия асфальтобетонных заводов (АБЗ) на окружающую среду. АБЗ значительно способствуют загрязнению воздуха, воды и почвы, что вызывает озабоченность как среди экологов, так и среди местных сообществ. Исследуются современные технологии, такие как системы очистки выбросов, использование экологически чистых вяжущих материалов и замкнутые циклы производства, которые сложены в единое целое для уменьшения экологической нагрузки. Также уделяется внимание управлению отходами и внедрению ресурсосберегающих технологий, что позволяет оптимизировать производственный процесс, минимизируя воздействие на окружающую среду.*

Ключевые слова: *асфальтобетонный завод, системы очистки выбросов, экология дорожного строительства.*

Введение. Асфальтобетонные заводы играют ключевую роль в дорожном строительстве, однако их деятельность может сопрягаться с серьезными экологическими проблемами. В процессе производства и укладки асфальта выделяются вредные вещества, такие как пылевые частицы, углеводороды и другие летучие органические соединения. Эти загрязнители могут негативно влиять на здоровье человека и экосистемы. В связи с этим эффективное внедрение технологических решений, позволяющих снизить экологическую нагрузку АБЗ, становится первостепенной задачей для всех участников данного сектора [1-2].

Современные системы фильтрации и очистки газов представляют собой важный инструмент в снижении загрязнения атмосферы. Внедрение очистных установок, таких как циклонные фильтры, струйные фильтры и электрофильтры, может значительно уменьшить количество выбросов пыли и вредных газов в атмосферу. Технологии замещения конвенциональных горючих материалов на экологически чистые источники энергии, например, биомассу или солнечные панели, также способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду.

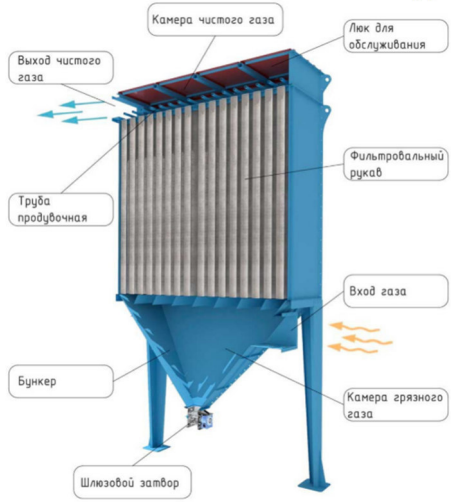


Рис. 1. Схема устройства рукавного фильтра [3]

Переход к использованию более «зеленых» вяжущих материалов, таких как полимерные вяжущие и переработанные продукты, может существенно снизить углеродный след, связанный с производством асфальта. Исследования показывают, что замена традиционного битума на более экологически безопасные альтернативы может не только улуч-

шить экологические характеристики, но и повысить долговечность асфальтового покрытия.

Важной частью устойчивого развития АБЗ является внедрение замкнутых циклов производства. Повторное использование отходов, таких как переработанный асфальт или песчано-гравийные смеси, позволяет значительно сократить потребление первичных ресурсов и снизить количество отходов, отправляемых на свалки. Инновационные технологии переработки асфальта могут не только экономить ресурсы, но и повысить качество конечного продукта.

Заключение. Внедрение современных технологических решений позволяет значительно снизить экологическое воздействие асфальтобетонных заводов. Улучшение систем очистки выбросов, использование более безопасных вяжущих материалов и проекты по ресурсосбережению создают устойчивую инфраструктуру для дорожного строительства в будущем. Необходимы дальнейшие исследования и масштабы внедрения этих технологий для достижения оптимальных результатов в охране окружающей среды и здоровья человека. Сотрудничество между научными организациями, производителями и государственными органами имеет решающее значение для реализации этих инициатив и формирования более экологически безопасного подхода в строительной отрасли.

Список источников

1. Лупанов А.П., Силкин В.В., Баяртогтох Дулмаа, Ильина О.Н. Обеспечение экологической безопасности при производстве асфальтобетонных смесей на АБЗ // Известия КазГАСУ. 2017. №4 (42). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekologicheskoy-bezopasnosti-pri-proizvodstve-asfaltobetonnyh-smesey-na-abz (дата обращения: 06.04.2025).

2. Денисова Е.С., Диденко Д.Р. Экологический анализ дорожно-ремонтного предприятия // ОмГТУ. 2014. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskiy-analiz-dorozhno-remontnogo-predpriyatiya (дата обращения: 06.04.2025).

3. Васина М.А. Анализ систем газоочистки на асфальтобетонных заводах / М. А. Васина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 9 (508). – С. 122-127. – URL: https://moluch.ru/archive/508/111721/ (дата обращения: 06.04.2025).

УДК 004.8

Ямбаршев Д.И.
Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. *В работе проанализировано применение искусственного интеллекта в современном автомобильном транспорте, его влияние на безопасное и комфортное передвижение.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, транспортное средство, интеллектуальные технологии.*

С каждым годом технологии искусственного интеллекта (ИИ) становятся все более значимой частью различных отраслей, и автомобильный транспорт не является исключением. Применение ИИ в этой сфере открывает новые горизонты для повышения безопасности, эффективности и устойчивости транспортных систем. Давайте рассмотрим ключевые области, где ИИ находит свое применение в автомобильном транспорте [1].

Одним из самых заметных применений ИИ в автомобильной индустрии являются автономные транспортные средства. Системы, основанные на машинном обучении, позволяют автомобилям анализировать данные с датчиков, камер и радаров, что помогает им понимать окружающую среду, распознавать пешеходов, другие автомобили и препятствия на дороге. Например, компании как Tesla и Waymo разрабатывают автопилоты, которые способны выполнять множество задач водителя без участия человека.

ИИ способствует увеличению безопасности на дорогах. Современные системы помощи водителю, такие как адаптивный круиз-контроль и система удержания в полосе, используют алгоритмы ИИ для предупреждения аварийных ситуаций. Они могут анализировать скорость и расстояние до других автомобилей, а также автоматически тормозить или изменять направление, что значительно снижает риск дорожных происшествий.

ИИ также играет важную роль в сфере логистики. Системы, основанные на ИИ, помогают компаниям оптимизировать маршруты достав-

ки, минимизируя время в пути и сокращая затраты на топливо. Алгоритмы могут анализировать множество факторов, таких как текущие дорожные условия, плотность трафика и даже погодные условия, чтобы выбирать наилучшие маршруты в реальном времени [2].

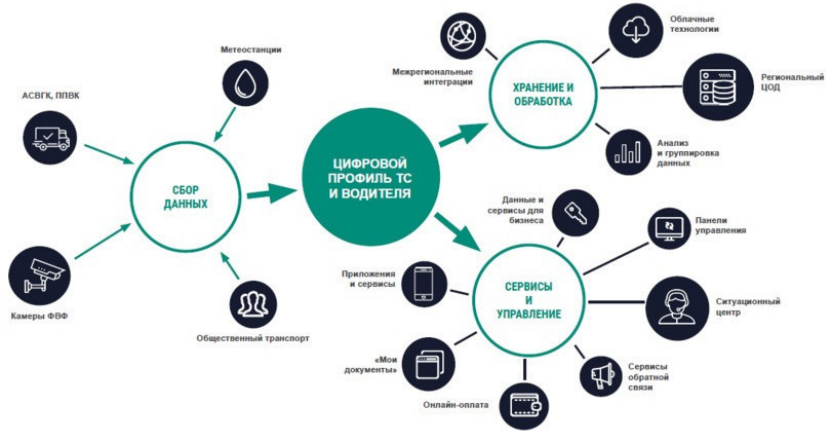


Рис. 1. Схема интеллектуальной транспортной системы для «умного» города

Искусственный интеллект также способствует улучшению взаимодействия водителей с автомобилем. Большинство современных автомобилей оснащены интеллектуальными системами, которые понимают естественную речь и могут реагировать на команды водителя. Системы навигации, основанные на ИИ, могут предлагать альтернативные маршруты, учитывать предпочтения водителя и даже рекомендовать остановки, основываясь на его предыдущих поездках.

Современные автомобильные технологии используют ИИ для предсказательной аналитики, что позволяет выявлять поломки до того, как они произойдут. Системы могут следить за состоянием основных компонентов автомобиля и сигнализировать о необходимости обслуживания, что, в свою очередь, увеличивает срок службы автомобиля и снижает затраты на непредвиденные ремонты.

С развитием технологий ИИ также наблюдается рост популярности электрических автомобилей. ИИ помогает в разработке более эффективных аккумуляторов и систем управления энергией, что делает электромобили более привлекательными для потребителей. Анализ данных о потреблении энергии и маршрутах позволяет оптимизировать зарядные станции и улучшать инфраструктуру для электромобилей.

Заключение. Применение технологий искусственного интеллекта в автомобильном транспорте открывает новые возможности для повышения безопасности, повышения эффективности и создания более устойчивых транспортных систем. С развитием технологий можно ожидать еще большего внедрения ИИ в автомобили, что приведет к изменениям в том, как люди передвигаются и взаимодействуют с транспортом. Однако следует также помнить о потенциальных вызовах, таких как вопросы безопасности данных и этические аспекты автономного вождения, которые требуют внимания и решения.

Список источников

1. Хамитов Р.М., Князькина О.В., Шорохова А.В. Искусственный интеллект в транспортной сфере как средство повышения безопасности // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2024. – №1 (39).

2. Арифджанова Н.З. Применение искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов транспорта // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2023. – №5 (110).

Секция «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

УДК 539.376

Бусыгина А.В.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФРАКТАЛЫ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Аннотация. *Представлен анализ данных о валовом внутреннем продукте (ВВП) России за 5 лет с применением методов фрактальной геометрии для прогнозирования будущих значений.*

Ключевые слова: *фракталы, экономические циклы, предсказание, математическое моделирование.*

Актуальность темы заключается в том, что использование фрактальных моделей для анализа экономических циклов позволяет более точно описывать и предсказывать сложные нелинейные динамики, характерные для современных экономических систем.

Экономические циклы представляют собой колебания в уровне экономической активности, проявляющиеся в периодах роста и спада. Традиционные экономические модели часто не учитывают сложность и неопределенность этих циклов. Фрактальная геометрия, обладая свойствами самоподобия, предлагает новый подход к анализу экономических данных [3].

Фракталы — это сложные структуры, обладающие самоподобием на разных масштабах. Применение фракталов в экономике позволяет более точно моделировать динамику экономических процессов. Фрактальная геометрия учитывает нелинейные зависимости и многомасштабные эффекты, что делает её полезной для анализа временных рядов макроэкономических показателей, например, таких как ВВП [1].

Экономические циклы в России подвержены влиянию различных факторов, включая изменения в мировой экономике, политические события и внутренние экономические реформы. Анализ временных рядов ВВП позволяет выявить закономерности и тренды [2].

Фрактальный анализ:

Валовой внутренний продукт					
Год	2019	2020	2021	2022	2023
ВВП (млрд.руб.)	109,608.3	107,658.1	135,773.8	155,188.9	172,148.3

Таблица 1 – Валовой внутренний продукт

Используем простую линейную регрессию для прогнозирования будущих значений ВВП на основе существующих данных.

$$Y_{t+1} = aY_t + b$$

Где:

- Y_t – значение ВВП в год t;
- a и b – параметры модели, которые можно оценить с помощью метода наименьших квадратов.

Предположим, что после оценки мы получили следующие параметры: a=1.03, b=1000. Это означает, что ожидается рост ВВП на 3% в следующем году плюс фиксированное значение 1000.

Теперь можем сделать прогноз на 2024 и 2025 года:

$$Y_{2024} = 1.03 * Y_{2023} + 1000 = 1.03 * 172{,}148.3 + 1000 = 178{,}312.749$$

$$Y_{2025} = 1.03 * Y_{2024} + 1000 = 1.03 * 178{,}312749 + 1000 = 184{,}66213 15$$

Таким образом, использование фрактальных моделей для анализа экономических циклов представляет собой перспективный подход к предсказанию будущих значений ВВП. Данный метод позволяет учитывать сложную структуру данных и может быть полезен для экономистов и аналитиков в их работе. Будущие исследования могут сосредоточиться на более сложных моделях и использовании дополнительных экономических индикаторов для повышения точности прогнозов.

Список источников

1. Жуликова О.В., Жуликов П.П. Фрактальные формы экономического развития // Экономика образования. 2015. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fraktalnye-formy-ekonomicheskogo-razvitiya (дата обращения: 01.04.2025).

2. Коптелов И.О. Экономический цикл и сущность его проявления // Вестник ЧелГУ. 2012. №10 (264). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-tsikl-i-suschnost-ego-proyavleniya (дата обращения: 01.04.2025).

3. Норматов Ж.С. Фракталы и их применение // Экономика и социум. 2020. №3 (70). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fraktaly-i-ih-primenenie (дата обращения: 01.04.2025).
4. Ломакин Н.И., Радионова Е.А., Рыбанов А.А., Могхарбел Н.О., Водопьянова Н.А., Сычева А.В. Исследование динамики ВВП России в условиях цифровизации экономики // IJAS. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-dinamiki-vvp-rossii-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (дата обращения: 01.04.2025).
5. Федеральная служба государственной статистики. Внутренний валовой продукт с 1995 по 2023 год [Электронный ресурс]. — URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVPgods_1995-2023.xlsx (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 658

Дживан В.А., Тищенко Д.Я.
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО БЕНЧМАРКИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. *В статье представлено исследование возможностей применения нейронных сетей и алгоритмов для совершенствования процесса сравнительного анализа в рамках проведения стратегического бенчмаркинга.*

Ключевые слова: *бенчмаркинг, инструмент, искусственный интеллект, нейросеть, стратегия.*

Конкурентоспособность коммерческой организации базируется на применении уникальной стратегии развития. В основе такого подхода лежит непрерывное переосмысление долгосрочных целей компании, в том числе через призму успешных практик рынка. Основной методологией, которая позволяет провести качественный сравнительный анализ подходов и долгосрочных практик организации с лучшими в своей или других отраслях, является стратегический бенчмаркинг. Результат такого исследования состоит в выявлении механизмов совершенствования деятельности компании для повышения ее конкурентоспособности. Фундаментальным отличием данного вида бенчмаркинга от операционного является фокусировка на процессах макроуровня – ценностях, миссии, инновациях и долгосрочном планировании.

Задачами стратегического бенчмаркинга являются:

- выявить стратегические практики, позволяющие занять лидирующие позиции на рынке;

- скорректировать стратегию собственной организации с учетом чужих эффективных паттернов рыночного поведения;

- создать основы для внедрения менеджмента инноваций, комбинируя успешные практики других компаний [1].

К основным проблемам реализации процесса бенчмаркинга относят сложность сбора информации о стратегиях других компаний, невозможность адаптации чужого успеха к собственным реалиям из-за отличия в корпоративном менталитете, необходимость комплексного анализа причин успеха для ответа на вопрос «Почему у них это работает?».

Методология стратегического бенчмаркинга включает пять этапов – определение цели исследования, выбор объекта сравнения, поиск источников информации и сбор данных, сравнительный анализ стратегий, внедрение изменений [2]. На каждом этапе используются целый арсенал различных инструментов, позволяющий собрать и интерпретировать данные. Это всегда сопряжено с затратами большого количества материальных и нематериальных ресурсов. По этой причине в последнее время в организациях все чаще встречается уход от классических инструментов прогнозной аналитики и проактивного управления к внедрению элементов искусственного интеллекта для сокращения операционных затрат. Цель представленного исследования состояла в оценке возможностей использования нейронных сетей и алгоритмов для совершенствования методологии стратегического бенчмаркинга.

К основным направлениям применения нейросетей в рамках указанного метода можно отнести следующие:

- автоматизированный сбор данных из различных источников;

- аналитика больших данных – позволяет обрабатывать данные различных типов (финансовые показали, отзывы потребителей, восприятие бренда и т.д.), выявлять паттерны, определять метрики для сравнения;

- прогноз рыночных трендов – прогнозирование спроса, динамики показателей и т.д.

- глобальный поиск инновационных стратегических решений, варианты их адаптации к собственной организации и моделирование последствий различных сценариев.

Для проведения стратегического бенчмаркинга можно использовать различные типы нейронных сетей. Рассмотрим их возможности и примеры использования подробнее.

Сбор и анализ различных типов данных. Для анализа текстовой информации, размещенной в социальных сетях и новостных порталах, можно использовать BERT, CPT, RoBERTa, LSTM/GRU. Для аналитической работы с визуальной информацией, типа рекламы, дизайна, презентационных материалов, подходят CNN и ResNet. Также BERT и LSTM дают возможность провести сравнение эмоциональной реакции на собственный бренд и бренд конкурента. Для комплексного анализа текстовой, числовой и изобразительной информации могут применяться мультимодальные трансформеры (CLIP, Flamingo). По совокупности они позволят автоматизировать извлечение стратегической информации с выделением ключевых трендов, приоритетов и метрик, провести анализ визуальной стратегии компаний и оценить восприятие потребителей.

Группировка данных. Автоэнкодеры с применением алгоритма k-means позволяет провести кластеризацию и сегментацию компаний по различным критериям, как в своем сегменте, так и в других отраслях. Для анализа рыночных связей между компаниями, поставщиками и клиентами могут быть задействованы GraphSAGE и GCN.

Поиск новых стратегий. Нейросетевой Collaborative Filtering и гибридные модели (NLP + матричная факторизация) позволяют анализировать стратегии успешных компаний и предлагать адаптированные решения для конкретного бизнеса.

Прогнозирование и анализ сценариев. Для моделирования трендов, действий конкурентов, спроса, влияние спроса на выбранные метрики могут быть использованы RNN, LST и трансформеры временных рядов. Анализ рисков и последствий решений, таких как выход на новый рынок или слияние, может быть реализован с помощью VAE и GAN.

Как видно из представленной информации, элементы искусственного интеллекта позволяют решить большой спектр стратегических задач от сбора данных до прогнозирования, что позволяет сделать методологию бенчмаркинга более комплексной, а сам процесс быстрым и гибким за счет комбинирования различных методов и инструментов.

Список источников

1. Ариничев И.В., Балевцева А.Г. Бенчмаркинг как инструмент повышения эффективности функционирования бизнес-процессов // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. Т1. № 7 (33). С. 16-23.

2. Глашкина В.С. Бенчмаркинг как инструмент конкурентного анализа корпорации // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 1. С. 65-73.

УДК: 519.87:658.5

Ершов А.Н.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук
Поволжский государственный технологический университет

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Аннотация. *В данной статье рассматривается транспортная задача как ключевой инструмент для оптимизации распределения ресурсов. Основное внимание уделяется математическому моделированию этой задачи, направленной на минимизацию транспортных затрат при доставке товаров от нескольких поставщиков к потребителям. На примере ресторанной группы «Это по любви» из Йошкар-Олы демонстрируется применение транспортной задачи для оптимизации логистических процессов при закупке продукции.*

Ключевые слова: *Транспортная задача, математическая модель, минимизация затрат, логистические процессы.*

В современном мире, где эффективное распределение ресурсов становится все более актуальным, транспортная задача представляет собой важный элемент исследований операций и экономического анализа. Эта задача направлена на оптимизацию доставки товаров от поставщиков к потребителям с минимальными затратами. Транспортная задача является классическим примером применения математических методов и моделей в области исследований операций, особенно в экономике.

Транспортная задача является ключевым аспектом в управлении производственными и логистическими процессами, где каждый поставщик имеет определённое количество товаров, которые он может отправить, а каждый потребитель имеет потребность в определённом количестве товаров. Задача заключается в нахождении такого распределения, которое удовлетворяет всем условиям при минимальных затратах.

Рассмотрим пример решения транспортной задачи для ООО «Это по любви». «Это по любви» ресторанная группа из Йошкар-Олы, которая развивает гастрономию в регионе. Компания состоит из нескольких проектов таких как: Бар ReLab, Кафе Мечта, и заведение, в котором находится четыре ресторана с разной кухней Dito Italiano, Мука и Фартук, Shavi, Вася из Гуанчжоу. На данный момент продукцию в виде «Сухое

красное вино Саперави оригинальное» на постоянной основе заказывают раз в два месяца у поставщика из Краснодара. Доставку производят по тарифу 15 руб/км и 500 руб. за выезд. Одна фура вмещает в себя 20 ящиков, при этом в одном ящике находится 10 л. вина. Таким образом стоимость одной закупки составляет 671 385 руб. Помимо закупки в Краснодаре планируется рассмотреть других поставщиков в ближайших городах, так как возможна экономия средств за счет понижения стоимости доставки. Расстояние и стоимость доставки поставщиков из Чебоксар, Краснодара, Йошкар-Олы и Казани представлены в таблице 1.

Таблица 1. Данные о поставщиках

	Чебоксары	Краснодар	Йошкар-Ола	Казань
Расстояние от поставщика до ресторанов (км.)	92	1771	0	151
Стоимость доставки у поставщика (руб.)	1880	27065	500	2765

Требуется составить план закупки и перевозок от поставщиков к потребителю минимизирующий затраты на транспортные расходы для повышения эффективности логистических процессов.

Задача является открытой (несбалансированная), так как в заведения нужно меньше товаров, чем есть у поставщиков, поэтому необходимо добавить фиктивного потребителя с нулевыми тарифами перевозки.

Для решения поставленной задачи необходимо составить целевую функцию, подсчитывающую стоимость закупки, учитывающую суммарную стоимость товара и доставки.

$$F(x) = \sum\sum x_{ij}c_{ij} + (\sum\sum y_j d_j)/20 - (\sum\sum z_j d_j)/20$$

Где, x_{ij} – стоимость продукции у поставщика, c_{ij} – количество перевезённой продукции, y_j – общее количество купленной продукции у поставщика, d_j – стоимость доставки от поставщика до потребителя, z_j – количество продукции у фиктивного потребителя.

Учитывая ограничения:

$$\sum_{i=1}^{4} x_{ij} = b_j,\ j \in [1,4],$$
$$\sum_{j=1}^{4} x_{ij} = a_i,\ i \in [1,4],$$
$$x_{ij} \geq 0, i \in [1,4], j \in [1,4], x_{ij} = \text{целое},$$

где b_j – количество товара, необходимое j-му заведению, а a_i – запасы товара у i-го поставщика.

Решим задачу с использованием надстройки «Поиск решения» в MS Excel. Результат решения задачи представленная на рисунке 1.

		Поставщики разных городов					
Заведения для доставки	Мечта	3020	2500	3500	3254		
	Релаб	2900	2420	999999	3000		
	Рестораны	2660	2320	999999	2950		
	Фиктивный	0	0	0	0		
		0	5	10	0	15	15
		0	25	0	50	75	75
		20	70	0	0	90	90
		0	80	0	0	80	80
		20	180	10	50	617967,5	
		20	180	10	50		

Рис. 1. Оптимизация закупки и доставки товара для ООО «Это по любви»

Благодаря решению транспортной задачи, мы вычислили стоимость закупки, которая составляет 617 967,5руб. и оптимизировали затраты ООО «Это по любви» на 53 417,5 руб., выяснив что закупка у нескольких поставщиков является более выгодным решением для сокращения затрат и повышения эффективности логистических процессов.

Транспортная задача является важным инструментом для оптимизации распределения ресурсов в экономике. Математические методы, используемые для её решения, позволяют компаниям значительно сократить затраты и повысить эффективность логистических процессов. Используя транспортную задачу, организации могут принимать обоснованные решения, основанные на данных, что в конечном итоге приводит к улучшению их финансовых показателей и повышению уровня обслуживания клиентов.

Список источников

1. Методические указания по дисциплине «Методология моделирования систем» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/i/INNA/umkd/Tab/Pr_Transport.pdf

2. Транспортные задачи как инструмент решения логистических проблем предприятия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/transportnye-zadachi-kak-instrument-resheniya-logisticheskih-problem-predpriyatiya

УДК 519.86

Иванова Т.А.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ – КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. *В статье рассмотрено применение экономико-математического моделирования в управленческой практике фирмы «1С-Франчайзи» для повышения качества стратегических решений и оптимизации распределения проектных работ между сотрудниками.*

Ключевые слова: *задача о назначениях, математическое моделирование, оптимизация, распределение, проекты, специалисты.*

Начиная с 2022 года и по сей день наблюдается массовый переход организаций на отечественные программные продукты, что способствует колоссальному росту проектов, связанных с внедрением типовых конфигураций и отраслевых решений «1С: Предприятие», в фирмах «1С-Франчайзи» [2]. Высокий спрос на данный вид услуг порождает необходимость в грамотном принятии управленческих решений в процессе оптимального распределения проектов между специалистами с целью сокращения временных затрат на выполнение работ. На этом фоне возрастает значимость применения методов математического моделирования, одним из инструментов которого является задача о назначениях, позволяющая формализовать процесс распределения человеческих ресурсов с учетом поиска оптимального решения на основе объективных данных, который отличается от традиционного метода распределения, основанном на интуитивном опыте руководителей.

Целью данной статьи является исследование применения задачи о назначениях для оптимального распределения человеческих ресурсов в области управления проектами в франчайзинговой компании.

Решение линейной задачи о назначениях приведено в данной статье на примере деятельности ООО «Автограф», являющейся малой фирмой «1С-Франчайзи» в г. Йошкар-Оле. Ежемесячно в фирму поступают проекты на внедрение типовых конфигураций следующих отраслей: медицина (М), производство (П), оптовая торговля (Т), розничные продажи (Р), бюджетирование (Б). В компании работают 5 специалистов по

внедрению, каждый из которых имеет разную квалификацию и опыт работы, что влияет на время, необходимое для выполнения каждого проекта. В таблице 1 указаны временные затраты (в днях) на выполнение проектов сотрудниками.

Таблица 1 - Временные затраты выполнения проектных работ

	Проект «М»	Проект «П»	Проект «Т»	Проект «Р»	Проект «Б»
Специалист 1	12	15	10	18	21
Специалист 2	10	20	15	15	12
Специалист 3	11	21	11	16	10
Специалист 4	13	19	18	16	10
Специалист 5	14	23	9	17	13

Необходимо оптимизировать план распределения проектов между специалистами таким образом, чтобы минимизировать общее время, затраченное на выполнение всех проектов при условии, что каждый специалист должен быть назначен только на один проект, и каждый проект должен быть выполнен только одним специалистом.

Поскольку число работ совпадает с числом исполнителей, следовательно, задача является сбалансированной [1]. Для решения поставленной задачи построим математическую модель. Пусть x_{ij} = 1, если i-ый специалист выполняет j-ый проект, в противоположном же случае x_{ij} = 0. Затраты i-ого специалиста на выполнение j-ого проекта равны c_{ij}. Тогда целевая функция, стремящаяся к минимизации времени выполнения проектов примет вид:

$$Z = \sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5} c_{ij}\, x_{ij} \to min ,$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{5} x_{ij} = 1, j \in [1,5],$$
$$\sum_{j=1}^{5} x_{ij} = 1, i \in [1,5],$$
$$x_{ij} \in \{0,1\}, i \in [1,5], j \in [1,5].$$

Для автоматизации вычислений была использована надстройка «Поиск решения» в программной среде MS Excel. Итоги оптимального распределения проектов между специалистами представлен на рисунке 1.

Распределение специалистов по проектам

	Проект «М»	Проект «П»	Проект «Т»	Проект «Р»	Проект «Б»		
Специалист 1	0	1	0	0	0	1	1
Специалист 2	0	0	0	1	0	1	1
Специалист 3	1	0	0	0	0	1	1
Специалист 4	0	0	0	0	1	1	1
Специалист 5	0	0	1	0	0	1	1
	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1		

Целевая функция 60 (min)

Рис. 1. Оптимальное решение задачи о назначениях

В результате суммарное выполнение проектных работ составляет 60 дней с учетом временных затрат каждого специалиста при оптимальном распределении.

Таким образом, экономико-математическое моделирование позволяет находить наилучшие решения с точки зрения заданных критериев, учитывая все ограничения и факторы, влияющие на достижение целей. Задача о назначениях является качественным инструментом для принятия решений при распределении человеческих ресурсов в проектной деятельности, где зачастую проект реализовывает лишь один сотрудник (характерно для малых фирм «1С-Франчайзи»). Выделенный в статье вид задач линейного программирования позволил получить оптимальный план распределения работ между сотрудниками, что может стать основанием для принятия управленческих решений.

Список источников

1. Решение оптимизационных задач в Microsoft Excel 2010 [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Л. П. Ледак, А. В. Кревецкий, Л. А. Бояркина; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 47 с.

2. Рынок «1С»: динамика и драйверы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.url: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_1С:_динамика_и_драйверы

УДК 004.032.26:51

Коробов И.Н., Галеев Д.О.
Научный руководитель: Нехаев И.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗА С ПОМОЩЬЮ TCN-DNN И TS2VEC

Аннотация. *Рассматривается решение задачи прогнозирования произвольного временного ряда. Исследуются возможности архитектуры энкодер-декодер для построения прогноза. В качестве энкодера рассматриваются две архитектуры TCN и TS2VEC. Исследуется влияние параметров данных архитектур и параметров исходных данных на точность прогнозирования.*

Ключевые слова: *временной ряд, нейросети, энкодер, TCN, TS2VEC, прогноз.*

Объектом исследования являются временные ряды. На практике мониторинг и контроль любого процесса начинается с замеров важных показателей в определенные моменты времени и его прогноза на несколько шагов вперед. Целью работы является конструирование прогнозатора с использованием архитектур TCN [1], TS2VEC [2] и исследование точности прогноза на 1 шаг вперед для произвольного временного ряда в зависимости от параметров прогнозатора. В качестве таких параметров рассматривались: размер входного окна, процентное соотношение обучающей и тестовой выборок, размер пакетов (batch-size), количество residual блоков и размеры ядер в TCN [1]. В качестве исходных данных рассматривался курс доллара и некоторые экзогенные параметры. Курс доллара был выбран как наиболее нестационарный ряд и наиболее сложный для решения задачи прогнозирования.

В данном исследовании была использована архитектура нейронной сети, основанную на комбинации Temporal Convolutional Network (TCN) и TS2VEC, реализованной в виде модели энкодер-декодер с использованием глубоких нейронных сетей (DNN). Эта архитектура была выбрана для анализа временных рядов и предсказания значений на основе имеющихся данных.

В модели использовалась архитектура энкодер-декодер, где TCN служит в качестве энкодера, а DNN — в качестве декодера.

В данном исследовании проанализировалось влияние различных размеров окна, количества остаточных (residual) блоков, процентного соотношения обучающей и тестовой выборки, размеров ядра и размеров пакетов (batch-size) на точность предсказаний модели, используя метрику MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

В качестве исходных данных использовались значения курса доллара с 1 января 2009 по 31 октября 2022. Горизонт планирования составил 1 день.

При исследовании влияния размера окон было установлено, что наименьшее значение ошибки при размере окна 60. На Рис. 1 представлено распределение значений MAPE в зависимости от размеров окна, которые варьировались от 30 до 512.

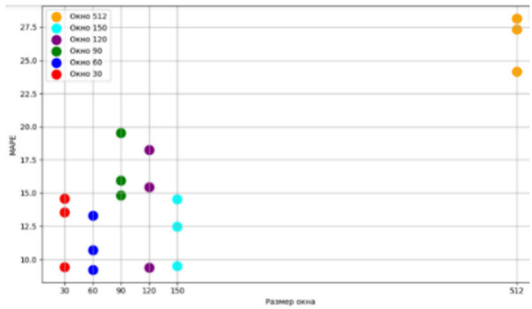


Рис.1. Распределение значений MAPE в зависимости от размеров окна

Для каждой из используемых нормализаций были проведены тесты с 3, 4, 5, 6, 7 остаточными блоками. На Рис.2 отражены результаты для выборки 80-20% с использованием различных нормализаций.

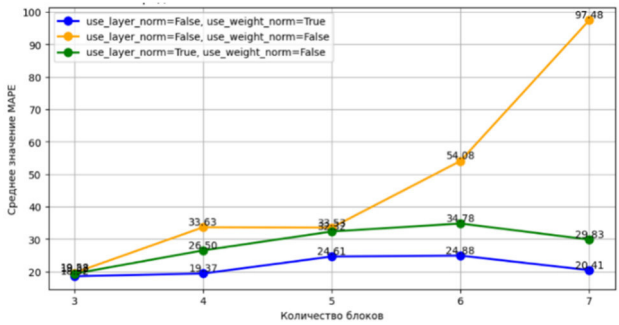


Рис.2. Распределение средних значений MAPE в зависимости от количества residual блоков для выборки 80-20%

На Рис.3 отражены результаты для выборки 90-10% с использованием различных нормализаций.

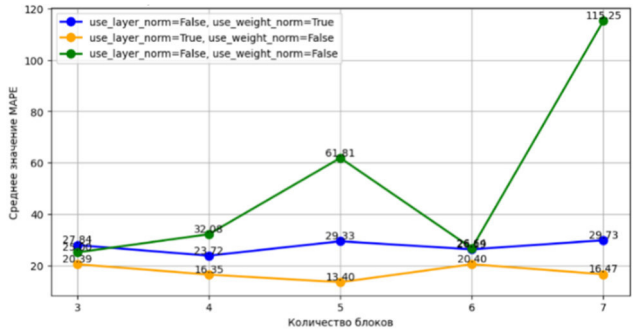
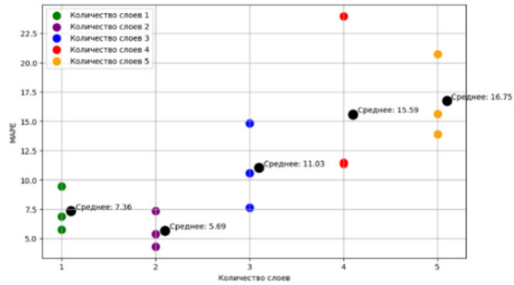


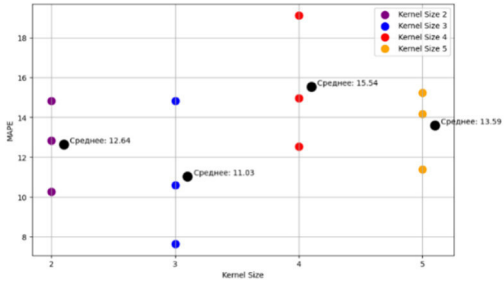
Рис.3. Распределение средних значений MAPE в зависимости от количества residual блоков для выборки 90-10%

Из полученных распределений видно, что наименьшая ошибка при прогнозировании с обучающей выборкой 90-10% возникает с использованием нормализации весов (use_layer_norm), однако при использовании выборки 80-20% что наименьшая ошибка возникает с использованием нормализации весов (use_weigh_norm).

а



б



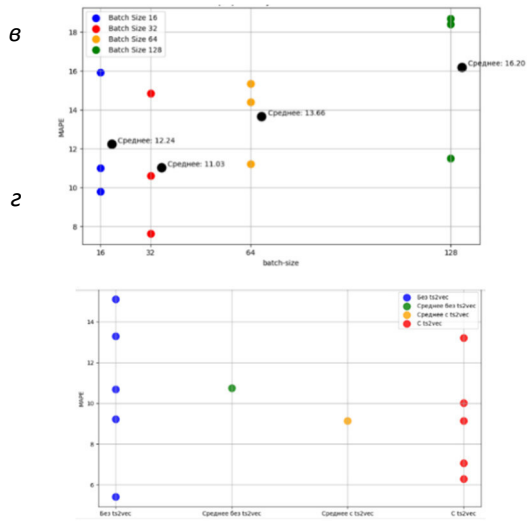


Рис.4. Распределение значений MAPE в зависимости от: *а* - количества сверточных слоев; *б* – размеров ядра; *в* – размеров пакетов; *г* – использования TS2Vec

Из полученных распределений видно, что наименьшая ошибка возникает при использовании 2 сверточных слоев, размеров ядра 2, размеров пакетов 32 и с применением TS2Vec.

В ходе проведенного исследования было определено, что наиболее оптимальными параметрами при прогнозировании является использование размеров ядра 2, 5 остаточных блоков, 2 сверточных слоя с нормализацией по слоям и соотношение обучающей и тестовой выборки 90% к 10% соответственно. Размер пакета стоит принять равным 32. Кроме того применение модели TS2Vec может улучшить результат прогнозирования и уменьшить среднее значение ошибки MAPE.

Список источников

1. Shaojie Bai, J Zico Kolter, and Vladlen Koltun. An empirical evaluation of generic convolutional and recurrent networks for sequence modeling. arXiv:1803.01271, 2018.

2. Zhihan Yue, Yujing Wang, Juanyong Duan, Tianmeng Yang, Congrui Huang, Yunhai Tong, and Bixiong Xu. Ts2vec: Towards universal representation of time series. In AAAI, volume 36, pages 8980-8987, 2022.

УДК 519.852.33

Куприянова Д.Д.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА – КАК ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСТАВОК ТОПЛИВА В АЭРОПОРТУ

Аннотация. *В статье рассматривается применение метода решения транспортной задачи для оптимизации поставок авиационного топлива из хранилища в терминалы для заправки самолетов. Основное внимание уделяется разработке математической модели, позволяющей минимизировать затраты на транспортировку топлива.*

Ключевые слова: *транспортная задача, оптимизация производственных процессов, авиация, топливо, терминал, хранилище.*

В современных условиях развития транспортной системы авиационные перевозки занимают лидирующие позиции в обеспечении мобильности населения и грузоперевозок на глобальном уровне. Эффективность авиационной отрасли напрямую зависит от оптимизации всех производственных процессов, включая систему топливообеспечения аэропортов.

Актуальность проблемы оптимизации поставок авиационного топлива обусловлена несколькими ключевыми факторами:

- Постоянным ростом объема авиаперевозок;
- Повышением требований к безопасности и надежности;
- Необходимостью снижения операционных издержек;
- Возрастающей ролью экологической составляющей.

По данным Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), в 2023 году мировые пассажирские авиаперевозки достигли рекордных показателей, превысив 4,3 миллиарда пассажиров. Прогнозируется, что к 2030 году этот показатель может увеличиться до 8,5 миллиарда пассажиров в год [1].

Статистика также показывает, что расходы на авиатопливо составляют значительную часть операционных затрат авиакомпаний – до 25-30% от общей стоимости перевозок.

Целью данной статьи является исследование применения транспортной задачи для оптимизации поставок топлива в аэропорту.

Рассмотрим решение транспортной задачи на примере деятельности АО «Аэропорт Пулково».

«Аэропорт Пулково» имеет 8 хранилищ авиационного топлива и 2 терминала. В таблице 1 указаны: стоимость перевозки одного литра топлива до терминала, объем хранилищ авиационного топлива в тысячах литрах и ежегодное потребление авиационного топлива каждым терминалом в тысячах литрах.

Таблица 1 .Стоимость перевозки одного литра авиационного топлива с хранилища до места заправки, в рублях.

	Терминал 1	Терминал 2	Запасы тыс. л.
Хранилище 1	16	18	55
Хранилище 2	16	15	40
Хранилище 3	15	16	40
Хранилище 4	18	18	65
Хранилище 5	15	16	45
Хранилище 6	16	17	55
Хранилище 7	17	16	50
Хранилище 8	17	17	50
Потребление тыс. л.	265	104	

Требуется составить план поставок топлива из хранилищ в терминалы, минимизирующий общие затраты на транспортировку, при условии полного удовлетворения потребностей терминалов.

Произведем проверку задачи на сбалансированность, сумма запасов равняется 400 тыс. л., сумма потребления – 369 тыс. л., так как сумма потребления меньше суммы запасов, вводим фиктивный терминал, его потребление будет равняться 31 тыс. л.

При необходимости минимизировать затраты, целевая функция будет иметь следующий вид:

$$Z = \sum_{i=1}^{8}\sum_{j=1}^{3} c_{ij}\, x_{ij} \to min ,$$

где матрица c_{ij} – стоимость перевозки из i-го хранилища в j-ый терминал, а матрица x_{ij} – количество топлива поставляемого из i-го хранилища в j-ый терминал.

При ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{8} x_{ij} = b_j,\ j \in [1,3],$$
$$\sum_{j=1}^{3} x_{ij} = a_i,\ i \in [1,8],$$
$$x_{ij} \geq 0, i \in [1,8], j \in [1,3],$$

где b_j – потребление в j-ом терминале, а a_i – запасы в i-ом хранилище.

С использованием надстройки «Поиск решения» в программе MS Excel был выполнен оптимизационный расчет, результаты которого представлены на рисунке 1. Полученное решение демонстрирует оптимизацию поставок топлива в аэропорту «Пулково».

	Терминал 1	Терминал 2	Терминал 3			
Хранилище 1	55	0	0	55	55	
Хранилище 2	0	40	0	40	40	
Хранилище 3	40	0	0	40	40	
Хранилище 4	34	0	31	65	65	
Хранилище 5	45	0	0	45	45	
Хранилище 6	55	0	0	55	55	
Хранилище 7	0	50	0	50	50	
Хранилище 8	36	14	0	50	50	
	265	104	31			
	265	104	31	Цел. ф-я	5897	тыс. руб.

Рис. 1. Оптимизация поставок топлива в аэропорту

В результате сумма затрат на поставку топлива в аэропорту составляет 5 897 тыс. рублей или 5 897 000 рублей с учетом оптимального распределения поставки авиационного топлива между хранилищами и терминалами.

Таким образом, транспортная задача является эффективным инструментом для оптимизации логистических процессов, позволяющим минимизировать затраты на транспортировку при заданных ограничениях. В рассмотренном примере, решение задачи по оптимальной поставке авиационного топлива в аэропорту «Пулково» позволило снизить общие расходы на транспортировку, обеспечив при этом полное удовлетворение потребностей всех терминалов. Полученные результаты подчеркивают важность применения математических моделей в управлении логистикой.

Список источников

1. Международная ассоциация воздушного транспорта, официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iata.org/

2. Транспортная задача линейного программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/573224/

УДК 004.89

Куприянова Д.Д., Морозова А.В.
Научный руководитель: Порядина О.В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ LLM ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КЛИЕНТАМИ

Аннотация. *В статье рассматривается использование технологий больших языковых моделей (LLM) для улучшения взаимодействия бизнеса с клиентами. Описываются возможности LLM в автоматизации обработки обращений, персонализации коммуникаций, повышении качества обслуживания клиентов и оптимизации бизнес-процессов.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, LLM, автоматизация, персонализация, качество обслуживания, бизнес-процессы.*

В эпоху цифровой трансформации бизнеса взаимодействие с клиентами претерпевает кардинальные изменения. Традиционные методы коммуникации уже не справляются с растущими ожиданиями пользователей, которые требуют мгновенных ответов, персонализированного подхода и круглосуточной доступности. Именно в этом контексте особое значение приобретают технологии искусственного интеллекта, использующие методы распознавания текста – большие языковые модели – Large Language Models (LLM), открывающие новые горизонты в клиентском сервисе.

Интеграция LLM в системы взаимодействия с клиентами становится необходимостью для компаний, стремящихся сохранить конкурентоспособность. Функциональные возможности данных моделей демонстрируют широкий спектр применения: от имплементации диалоговых систем искусственного интеллекта до комплексных решений по анализу клиентского опыта и прогнозированию потребительских предпочтений. Внедрение вышеуказанных технологических решений обусловливает необходимость всесторонней оценки их функциональных возможностей и ограничений, а также детального исследования воздействия на качество клиентского сервиса. В этой статье мы рассмотрим, как LLM могут повысить эффективность бизнеса в вопросе взаимодействия с клиентами.

Главное отличие LLM от простых языковых моделей заключается в их «масштабности» – они обучаются на огромных массивах данных, что

позволяет им лучше понимать контекст и генерировать более релевантный текст.

Интеграция больших языковых моделей в сферу бизнес-потребительского взаимодействия обусловливает фундаментальную трансформацию методологии клиентского сервиса и формирует инновационные возможности для развития корпоративных структур. Данные модели позволяют перейти от реактивного обслуживания к проактивному, обеспечивают персонализацию коммуникаций на новом уровне и мгновенную обработку запросов круглосуточно. Кроме того, они способствуют созданию унифицированного опыта взаимодействия на всех каналах общения.

Для бизнеса LLM открывают возможности автоматизации рутинных операций, снижения нагрузки на операторов, повышения качества обслуживания и анализа больших массивов данных. Они помогают прогнозировать потребности клиентов, что позволяет более эффективно настраивать предложения и улучшать клиентский опыт.

Однако внедрение LLM также ставит перед компаниями ряд вызовов. Технические вызовы включают интеграцию с существующими системами, обеспечение безопасности данных и необходимость постоянного обновления моделей. Организационные вызовы связаны с переобучением персонала, изменением процессов обслуживания и настройкой новых метрик эффективности.

Для успешной интеграции LLM в клиентский сервис компаниям следует рассмотреть несколько стратегий. Поэтапное внедрение позволяет начать с пилотных проектов, постепенно расширяя функционал и корректируя стратегию на основе мониторинга результатов. Гибридный подход сочетает использование AI и живых операторов, что обеспечивает автоматизацию рутинных задач при сохранении человеческого вмешательства в сложных случаях.

Для обеспечения высокого качества работы модели необходимо регулярно проводить её тестирование, собирать и анализировать обратную связь от пользователей, а также непрерывно актуализировать базу знаний. Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных достигается путём реализации многоуровневых систем защиты и строгого соблюдения законодательных требований в области обработки и хранения информации.

Принципы работы LLM состоит из реализации следующего алгоритма [1]:

1. Запрос. Пользователь обращается к модели с некоторым заданием.
2. Токенизация. Модель разбивает запрос на токены, что позволяет ей лучше понимать естественный язык.

3. Векторизация. Токены преобразуются в векторы, называемые эмбеддингами. Эти векторы отражают смысловое значение и контекст так, чтобы нейросеть могла применять к ним математические алгоритмы.

4. Формулирование ответа. Модель пропускает эмбеддинги через многочисленные слои информации, то есть собственную базу знаний. Каждый слой помогает модели лучше понять написанное и дать наиболее точный ответ.

5. Корректировка. Модель редактирует текст с учетом заложенных в нее фильтров.

6. Декодирование. Ответ модели преобразуется обратно в текст, чтобы человек смог его понять.

Одним из ярких примеров использования LLM является стратегия компании Яндекс, которая активно применяет технологию больших языковых моделей в России для улучшения своих сервисов и повышения качества взаимодействия с пользователями. LLM интегрированы в различные продукты Яндекса, такие как Яндекс. Диалоги, что позволяет создавать эффективных чат-ботов и виртуальных ассистентов [2]. Эти инструменты помогают автоматизировать обработку обращений клиентов, предоставлять персонализированные рекомендации и улучшать общий пользовательский опыт. Использование LLM способствует оптимизации рутинных процессов, анализу настроений пользователей и повышению точности поисковых запросов, что в итоге ведёт к более высокому уровню удовлетворённости клиентов и развитию новых возможностей для бизнеса.

LLM представляют собой мощный инструмент для улучшения клиентского опыта и оптимизации бизнес-процессов. Компании, которые смогут эффективно использовать эти технологии, будут лучше подготовлены к вызовам будущего и смогут предложить своим клиентам качественно новый уровень обслуживания.

Список источников

1. Большая языковая модель (LLM) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/llm. – 20.03.2025.

2. Оценка LLM: метрики, фреймворки и лучшие практики [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/852046/. – 20.03.2025.

УДК 004.832.2

Масленников А.Н., Нехаев И.Н.
Научный руководитель: Нехаев И.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Аннотация. *В статье рассмотрена постановка задачи прогнозирования временных последовательностей. Проанализированы основные проблемы, сложности при построении прогноза на несколько шагов вперёд. Предложены варианты решения проблем для получения более точного и достоверного прогноза.*

Ключевые слова*: временная последовательность, временной ряд, задача прогнозирования, модель прогнозирования, машинное обучение.*

Временная последовательность (или по-другому временной ряд, сигнал) представляет собой упорядоченный набор, вектор значений, собранный в определённые моменты времени. Обычно, промежутки между измерениями одинаковые. Временной ряд можно разложить на сумму нескольких составляющих: тренд, циклическая компонента и шум. Выделяют однопараметрические и многопараметрические последовательности. В однопараметрических с течением времени изменяется только один параметр, а в многопараметрических - два и более. Одной из целей анализа таких последовательностей является построение прогноза.

Прогнозирование - метод, способ получения будущих значений переменной на основе прошлых наблюдений, имеющихся данных об изменениях какого-либо процесса [1]. Для построения качественного прогноза применяются методы статистики, машинного и глубоко обучения. Особенностью прогнозирования временных рядов является то, что данные нельзя менять местами, нужно учитывать взаимосвязь данных и времени, так как далее на основе спрогнозированных значений будет строиться последующий прогноз [2].

Постановка задачи прогнозирования включает в себя определение целевой переменной, выбор горизонта прогнозирования - на сколько шагов вперёд нужно рассчитать значения, формулирование критериев, метрик для проверки найдено ли решение. Главная цель прогнозирования временного ряда - предсказать будущие значения переменных на основе

данных об исторических изменениях рассматриваемых параметров. Точный прогноз позволяет выявить тренды и паттерны, на основе которых человек сможет принимать более взвешенные решения. Для того, чтобы получить качественный прогноз, необходимо минимизировать погрешность, ошибку. Таким образом, входными данными для задачи прогнозирования является одна или несколько временных последовательностей вида: *[x(t-M), x(t-(M-1), … x(t-1), x(t)]*, где *t* - текущий момент времени, *x(t)* - значение некоторого временного ряда в момент времени t, а *M* - количество предыдущих наблюдений, необходимых для анализа. Требуется вычислить значения вектора *[x(t+1), x(t+2) … x(t+N-1), x(t+N)]*, где *N* - горизонт прогнозирования.

Для получения наиболее точного прогноза необходимо учитывать несколько моментов. Во-первых, можно выделить ряд проблем, связанных с используемыми данными. Так, исходные данные могут быть зашумлены, что негативно влияет на точность прогнозирования, так как становится сложнее выделить паттерны в последовательности. Кроме этого, значения временного ряда могут принимать любые значения. Более того, через некоторое время может измениться структура временного сигнала: тренд, амплитуда, шум, сезонность [3]. Поэтому, невозможно придумать, построить такую прогнозную модель, которая будет универсальна для любых последовательностей. Даже если полученная модель будет хорошо аппроксимировать временной ряд, то со временем её нужно будет актуализировать на накопленных новых данных, так как «молодые» данные оказывают большее влияние на прогноз, чем «старые». Наконец, в исходной последовательности могут быть пропущенные или заведомо некорректные значения, что затрудняет прогнозирование [4]. Поэтому, в самом начале, необходимо инициализировать пропущенные данные в анализируемом временном ряде.

Во-вторых, другая группа проблем сопряжена с источниками данных. Для обучения прогнозной модели нужно много данных, для того, чтобы модель научилась выявлять зависимости и умела под них подстраиваться. Если данных будет недостаточно, то алгоритм прогнозирования будет демонстрировать неустойчивые результаты. Чаще всего для обучения прогнозной модели на отдельном временном ряде данных мало по сравнению с объёмом данных, используемых для решения других задач. Особенностью прогнозирования временного сигнала является то, что полученные данные со временем станут входными для генерации нового значения прогноза. Для устранения этой проблемы, можно использовать данные из нескольких источников, при этом необходимо учитывать их характерные особенности и специфику. При использовании данных из

нескольких источников возникает проблема разной длины различных последовательностей, поскольку для некоторых алгоритмов прогнозирования необходимо, чтобы представленные временные последовательности были одинаковый длины.

И наконец, важно какой тип временного ряда мы прогнозируем: одномерный или многомерный, сколько переменных нужно спрогнозировать. Некоторое подмножество алгоритмов прогнозирования работают только с одномерными рядами. При работе с многомерными рядами формируются требования, ограничения по выбору доступных алгоритмов и моделей для прогнозирования. Также, задачу по прогнозированию одномерного сигнала можно трансформировать в многомерную, добавив экзогенные параметры.

Таким образом, задача прогнозирования временных рядов включает в себя исходные данные, цель прогнозирования, критерии для оценки полученного решения, горизонт прогнозирования. При практическом решении поставленной задачи нужно учитывать ряд сложностей, связанных с данными и доступной информацией.

Список источников

1. Мельников О.А. Научное прогнозирование: понятие и классификация методов / О. А. Мельников // Наукосфера. – 2023. – № 11-2. – С. 159-168. – DOI 10.5281/zenodo.10203777. – EDN OQHRZF.

2. Ковалевский В.Э. Построение модели прогнозирования временных рядов средствами автоматизированного машинного обучения / В. Э. Ковалевский Н.А. Жукова // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2024. – Т. 1. – С. 404-407. – EDN GGTVQJ.

3. Westergaard G. et al. Time series forecasting utilizing automated machine learning (AutoML): A comparative analysis study on diverse datasets //Information. – 2024. – Т. 15. – №. 1. – С. 39.

4. Кержаков Н.В. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ // Экономика и социум. 2022. №11-2 (102). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vremennye-ryady-i-trebovaniya-k-nim (дата обращения: 10.03.2025).

УДК 519.852.33

Моисеев А.В.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА О НАЗНАЧЕНИЯХ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРВЕРОВ ПОД БАЗЫ ДАННЫХ

Аннотация. *В статье исследуется применение экономико-математического моделирования для оптимизации распределения производительности серверов между базами данных.*

Ключевые слова: *задача о назначениях, математическое моделирование, производительность, распределение, серверы, базы данных.*

В современных условиях развития информационных технологий наблюдается тенденция к увеличению объёмов данных и количества баз данных при одновременном росте требований к производительности и времени отклика систем. Это приводит к необходимости оптимизации процессов распределения нагрузки и совершенствования системы размещения баз данных между доступными серверами. В этих условиях особую актуальность приобретает применение методов экономико-математического моделирования, позволяющих формализовать процесс распределения баз данных с учётом минимизации затрат на обработку и передачу информации. Использование задачи о назначениях как инструмента математического моделирования даёт возможность получить оптимальное решение, основанное на объективных данных, что существенно превосходит традиционные методы распределения нагрузки, основанные на субъективном опыте системных администраторов.

Целью данной статьи является исследование применения задачи о назначениях для оптимизации распределения производительности серверов.

Решение транспортной задачи приведено в данной статье на примере деятельности «1С-Рарус Йошкар-Ола», являющегося одним из ключевых поставщиков программ на базе 1С: Предприятие. Компании необходимо распределить серверы под следующие базы данных конфигураций 1С: Бухгалтерия государственного учреждения (БГУ), Зарплата и кадры государственного учреждения (ЗКГУ), Больничная Аптека (БА),

Управление торговлей (УТ), Розница. В таблице 1 предоставлены данные производительности серверов при работе с базами данных.

Таблица 1 – Производительность серверов (запросов в секунду)

Сервер	**БГУ**	**ЗКГУ**	**БА**	**УТ**	**Розница**
Сервер 1	2400	2800	2000	3200	3500
Сервер 2	2200	3000	2500	2800	2400
Сервер 3	2300	3100	2200	2900	2200
Сервер 4	2600	2900	2800	2900	2200
Сервер 5	2500	3300	1900	3000	2600

Необходимо разработать оптимальный план распределения серверов под базы данных, чтобы максимизировать общую производительность системы при условии, что каждый сервер будет назначен только под одну базу данных и каждая база данных будет размещена только на одном сервере.

Поскольку количество серверов равно количеству баз данных, следовательно, задача является сбалансированной. Для решения поставленной задачи построим математическую модель. Пусть x_{ij} = 1, если i-ый сервер размещает j-ую базу данных, в противном случае x_{ij} = 0. Производительность взаимодействия i-ого сервера с j-ой базой данных равна c_{ij}j. Тогда целевая функция, стремящаяся к максимизации общей производительности системы, примет вид:

$$Z = \sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{5} c_{ij}\, x_{ij} \rightarrow min\ ,$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^{5} x_{ij} = 1, j \in [1,5],$$
$$\sum_{j=1}^{5} x_{ij} = 1, i \in [1,5],$$
$$x_{ij} \in \{0,1\}, i \in [1,5], j \in [1{,}5].$$

Для решения задачи оптимального распределения серверов под базы данных была применена надстройка “Поиск решения” в программной среде Microsoft Excel. Данная надстройка позволила провести необходимые вычисления на основе заданных ограничений по производительности, объему памяти и требованиям к обработке данных. Итоги оптимального распределения серверов под базы данных наглядно представлены на рисунке 1.

Сервер	БГУ	ЗКГУ	БА	УТ	Розница		
Сервер 1	0	0	0	0	1	1	1
Сервер 2	0	0	1	0	0	1	1
Сервер 3	0	0	0	1	0	1	1
Сервер 4	1	0	0	0	0	1	1
Сервер 5	0	1	0	0	0	1	1
	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1		
Целевая функция:		14800	(запросов в секунду)				

Рис. 1. Оптимальное решение задачи о назначениях

При оптимальном распределении нагрузки между серверами для размещения баз данных общая производительность серверов составляет 14800 запросов в секунду.

Применение экономико-математического моделирования в сфере управления серверными ресурсами открывает широкие возможности для оптимизации IT-инфраструктуры. Данный подход позволяет не только эффективно распределять вычислительные мощности между базами данных, но и учитывать множество факторов: от пропускной способности серверов до требований к скорости обработки запросов. Особую ценность представляет задача о назначениях как часть комплексного математического инструментария. Она помогает найти оптимальное решение для размещения баз данных с учетом их специфики, объема и интенсивности использования. Это становится критически важным для компаний с разветвленной информационной структурой, где требуется обеспечить бесперебойную работу множества приложений и сервисов.

Список источников

1. Леоненков А.В. Решение задач оптимизации в среде MS Excel / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 704 с. (дата обращения: 08.04.2025).

2. Сидоров Н.К. Экономико-математические модели в задачах распределения ресурсов СУБД // Экономика и менеджмент систем управления. - 2023. - №5.

УДК 004.8

Моисеев А.В.
Научный руководитель: Порядина О.В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИИ В УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСОВЫМИ СРЕДСТВАМИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Аннотация. *В статье исследуется применение технологий искусственного интеллекта для улучшения контроля и управления финансовыми средствами в организациях.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, машинное обучение, цифровизация, автоматизация, финансы.*

В эпоху стремительной цифровизации бизнес-процессов финансовые организации сталкиваются с беспрецедентными вызовами в управлении капиталом. Растущий объем данных, необходимость принятия мгновенных решений и минимизация рисков требуют принципиально новых подходов к финансовому менеджменту. Именно поэтому технологии искусственного интеллекта (ИИ) становятся ключевым драйвером трансформации современной финансовой индустрии.

Данное исследование посвящено комплексному анализу внедрения ИИ-решений в управление корпоративными финансами. Особое внимание уделяется оценке эффективности алгоритмов машинного обучения, систем предиктивной аналитики и технологий обработки естественного языка в оптимизации финансовых потоков организаций.

Искусственный интеллект стремительно трансформирует финансовую индустрию, внедряя автоматизацию, совершенствуя процессы принятия решений и предоставляя аналитику на основе данных. ИИ модернизирует следующие отрасли финансового сектора:

1. Борьба с мошенничеством и оценка рисков: Современные ИИ-системы способны обрабатывать массивы данных для обнаружения необычных паттернов, помогая банкам и финансовым организациям оперативно находить признаки мошенничества. Интеллектуальные системы риск-менеджмента позволяют в реальном времени оценивать кредитоспособность клиентов, контролировать денежные потоки и пресекать подозрительные операции.

2. Умная торговля: Торговые платформы на базе ИИ анализируют рыночную информацию, новостной фон и общественное мнение в соцсетях, чтобы мгновенно совершать сделки. Такой подход существенно повышает эффективность торгов и минимизирует ошибки, свойственные человеческому фактору.

3. Индивидуальный подход к клиентам: Интеллектуальные чат-боты и финансовые ассистенты предлагают персонализированные рекомендации, учитывая личные предпочтения пользователя, его готовность к риску и инвестиционные цели. Это улучшает клиентский опыт и укрепляет доверие к финансовым организациям.

4. Прогнозирование будущего: ИИ-модели, анализируя прошлое и текущие рыночные тенденции, формируют достоверные прогнозы развития финансовых событий. На их основе компании оптимизируют инвестиционные портфели, принимают взвешенные решения и управляют рисками.

5. Умная отчетность: Искусственный интеллект автоматизирует процессы сбора и анализа данных для соответствия нормативным требованиям. Это помогает организациям поддерживать compliance и избегать штрафов за нарушения регуляторов [1].

Крупные финансовые компании активно внедряют ИИ-технологии для оптимизации различных процессов. JPMorgan Chase использует систему COIN для автоматизации анализа юридических документов, что позволяет существенно ускорить обработку контрактов и минимизировать ошибки. PayPal и American Express внедрили ИИ-технологии для защиты от мошенничества, анализируя транзакции в реальном времени и выявляя подозрительные операции на основе паттернов поведения клиентов.

Персонализированный подход к финансам также стал возможен благодаря ИИ [3]. Wealthfront применяет искусственный интеллект для создания индивидуальных инвестиционных стратегий, анализируя финансовое поведение клиентов и предлагая оптимальные решения для достижения их инвестиционных целей. Это демонстрирует, как ИИ может эффективно использоваться как для защиты финансовых интересов, так и для создания персонализированных финансовых продуктов [2]. На современном рынке представлено множество инновационных сервисов для управления финансами организации с использованием технологий искуственного интеллекта:

1. Truewind - это финансовый ассистент для стартапов, который автоматизирует закрытие финансового месяца и помогает в ведении бухгалтерии, используя GPT-3 для анализа бизнес-контекста.

2. Glean AI повышает прозрачность финансового учета, отслеживая операции, контролируя данные о поставщиках, сохраняя исторические данные и отправляя уведомления о расходах.

3. WellyBox - система для работы с квитанциями, которая интегрируется с Gmail и Outlook, использует GPT и OCR для распознавания документов, собирает электронные и бумажные квитанции и систематизирует данные от поставщиков.

Помимо использования специализированных сервисов для управления финансами, компании могут применять возможности современных языковых моделей, таких как ChatGPT, Яндекс Алиса, GigaChat и другие. Эти модели способны обрабатывать и анализировать большие объёмы данных, что позволяет использовать их для решения различных задач в финансовой сфере.

С помощью специальных запросов к языковым моделям можно: получать аналитические отчёты и прогнозы на основе имеющихся данных; автоматизировать рутинные задачи, например, составление сводных таблиц или анализ финансовых документов; генерировать идеи для оптимизации финансовых процессов; получать рекомендации по управлению инвестициями и оптимизации расходов.

Использование больших языковых моделей в качестве виртуальных помощников может значительно повысить эффективность работы финансового отдела, сократить время на обработку данных и уменьшить количество ошибок. Однако важно помнить, что такие модели требуют тщательной настройки и контроля качества генерируемой информации, а также обеспечения безопасности данных.

Список источников

1. 18 лучших инструментов искусственного интеллекта для финансов в 2025 году: наш лучший выбор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aimojo.io/ru/ai-tools-for-finance/. – 20.02.2025.

2. Применение ИИ в финансах выбор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sky.pro/wiki/profession/primenenie-ii-v-finansah/. – 20.03.2025.

3. Буханец, А.К. Гибридные модели машинного обучения для анализа финансовых рынков [Электронный ресурс] / А.К. Буханец, Д.А. Дудник, О.В. Косникова // Прикладные экономические исследования. – 2024. – № 1. С. 27-35. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/gibridnye-modeli-mashinnogo-obucheniya-dlya-analiza-finansovyh-rynkov. – 20.03.2025.

УДК 519.852.33

Морозова А.В.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Аннотация. *В статье исследуется применение экономико-математического моделирования для оптимизации распределения продукции крупного хлебокомбината в г. Йошкар-Ола с помощью транспортной задачи.*

Ключевые слова: *транспортная задача, математическое моделирование, распределение, логистика.*

В современных условиях развития пищевой промышленности наблюдается тенденция к увеличению объёмов производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий при одновременном росте требований к качеству и срокам доставки продукции конечному потребителю. Это приводит к необходимости оптимизации логистических процессов и совершенствования системы распределения готовой продукции между производственными подразделениями и точками продаж. В этих условиях особую актуальность приобретает применение методов экономико-математического моделирования, позволяющих формализовать процесс распределения продукции с учётом минимизации транспортных издержек и временных затрат. Использование транспортной задачи как инструмента математического моделирования даёт возможность получить оптимальное решение, основанное на объективных данных, что существенно превосходит традиционные методы распределения продукции, основанные на субъективном опыте логистических менеджеров.

Целью данной статьи является исследование применения транспортной задачи для оптимизации распределения материальных ресурсов.

Решение транспортной задачи приведено в данной статье на примере деятельности Хлебозавода №1, являющегося одним из ведущих производителей хлебобулочных изделий в г. Йошкар-Оле и поставляющего свою продукцию в сеть магазинов «Пятёрочка».

Производственные мощности:

- Хлебозавод №1 (центр города): 160 шт. в сутки
- Хлебозавод №1 (восточная часть города): 210 шт. в сутки

Потребности магазинов:

- Магазин 1 (север города): 100 шт. в сутки
- Магазин 2 (центр города): 120 шт. в сутки
- Магазин 3 (юг города): 150 шт. в сутки

Тарифы за одну поездку (одна поездка = одна машина):

- Между центром и севером города: 1500 руб.
- Между центром и югом города: 2000 руб.
- Между востоком и севером города: 1800 руб.
- Между востоком и югом города: 2200 руб.
- Внутри центра города: 1000 руб.

Необходимо оптимизировать систему распределения хлебобулочных изделий от двух производственных предприятий до трех торговых точек сети «Пятерочка» с целью минимизации общих затрат на транспортировку при условии полного удовлетворения спроса каждого магазина и полной загрузки производственных мощностей.

Поскольку суммарный объем производства хлебобулочных изделий на двух хлебокомбинатах (370 штук в сутки) точно соответствует общей потребности всех трех магазинов сети “Пятерочка” (370 штук в сутки) задача является сбалансированной.

Для решения поставленной задачи построим математическую модель. Пусть x_{ij} - количество единиц хлебобулочных изделий, поставляемых с i-го хлебокомбината в j-ый магазин. Тогда целевая функция, стремящаяся к минимизации общих затрат на транспортировку, примет вид:

$$Z = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{3} c_{ij}\, x_{ij} \rightarrow min \ ,$$

при ограничениях:

$$\sum x_{1j} = 100$$
$$\sum x_{2j} = 120$$
$$\sum x_{3j} = 150$$
$$\sum x_{i1} = 160$$
$$\sum x_{i2} = 210$$
$$\sum x_{ij} \geq 0$$

В процессе работы использовалась функция «Поиск решения» в программе MS Excel для автоматизации расчётов. На рисунке 1 представлены итоги наилучшего распределения грузоперевозок.

		Заводы			
		1 (центр)	2 (восток)		
Магазины	1 (север)	1500	1800		
	2 (центр)	1000	1000		
	3 (юг)	2000	2200		
		100	0	100	100
		0	120	120	120
		60	90	150	150
		160	210	588000	
		160	210		

Рис. 1. Оптимальное решение транспортной задачи

В результате оптимизации транспортных перевозок общая сумма затрат составляет 588000 рублей при полном удовлетворении потребностей всех магазинов и эффективном использовании производственных мощностей хлебозаводов.

Таким образом, экономико-математическое моделирование транспортных потоков позволяет находить оптимальные решения в логистических задачах, минимизируя издержки и обеспечивая своевременную доставку продукции потребителям.

Транспортная задача является эффективным инструментом для оптимизации логистических процессов предприятия. Полученное решение демонстрирует рациональное распределение грузопотоков между производственными мощностями и точками реализации продукции. При этом полностью удовлетворены потребности всех магазинов, эффективно использованы производственные мощности обоих хлебозаводов, а также минимизированы транспортные расходы.

Список источников

1. Учебно-методическое пособие по разделу транспортная задача [Электронный ресурс]: К. Л. Самаров. – 2009 г. – 24 с. (дата обращения: 05.04.2025).

2. Хлебозавод № 1 [Электронный ресурс] // ВКонтакте: социальная сеть. – Режим доступа: https://vk.com/hlebozavod1 (дата обращения: 05.04.2025).

УДК 519.816

Новоселов Г.Н.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ 1С

Аннотация. *В статье исследуются возможности применения марковских моделей в 1С. Рассматриваются теоретические основы и принципы работы марковских процессов, а также направления возможного применения марковских моделей на платформе 1С: Предприятие.*

Ключевые слова: *марковские модели, принятие решений, неопределенность, управление запасами, 1С.*

В теории вероятностей под Марковской моделью подразумевается модель, используемая для моделирования псевдослучайно изменяющихся систем.

При этом, согласно свойству Маркова, предполагается, что будущие состояния системы зависят только от текущего состояния, а не от цепочки событий, произошедших до него.

Существуют несколько марковских моделей:

- Марковский процесс принятия решений;
- Скрытая марковская модель;
- Цепь Маркова;
- Частично наблюдаемый марковский процесс принятия решений.

Марковский процесс принятия решений представляет собой метод для моделирования процессов принятия решений в условиях неопределенности, и обычно определяется такими основными компонентами:

- Состояния (S) – Набор возможных состояний, в которых может находиться агент. Например, уровень запасов товара на складе.
- Действия (A) – Набор вариантов действий, доступных из каждого состояния S. Например, количество товара, которое нужно заказать.
- Вероятности перехода (P) – вероятность перехода из одного состояния S в другое после выполнения действия A.
- Вознаграждение (R) – числовой сигнал, получаемый агентом после перехода из одного состояния S в другое в результате какого-либо действия A.

- Политика (π) – Стратегия выбора действий агента, максимизирующая ожидаемое долгосрочное вознаграждение.

Цель использования модели же состоит в том, чтобы максимизировать накопленное вознаграждение с течением времени.

Возможности применения марковских моделей к 1С.

1С:Предприятие – это программный продукт, технологическая платформа, предназначенная для автоматизации бизнес-процессов предприятия. Так, для розничной и оптовой торговли могут использоваться функционирующие на данной платформе конфигурации, такие как 1С:Розница, 1С:Управления нашей фирмой, 1С:Управление торговлей и другие.

Рассмотрим несколько примеров применения марковских моделей к таким конфигурациям.

Прогнозирование рыночного спроса и планирование закупки товаров.

Применяя марковские модели, предприятия могут моделировать свои сценарии использования и пополнения запасов, чтобы максимизировать эффективность и минимизировать затраты, связанные с уровнями запасов и объемами заказов. Это позволяет компаниям лучше прогнозировать спрос и принимать обоснованные решения о пополнении запасов.

Рекомендательная система товаров для клиентов.

На основе скрытых марковских моделей можно анализировать данные о покупках клиентов и предсказывать предпочтения для более персонализированного предложения товаров.

Прогнозирование исхода бизнес-процесса.

Используя скрытую марковскую модель, в рамках бизнес-процесса продажи товаров по оптовой схеме, можно провести разбиение экземпляров этого бизнес-процесса по характеристике совершения покупки клиентом:

- Совершили покупку;
- Отложили покупку;
- Выбрали другую компанию;
- Не устроили условия.

Так, для бизнес-процесса продажи товара по оптовой схеме можно провести анализ сделок, которые находятся на промежуточном этапе, для прогнозирования возможного исхода. Более того, в случае, если вероятность нежелательного исхода будет больше заранее определенного значения, для такой сделки можно выработать корректирующие меры воздействия, направленные на исправление траектории движения.

Вывод. Использование марковских моделей в 1С может позволить бизнесу получить дополнительные возможности. Их способность

моделировать сложные сценарии, связанные с неопределенностью, делает их незаменимыми для анализа проблем, связанных с торговой и производственной деятельностью.

Список источников

1. Варнухов А.Ю. Скрытая марковская модель: метод построения модели бизнес-процесса // Бизнес-информатика. 2024. Т. 18. № 3. С. 41–55.

2. Пресман Э.Л. Модель управления запасами с ценами на сырье, зависящими от цепи Маркова с непрерывным временем / Э.Л. Пресман, И.М. Сонин // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2023. – № 2(59). – С. 12-34.

3. Емшиков Б.М. Марковские процессы принятия решений: современные подходы и применение в интеллектуальных системах / Б.М. Емшиков, Г.Д. Овезбердиев // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – Т. 2, № 12-1. – С. 41-42.

УДК 519.85

Полушина А.Н.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Аннотация. *В статье рассматривается задача оптимизации маршрутов доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции (АЗС) с целью минимизации транспортных затрат. На примере двух нефтебаз и трех АЗС демонстрируется применение методов линейного программирования для определения оптимальных объемов поставок.*

Ключевые слова: *оптимизация маршрутов, доставка нефтепродуктов, линейное программирование, логистика, минимизация затрат.*

В условиях высокой конкуренции на рынке автозаправочных станций снижение операционных расходов становится критическим фактором успеха. Логистические затраты, включая транспортировку топлива, составляют до 15% себестоимости продукции [2]. Актуальность задачи оптимизации маршрутов обусловлена:

— Экономическими факторами: необходимостью снижения затрат на ГСМ, оплату труда водителей и амортизацию транспорта.
— Экологическими требованиями: сокращение пробега автотранспорта уменьшает углеродный след.
— Ограничениями инфраструктуры: вместимость резервуаров АЗС и транспортных средств требует точного планирования поставок.

Постановка задачи

Имеется **n** нефтебаз и **m** АЗС. Каждая нефтебаза **i** имеет ограниченный объем поставок **Vi**, а каждая АЗС **j** — заданный спрос **Dj**. Стоимость доставки 1 литра топлива из нефтебазы **i** на АЗС **j** составляет **cij**. Цель — найти такие объемы поставок **xij**, чтобы минимизировать общие затраты. Целевая функция имеет вид [1]:

$$L(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} cij * xij \rightarrow min \quad (1)$$

Данная задача имеет ряд ограничений, таких как объем секции бензовоза, спрос на бензин на АЗС, имеющих вид:

- Выполнение спроса на каждой АЗС:

$$\sum_{i=1}^{n} xij = Dj, \text{ j = 1 … m.}$$

- Ограничение потребности реализации топлива на нефтебазах:

$$\sum_{i=1}^{m} xij = Vi, i = 1 \ldots n.$$

- Не отрицательность объемов:

$$xij > 0$$

Исходные данные

- 2 нефтебазы (V1 = V2 = 15 000), 3 АЗС (D1 = 8 000, D2 = 10 000, D3 = 12 000).
- Стоимости доставки (руб./литр):

Таблица 1 – Матрица стоимостей доставки топлива

	АЗС 1	АЗС 2	АЗС 3
Нефтебаза 1	5,00 ₽	6,00 ₽	7,00 ₽
Нефтебаза 2	4,00 ₽	5,00 ₽	6,00 ₽

Решение

Решение данной задачи производилось в среде MS Excel с применение программы «Поиск решения». Данная программа позволяет находить

множество значений переменных по заданному критерию результата. Матрица решений представлена в таблице 2:

Таблица 2 – Матрица решений задачи

	АЗС 1	АЗС 2	АЗС 3
Нефтебаза 1	8 000 л	7 000 л	0
Нефтебаза 2	0	3 000 л	12 000 л

Подставим данные из матрицы в формулу (1) и получим величину общих затрат на транспортировку нефтепродуктов:

$$L(x) = 8000 * 5 + 7000 * 6 + 3000 * 5 + 12000 * 6 = 169\,000 \text{ рублей.}$$

Таким образом, получен оптимальный план поставок нефтепродуктов с учетом выполнения спроса АЗС и потребности реализации нефтебаз. Применение методов линейного программирования показало свою эффективность в решении этой задачи, обеспечивая минимизацию затрат при соблюдении всех ограничений. Результаты исследования могут быть использованы для улучшения логистики поставок нефтепродуктов на АЗС.

Список источников

1. Рубанова Н.А. Математическое программирование: учебное пособие для вузов / Н. А. Рубанова. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 104 с. — ISBN 978-5-507-49033-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/401135

2. Щербанин Ю.А. Логистика в нефтегазовой отрасли: некоторые положения и соображения // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2016. №4. - Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/logistika-v-neftegazovoy-otrasli-nekotorye-polozheniya-i-soobrazheniya

УДК 330.3

Полушина А.Н.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ УИЛСОНА

Аннотация. *В статье рассматривается актуальная проблема оптимизации управления запасами нефтепродуктов на автозаправочных станциях (АЗС). Используя модель Уилсона, определяются оптимальные параметры управления запасами, такие как размер поставки, период поставки и точка заказа. Исследование показывает, что применение модели Уилсона позволяет минимизировать затраты и повысить эффективность логистических процессов на АЗС.*

Ключевые слова: *управление запасами, модель Уилсона, нефтепродукты, автозаправочные станции, логистика.*

Управление запасами нефтепродуктов на автозаправочных станциях является важнейшим аспектом логистики, напрямую влияющим на эффективность и прибыльность бизнеса. В условиях растущей конкуренции и колебаний спроса на топливо, оптимизация запасов становится ключевым фактором успеха. Модель Уилсона, широко используемая в управлении запасами, позволяет определить оптимальные параметры поставки, учитывая затраты на хранение и заказ.

Для составления модели Уилсона необходимо определить входные данные [1]:

- Интенсивность потребления (**v**): Средний объем продукции, потребляемый за единицу времени.
- Затраты на хранение (**S**): Стоимость хранения единицы продукции за единицу времени.
- Затраты на поставку (**K**): Фиксированные затраты на осуществление одной поставки
- Время поставки (**tД**): Время, необходимое для доставки новой партии нефтепродуктов.

На примере бензина АИ-92, учитывая интенсивность потребления 12 000 литров/сутки, затраты на хранение 10 руб./литр*сутки, затраты на поставку 10 000 руб. и время поставки 7 часов, рассмотрим модель Уилсона для управления запасами. Основными параметрами, определяющимися в модели, являются:

- Оптимальный размер поставки (Q):

$$Q = \sqrt{\frac{2*K*v}{S}};$$

- Период поставки (t):

$$t = \frac{Q}{v};$$

- Точка заказа (h):

$$h = v * tД;$$

- Общие затраты на управление запасами (L):

$$L = \frac{K*v}{Q} + \frac{Q}{2} * S.$$

Объем резервуаров на АЗС ограничен и составляет 50 000 литров. Согласно пункту 375 «Правил противопожарного режима в РФ», утверждённых постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 №1479, степень заполнения резервуаров топливом на АЗС не должна превышать 95% их внутреннего геометрического объёма [2].

Учитывая вышеизложенные условия, путем математических вычислений были получены следующие результаты:

- Оптимальный размер поставки (**Q**): 4 899 литров.
- Период поставки (**t**): примерно каждые 9,8 часов.
- Точка заказа (**h**): 3 500 литров.
- Общие затраты на управление запасами (**L**): примерно 48 889 руб./сутки.

Таким образом, для поддержания запасов бензина АИ-92 на АЗС необходимо производить поставки каждые 9.8 часов, то есть один раз в смену, с оптимальным размером партии в 4 899 литров. При уровне остатков нефтепродукта ниже 3 500 литров необходимо оперативно оформлять поставку новой партии.

Исследование показало эффективность применения модели Уилсона для оптимизации управления запасами нефтепродуктов на АЗС. Определенные оптимальные параметры позволяют минимизировать затраты и повысить оперативность поставок, что может существенно улучшить финансовые показатели АЗС.

Список источников

1. Каледин С.В. Финансовый менеджмент. Расчет, моделирование и планирование финансовых показателей: Учебное пособие для вузов / С. В. Каледин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-9339-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/189433

2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479.

УДК 314.7

Праулова Н.С.
Научный руководитель: Сушко В.И., канд. экон. наук, доцент
Научно-исследовательский экономический институт
Министерства экономики Республики Беларусь

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. *В статье исследуется миграция населения в Гродненской области Республики Беларусь начиная с 2000 года. Рассматриваются структура и основные тенденции миграционных процессов. Результаты исследования могут служить основой для разработки эффективной миграционной политики и улучшения условий жизни населения.*

Ключевые слова: *миграция, прибывшие, выбывшие, тенденция, анализ.*

Миграция населения – это важный фактор, оказывающий значительное влияние на социально-экономическое развитие территорий. В Гродненской области, как и в других регионах Республики Беларусь, процессы миграции имеют свои особенности и тенденции, которые требуют глубокого анализа.

Проведем анализ миграции населения в Гродненской области, исходя из официальных статистических данных. Для исследования возьмем данные по миграции за период 2000-2019 гг. [1].

Был выбран данный временной отрезок, т. к. не представляется возможным получить соответствующие достоверные статистические данные за более поздний период – данным по миграции с 2020 г. в Республике Беларусь присвоен гриф "секретно".

Миграционный прирост (убыль) населения – это разность между числом прибывших и выбывших за период времени. За исключением 2019 г., в Гродненской области имеет место миграционная убыль населения. В 2019 г. миграционный прирост населения составил 60 человек.

Исследуем этот показатель подробнее. Построим графики ежегодного количества прибывших и количества выбывших (рис.).

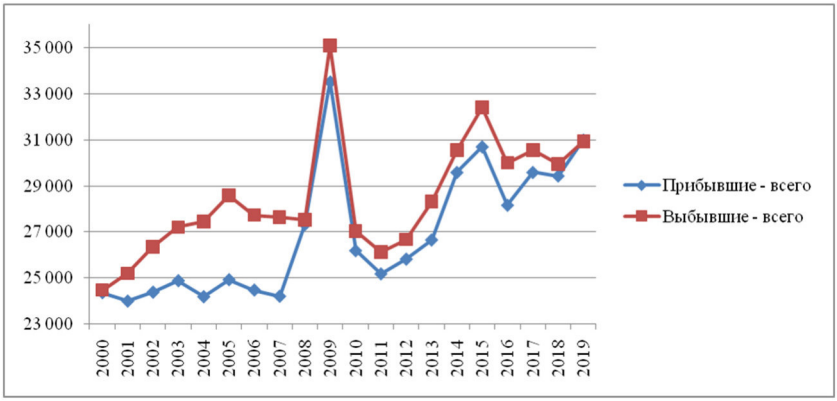


Рис. Графики ежегодного количества прибывших и количества выбывших по Гродненской области за 2000-2019 гг.

На графиках количества прибывших и количества выбывших заметна тенденция роста показателя. Общий объем внутренней миграции измеряется равным числом прибывших и выбывших, что объясняет схожую динамику данных показателей.

Анализ структуры показателя свидетельствует, что основную часть прибывших составили внутриреспубликанские мигранты – в среднем 92,6%. Основную часть международных мигрантов (в среднем 73,6%) составили прибывшие со стран СНГ – в среднем 5,3% от всех прибывших по области. Доля прибывших со стран вне СНГ растет.

Внутриобластная миграция составляет большую часть внутриреспубликанской миграции прибывших – в среднем 71%. Межобластная миграция в среднем составляет 29,0% внутриреспубликанской миграции прибывших и ее доля растет.

Внутриобластная миграция делится на межрайонную миграцию и внутрирайонную миграцию. Доля межрайонной миграции превышает долю внутрирайонной миграции и составляет в среднем 76,7%.

Исследуем подробнее количество выбывших из Гродненской области за период 2000-2019 гг. Анализ структуры показателя свидетельствует, что основную часть выбывших составили внутриреспубликанские мигранты – в среднем 96,4%. Большую часть международных мигрантов (в среднем 65,6%) составили выбывшие в страны СНГ – в среднем 2,2% от всех выбывших по области. Доля выбывших в страны вне СНГ растет.

Внутриобластная миграция составляет большую часть внутриреспубликанской миграции выбывших – в среднем 64,3%. Межобластная

миграция в среднем составляет 35,7% внутриреспубликанской миграции выбывших.

Т.к. данным по миграции с 2020 г. присвоен гриф "секретно", проследить точную динамику миграции за последние годы не представляется возможным. Однако можно сделать косвенные выводы о ее тенденции, основываясь на численности населения.

За 2000-2024 гг. в Гродненской области имеет место тенденция снижения численности населения. С учетом того, что за весь исследуемый период 2000-2019 гг., кроме последнего года, имела места миграционная убыль населения, можно предположить, что и в последующие годы численность населения снижалась за счет миграционного оттока населения, в том числе.

В пользу данных выводов свидетельствует информация из Концепции миграционной политики Республики Беларусь на 2024-2028 гг. В ней говорится о том, что с 2018 г. наблюдается уменьшение количества иностранных граждан и лиц без гражданства, постоянно проживающих и временно проживающих в Республике Беларусь [2].

В ходе проведенного анализа миграции населения в Гродненской области можно сделать выводы, о неравномерности миграционных процессов, которые напрямую влияют на демографическую ситуацию и экономическую активность региона. На протяжении 2000-2018 гг. наблюдалась миграционная убыль населения. Численность населения по Гродненской области стабильно сокращается. Это подчеркивает необходимость разработки эффективных мер, направленных на стабилизацию миграционных потоков и улучшение демографической ситуации в Гродненской области.

Список источников

1. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: https://dataportal.belstat.gov.by/osids/home-page/ (дата обращения 11.01.2025).

2. Концепция миграционной политики Республики Беларусь на 2024–2028 годы [Электронный ресурс]. URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22400048 / (дата обращения 15.01.2025).

УДК 519.85

Савельев Е.В.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В 1С

Аннотация. *Представлены результаты исследования временных затрат при выполнении типовых операций в системе 1С с использованием метода ветвей и границ. Разработана математическая модель оптимизации последовательности выполнения операций с учетом ресурсных ограничений.*

Ключевые слова: *метод ветвей и границ, оптимизация, бизнес-процессы, 1С, временные затраты, ресурсные ограничения.*

Рассматривается задача минимизации времени выполнения регламентных операций в системе 1С при наличии жестких ограничений на вычислительные ресурсы и кадровый состав. Предложен адаптированный алгоритм метода ветвей и границ, позволяющий сократить время обработки типовых процедур (таких как закрытие месяца) на 25-30% по сравнению с традиционными подходами. Особое внимание уделено вопросам интеграции алгоритма в стандартные конфигурации 1С: Предприятие.

Введение. Современные предприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации бизнес-процессов для повышения эффективности и снижения затрат. Одной из ключевых задач является минимизация временных издержек при выполнении рутинных операций, таких как закрытие месяца, инвентаризация или обработка документов в системе 1С. Данная проблема относится к классу задач дискретной оптимизации с ограничениями на ресурсы. Метод ветвей и границ (МВГ) является эффективным подходом для решения подобных задач, позволяющим находить оптимальное или близкое к оптимальному решение за приемлемое время. В статье рассматривается применение МВГ для оптимизации

временных затрат в 1С, учитывая ограничения на вычислительные мощности, человеческие ресурсы и последовательность выполнения операций.

Постановка задачи. Пусть имеется набор типовых операций $\{O_1, O_2, ..., O_n\}$, каждая из которых характеризуется:

- временем выполнения t_i,
- зависимостями между операциями (например, O_j может быть запущена только после завершения O_i),
- ограничениями на ресурсы (количество сотрудников, вычислительные мощности и т. д.).

Цель: найти такой порядок выполнения операций, при котором общее время обработки (T) минимально, а все ограничения соблюдены.

Метод ветвей и границ. Метод ветвей и границ основан на последовательном разбиении множества допустимых решений на подмножества (ветвление) и оценке их потенциальной оптимальности (границы).

Основные этапы:

1. Формирование дерева решений – каждая вершина соответствует частичному решению (подмножеству операций).
2. Оценка нижней границы – для каждого подмножества вычисляется минимально возможное время выполнения.
3. Отсечение заведомо неоптимальных ветвей – если текущая оценка хуже уже найденного решения, ветвь отбрасывается.
4. Поиск оптимального решения – продолжается до перебора всех возможных вариантов или достижения заданной точности.

Адаптация метода для 1С. В контексте системы 1С задача может быть формализована следующим образом:

1. Моделирование операций – каждая операция (например, переоценка товаров, расчет налогов) представляется как вершина графа.
2. Учет зависимостей – определяются жесткие (обязательные) и мягкие (желательные) связи между операциями.
3. Ресурсные ограничения – учитывается нагрузка на сервер 1С, количество доступных пользователей и лицензионные ограничения.

МВГ позволяет найти оптимальную последовательность, минимизирующую общее время, даже если некоторые операции могут выполняться параллельно (например, на разных серверах).

Практическая реализация. Для автоматизации процесса предлагается:

1. Интеграция алгоритма МВГ в конфигурацию 1С.
2. Использование встроенного языка 1С для оценки времени выполнения операций.

3. Визуализация оптимального плана выполнения задач.

Результаты тестирования:

Применение МВГ для оптимизации закрытия месяца на предприятии розничной торговли позволило сократить время обработки с 8 часов до 5,5 часов за счет перераспределения ресурсов и параллельного выполнения независимых операций.

Заключение. Метод ветвей и границ является эффективным инструментом для оптимизации бизнес-процессов в 1С, особенно при наличии жестких ограничений на ресурсы. Его применение позволяет значительно сократить временные затраты на выполнение типовых операций, что особенно актуально для крупных предприятий с высокой нагрузкой на систему.

Список источников

1. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация: алгоритмы и сложность. — М.: Мир, 2020. — 512 с.
2. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. — М.: Мир, 2021. — 480 с.
3. Официальная документация 1С: Предприятие 8.3 [Электронный ресурс]. — URL: https://its.1c.ru/ (дата обращения: 25.03.2025).

УДК 519.854.2

Сазонов И.А.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. эк. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ

Аннотация. *В статье рассматривается применение метода динамического программирования для решения многомерной задачи о ранце. Приведены математическая формулировка задачи, рекуррентные соотношения и результаты вычислений.*

Ключевые слова: *динамическое программирование, многомерная задача о ранце, оптимизация, ресурсы, логистика.*

Многомерная задача о ранце (МЗР) является классической задачей комбинаторной оптимизации, применяемой в логистике, экономике и управлении ресурсами. В отличие от классической задачи, МЗР

учитывает несколько ограничений, таких как вес, объем и стоимость. Математическая формулировка МЗР выглядит следующим образом [1]:

1. Максимизировать $\sum_{i=1}^{n} c_i \; x_i \rightarrow \max$

2. Соблюдение ограничений: $\sum_{i=1}^{n} w_{ij} \, x_i \leq Wj \;$? $\; x_i \in \{0,1\}$;

$i = \overline{1,n}$; $j = \overline{1,m}$,

где $\boldsymbol{c_i}$ - стоимость предмета j, $\boldsymbol{w_{ij}}$ – количество j-го ресурса, потребляемого i-м предметом, $\boldsymbol{W_j}$ - ограничение для ресурса j (грузоподъёмность, объём и т.д.), $\boldsymbol{x_i}$ - бинарная переменная, принимающая значение 1, если предмет i выбран, и 0 в противном случае.

Метод динамического программирования (МДП) основан на принципе разбиения сложной задачи на подзадачи с запоминанием их решений. Для решения МЗР создается многомерная таблица, в которой хранятся оптимальные решения для всех возможных комбинаций подмножеств предметов и ограничений ресурсов. Рекуррентная формула для вычисления значений в таблице выглядит следующим образом [3]:

$$= \begin{cases} m[i][r_1, r_2, \dots, r_n] \\ m[i-1, r_1, r_2, \dots, r_n], \text{если } w_{ij} > r_i \\ \max(m[i-1, r_1, r_2, \dots, r_n], m[i-1, r_1 - w_{i1}, r_2 - w_{i2}, \dots, r_n - w_{in}\,] + c_i), \\ \text{если } w_{ij} \leq r_i \end{cases}$$

где, $m[i][r_1, r_2, \dots, r_n]$ – максимальная ценность, которую можно получить, используя первые i предметов при ограничениях r_1, r_2, ..., r_n на ресурсы.

Рассмотрим МЗР для оптимизации доставки грузов автопарком с ограниченной грузоподъемностью объёмом грузовика. Компания должна решить задачу оптимизации доставки заказов, учитывая как весовые, так и объемные характеристики грузов. Необходимо выбрать такие заказы, которые в сумме не превышают грузоподъемности в 10 тонн и вместимость грузовика в 12 кубометров и одновременно максимизируют общую стоимость выполненных поставок. Данные по заказам, их весу и стоимости представлены в Таблице 1.

Таблица1 – Заказы на доставку (грузы):

	Объём (***vi***), м³	Вес (***wi***), тонны	Стоимость (***ci***), руб.
Заказ1	4	3	8000
Заказ2	6	5	12000
Заказ3	3	4	10000
Заказ4	5	6	14000
Заказ5	2	2	5000

В данной задаче мы рассматриваем ситуацию с набором заказов, где n представляет собой общее количество заказов, которое в нашем случае составляет 5. Задача требует от нас максимизировать стоимость заказов, учитывая ограничения по весу W и объему V, которые равны 10 и 12 соответственно. Каждому заказу соответствует набор параметров: вес ***w[i]***, объем ***v[i]*** и стоимость ***c[i]***.

Чтобы эффективно решить эту задачу, мы используем метод динамического программирования, задавая переменную *dp[i][w][v]*, которая представляет максимальную стоимость, которую можно получить, используя i заказов при заданных ограничениях по весу и объему.

Рекуррентная формула, лежащая в основе решения, будет выглядеть следующим образом:

$$\max(dp[i][w][v], dp[i-1][w-weights[i-1]][v-volumes[i-1] + values[i-1])$$

Здесь мы сравниваем два сценария: в первом случае мы просто игнорируем i-й заказ, а во втором – включаем его, если он соответствует ограничениям по весу и объему.

Инициализация таблицы dp происходит следующим образом: для всех w и v устанавливаем *dp[0][w][v] = 0*, так как при отсутствии заказов стоимость равна нулю. Остальные значения инициализируются как $-\infty$, позволяя отличать допустимые решения от недопустимых. Чтобы определить, какие конкретно заказы были включены в оптимальное решение, необходимо пройти по таблице dp в обратном порядке, начиная с позиции *dp[n][W][V] = dp[5][10][12]*. Если значения *dp[i][w][v]* и *dp[i−1][w][v]* равны, значит, i-й заказ не был включен в оптимальное решение, и мы перемещаемся к dp[i−1][w][v]. Если они разные, значит, заказ был включен, и мы добавляем его к нашему решению, переходя дальше к *dp[i−1][w− weights[i-1]][v− values [i-1]]*. В результате мы устанавливаем, что оптимальным результатом является включение заказов 1, 2 и 5, что ведет к общему весу в 10 тонн, объему в 12 кубических метров и общей стоимости 25,000 рублей (см. Рисунок 1).

```python
def knapsack(max_weight, max_volume, weights, volumes, values):
    n = len(weights)
    dp = [[[0] * (max_volume + 1) for _ in range(max_weight + 1)] for _ in range(n + 1)]

    for i in range(1, n + 1):
        for w in range(max_weight + 1):
            for v in range(max_volume + 1):
                dp[i][w][v] = dp[i - 1][w][v]
                if w >= weights[i - 1] and v >= volumes[i - 1]:
                    dp[i][w][v] = max(dp[i][w][v], dp[i - 1][w - weights[i - 1]][v - volumes[i - 1]] + values[i - 1])
    max_value = dp[n][max_weight][max_volume]
    w, v = max_weight, max_volume
    selected_items = []
    for i in range(n, 0, -1):
        if dp[i][w][v] != dp[i - 1][w][v]:
            selected_items.append(i)
            w -= weights[i - 1]
            v -= volumes[i - 1]
    selected_items.reverse()
    return max_value, max_weight - w, max_volume - v, selected_items
weights = [3, 5, 4, 6, 2]  # вес в тоннах
volumes = [4, 6, 3, 5, 2]   # объем в м³
values = [8000, 12000, 10000, 14400, 5000]  # стоимость в рублях
max_weight = 10
max_volume = 12
max_value, used_weight, used_volume, items = knapsack(max_weight, max_volume, weights, volumes, values)
print(f"Максимальная стоимость: {max_value} руб.")
print(f"Использованный вес: {used_weight} тонн.")
print(f"Использованный объем: {used_volume} м³.")
print(f"Номера выбранных заказов: {items}")
```

Рис. 1. Иллюстрация решения задачи с использованием МДП

Таким образом можно увидеть, что динамическое программирование занимает центральное место в решении многомерных задач о ранце. Этот метод демонстрирует высокую эффективность и существенно снижает временные затраты, при этом упрощая процесс решения.

Список источников

1. Топка В.В. Многомерная задача о рюкзаке: эффективный метод решения и возможные приложения // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2019. Т. 69, № 2. С. 54-64.

2. Посыпкин М.А., Тант Син С.Т. О распараллеливании метода динамического программирования для задачи о ранце // International Journal of Open Information Technologies. 2017. Т. 5, № 7. С. 1-5.

УДК 004.9

Стрельникова Е.А.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ПО КЛЮЧЕВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ООО “ПРОСТАЯ ЕДА”

Аннотация. *Изучены ключевые направления для определения эффективности работы организации, определены направления автоматизации отчетности*

Ключевые слова: *общественное питание, автоматизация, коммерческая организация, ключевые показатели, аналитические отчеты*

Сфера общественного питания сталкивается с растущими требованиями к эффективности и качеству предоставляемых услуг. Разнообразие продуктов и блюд разных культур делает современного потребителя более избирательным. В связи с этим у сетей общественного питания возникает необходимость проводить постоянную работу с ассортиментом, целевой аудиторией, позиционированием и другими аспектами. Для оценки эффективности требуется регулярно собирать и анализировать данные о продажах, акциях, изучать и предугадывать поведение покупателей. В связи с большим объемом входящей информации возникает необходимость автоматизации процессов обработки данных для оптимизации процессов и повышения конкурентоспособности предприятий. В этой статье мы рассмотрим направления автоматизации обработки данных в сфере общественного питания на примере сети кулинармаркетов “Простая еда”.

Для стабильной работы коммерческой организации важно получение прибыли. Ежедневно происходит множество операций: закупка сырья, оплата работы подрядчиков, продажа и списание товаров. Необходимо оперативно отслеживать изменения и отклонения от плановых значений. Поэтому легкое и быстрое формирование отчетов о финансовых показателях – одна из главных целей автоматизации. Также важно контролировать ассортимент, поэтому нужны данные о продажах товаров в динамике, в разрезе групп (супы, салаты и другое) и в разрезе точек продаж.

Формат кулинармаркета объединяет в себе классическую кулинарию, кафе и магазин. Клиент может зайти за одним товаром или полноценно пообедать, купить выпечку или десерт на праздник. Поэтому необходимо

изучать и сегментировать аудиторию, выявлять потребности и предпочтения клиентов. Также важно видеть результаты акций, в которых принимают участие клиенты. В сети действует программа лояльности, позволяющая получать больше скидок и бонусов. Она же станет главным источником данным при автоматизации, поскольку ее программное обеспечение позволит получить данные о транзакциях.

Формирование единой базы данных с транзакциями на всех точках продаж и автоматическое создание отчетов даст возможность ускоренной обработки информации. Это позволит специалистам уделить больше времени и внимания анализу полученной информации. Также грамотное хранение снижает риск потери данных. Для принятия управленческих решений нужны автоматически обновляемые отчеты с заданными метриками. Каждый отчет должен быть однозначен и непротиворечив, также важно соответствие бизнес-правилам и ограничениям. Полнота данных позволит выстраивать модели повторяющихся процессов и их прогнозировать результаты.

Таким образом можно сделать вывод о том, что в сети кулинармаркетов “Простая еда” на сегодняшний день есть следующие направления автоматизации процессов обработки данных и формирования отчетов: финансовые показатели, товарный и категорийный анализ, сегментация клиентов, анализ эффективности акций. Снижение трудозатрат на эти процессы позволит повысить качество подготовки и принятия управленческих решений, что положительно повлияет на эффективность работы сети и ее конкурентоспособность.

Список источников

1. Сайт компании ООО “Простая еда” [Электронный ресурс]–Режим доступа: https://prostayaeda.ru/

2. Статья “Автоматизация фастфуда в 2025 году” [Электронный ресурс]–Режим доступа: https://www.kp.ru/expert/biznes/avtomatizatsiya-fastfuda/

3. Кваша Н.В. Диагностика и анализ экономического состояния предприятия: учебное пособие / Н.В. Кваша, А.В. Исаков, М.Г. Слуцкий. — Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. — 90 с. — ISBN 978-5-89160-257-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/279251 (дата обращения: 06.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Балдин К.В. Информационно-аналитические системы в управлении предприятием : учебное пособие / К.В. Балдин, Г.Р. Фархшатова. — Москва: РТУ МИРЭА, 2023. — 78 с. — ISBN 978-5-7339-2012-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/398138 (дата обращения: 06.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

УДК 519.87

Стрельникова Е.А.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА НЕОБХОДИМОГО МИНИМУМА ПОСЕЩЕНИЙ ЗАНЯТИЙ В ФИТНЕС КЛУБЕ

Аннотация. *Составлена математическая модель для определения обязательного минимума клиентов организации*

Ключевые слова: *коммерческая организация, математическое моделирование, оптимизация затрат*

Основная цель коммерческой организации — получение прибыли. Для её достижения необходимо грамотно управлять финансами и оптимизировать затраты.

В первую очередь, компании нужно рассчитать все необходимые расходы: аренду помещений, выплаты по кредитам, зарплаты сотрудникам и другие операционные издержки. Важно также найти надёжные источники финансирования, которые покроют эти затраты.

Только когда выручка превысит сумму всех расходов, организация начнёт получать реальную прибыль. Грамотный анализ затрат позволяет создать эффективную модель бизнеса, определить минимальный объём производства или продаж, необходимый для успешного функционирования компании. Это, в свою очередь, помогает установить оптимальный уровень оказания услуг и обеспечить стабильное развитие организации.

В современных экономических исследованиях преобладает математическое моделирование [1]. При этом модели в большей степени учитывают количественные показатели (экономические, финансовые, производственные), чем качественные факторы (социальные, психологические).

Построение и изучение моделей называется моделированием. Моделирование есть научный метод исследования систем, рассматриваемых как оригиналы на их аналогах – моделях [2].

Составим математическую модель для определения необходимого минимума оказания услуг на примере фитнес клуба RAYON г. Йошкар-Ола [4]. В клубе проводятся групповые занятия по различным направлениям (йога, фитнес для беременных, растяжка, танцы и другие), также

есть тренажерный зал. Также администрация клуба предлагает в аренду зал групповых занятий за 700 рублей в час, тренажерный зал за 1000 рублей в час. Предоставляя аренду по этой стоимости, фитнес-клуб покрывает затраты на функционирование. Клуб работает 74 часа. Сдача помещений в аренду по этой стоимости позволяет покрыть затраты на функционирование. Клуб работает 74 часа в неделю. Найдем общую сумму затрат на функционирование клуба в течении недели:

1000 * 74 + 700 * 74 = 125 800 рублей

Проведя расчеты, получаем сумму затрат в размере 125,8 тысяч рублей. Эту сумму можно получить при сдаче зала в аренду сторонним организациям или физическим лицам. Но на практике клуб большую часть времени самостоятельно проводит занятия, получая выручку от этой деятельности. По этой причине модель будет основана только на количестве посещений занятий и тренажерного зала клиентами. Потенциальный доход от аренды не будет учтен. Каждую неделю. проводятся 49 групповых занятий, тренажерный зал доступен все 74 часа работы клуба. Клиентам доступны абонементы на разное количество занятий, также стоимость зависит от характера занятия: групповое, групповое или самостоятельная тренировка в тренажерном зале. Средняя стоимость одного группового занятия 512,5 рублей, одного занятия в тренажерном зале – 275 рублей. Построим математическую модель, позволяющую определить, необходимый минимум клиентов на каждом занятии с учетом стоимости одного занятия для клиента. Пусть x – количество клиентов на групповом занятии, а y – количество клиентов в тренажерном зале в час. Тогда целевая функция будет выглядеть следующим образом:

$$F(x, y) = x * 512{,}5 + y * 275 = 125\,800$$

Ограничениями модели являются допустимое количество посетителей тренажёрного зала и допустимое количество посетителей групповых занятий. Для того, чтобы групповое занятие было проведено, должны записаться как минимум 3 клиента. Места в групповом зале достаточно, чтобы на тренировке присутствовало до 10 человек помимо тренера. Количество клиентов в тренажерном зале – целое неотрицательное число

$$2 \ll x \ll 10.$$
$$y \gg 0.$$

Используя для вычисления команду “Поиск решений” MS EXCEL, получаем результаты: x = 4,21, y =0,98. Проведя округление, можно сделать вывод: для фитнес-клуба RAYON необходимым минимумом

являются 4 клиента на каждом групповом занятии и 1 клиент в тренажёрном зале каждый час. В неделю минимальные значения составляют 196 посещений групповых занятий и 74 посещений тренажерного зала. Суммарно 270 посещений. По информации, предоставленной администрацией клуба, в неделю насчитывается до 400 посетителей, что превышает необходимый минимум и свидетельствует об эффективной работе клуба. Постоянный поток клиентов возможен благодаря рекламе в социальных сетях, регулярном обновлении программы и обучении персонала, программе лояльности для постоянных клиентов и комплексу дополнительных услуг (составление плана питания, проведение онлайн тренировок и другие).

Применение математического моделирования для определения необходимого минимума оказания услуг является эффективным решением.

Список источников

1. Беришвили О.Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебное пособие / О.Н. Беришвили, С.В. Плотникова. — Самара: СамГАУ, 2022. — 123 с. — ISBN 978-5-88575-687-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301967. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гусева Е.Н. Экономико-математическое моделирование: учебное пособие / Е.Н. Гусева. — 4-е изд., стер. — Москва: ФЛИНТА, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-89349-976-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/277790. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Катаргин Н.В. Экономико-математическое моделирование: учебное пособие / Н.В. Катаргин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-3075-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/213020. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сайт фитнес-клуба RAYON. [Электронный ресурс]–Режим доступа: https://rayonfitness.ru/

УДК: 519.8

Тищенко А.С.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРЕЗ ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Аннотация. *В данной статье рассматривается применение линейного программирования как инструмента для оптимизации ресурсов производственных предприятий в условиях современного рынка. Приведен пример решения задачи линейного программирования на основе деятельности предприятия ООО «Исток», которое занимается производством деревянной продукции, для оптимизации ресурсов. В статье описывается процесс формирования математической модели, включая целевую функцию и ограничения. Статья подчеркивает важность линейного программирования для повышения конкурентоспособности и устойчивости бизнеса.*

Ключевые слова: *Линейное программирование, математическая модель, минимизация затрат, максимизация прибыли, целевая функция.*

В условиях современного рынка производственные предприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации своих ресурсов для повышения эффективности и конкурентоспособности. Линейное программирование (ЛП) является мощным инструментом, который позволяет находить решения в оптимизации различных процессов и распределении ограниченных ресурсов с целью максимизации прибыли или минимизации затрат. ЛП предоставляет математические модели, которые могут описывать сложные экономические системы, они помогают анализировать влияние различных факторов на экономические показатели и принимать обоснованные решения.

Линейное программирование используется для решения задач, в которых необходимо максимизировать или минимизировать определенную целевую функцию при наличии ограничений. В контексте производственного предприятия целевая функция может представлять собой максимизацию прибыли или минимизацию затрат, а ограничения могут включать доступные ресурсы, производственные мощности и требования к качеству продукции.

Рассмотрим пример решения задачи линейного программирования для предприятия ООО «Исток» для оптимизации производства продукции и получения максимальной прибыли. Основной вид деятельности ООО «Исток» производство различной деревянной продукции. Самыми популярными товарами предприятия являются черни для лопат, рукоятки молотка, дверные ручки, топорища и кубики «Jenga». Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Ресурсы		Нормы затрат ресурсов на одно изделие					Общее количество ресурсов
		Черни для лопат	Рукоятка молотка	Дверные ручки	Топорища	Кубики "Jenga"	
Прибыль от		11	8	11	5,5	0,7	
Древесина м3	1-го вида	0,003	0,0019	0,001	0,0022	0,0003	40
	2-го вида	0,004	0,00348	0,0009	0,00121	0,0016	60
Трудоёмкость чел/ч		0,02	0,0145	0,021	0,01	0,001	336

Требуется построить математическую модель для нахождения плана производства продукции, максимизирующего прибыль.

Составим математическую модель задачи определив переменные решения, целевую функцию и ограничения.

При необходимости максимизировать прибыль, целевая функция будет иметь следующий вид:

$$F(x) = x_1 * c_1 + x_2 * c_2 + x_3 * c_3 + x_4 * c_4 + x_5 * c_5 \rightarrow max$$

Где,

x_n – прибыль за единицу продукции

c_n – количество изделий

При ограничениях:

$$0{,}003 * x_1 + 0{,}0019 * x_2 + 0{,}001 * x_3 + 0{,}0022 * x_4 + 0{,}0003 * x_5 \leq 40,$$
$$0{,}004 * x_1 + 0{,}00348 * x_2 + 0{,}0009 * x_3 + 0{,}00121 * x_4 + 0{,}0016 * x_5 \leq 60,$$
$$0{,}02 * x_1 + 0{,}0145 * x_2 + 0{,}021 * x_3 + 0{,}01 * x_4 + 0{,}001 * x_5 \leq 336,$$
$$x_n \geq 0,$$

Для решения задач линейного программирования используем надстройку «Поиск решения» в программе MS Excel, с ее помощью получим оптимальное решение задачи. Результаты выполнения отображены на рисунке 1.

	Переменные						
Название	черни для лопат	Рукоятка молотка	Дверные ручки	Топорища	Кубики "Jenga"		
Значение	10787	16	5358	3	7480		
Целевая функция	11	8	11	5,5	0,7	182975,5	
	Ограничения					Левая часть	Правая часть
Древесина 1-го вида	0,003	0,0019	0,001	0,0022	0,0003	40	40
Древесина 2-го вида	0,004	0,00348	0,0009	0,00121	0,0016	59,99751	60
Трудоёмкость чел/ч	0,02	0,0145	0,021	0,01	0,001	336	336

Рис. 1. Оптимизация производства продукции

Благодаря решению задачи линейного программирования мы вычислили максимальное значение прибыли, которая составляет 182 975,5 руб., при этом количество сделанной продукции – 10 787 черенков для лопат, 16 рукояток молотка, 5 358 дверных ручек, 3 топорища и 7 480 кубиков «Jenga» на это количество мы затратили 40 и 59,99751 м^3 древесины первого и второго вида соответственно, а трудоемкость, затраченная на изготовление продукции составила 336 чел/ч. Таким образом нам удалось максимизировать прибыль предприятия и эффективно использовать ограниченные ресурсы.

Линейное программирование является важным инструментом для оптимизации ресурсов производственного предприятия. Оно позволяет не только максимизировать прибыль, но и эффективно использовать ограниченные ресурсы. В условиях растущей конкуренции и изменения рыночной среды применение методов ЛП становится необходимым для повышения эффективности и устойчивости бизнеса. Используя линейное программирование, предприятия могут разработать стратегии, которые помогут им оставаться конкурентоспособными и успешными в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. Задачи линейного программирования и методы их решения [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nizrp.narod.ru/metod/kafpriklmatiif/15.pdf

2. Применение линейного программирования для оптимизации производственных процессов в современных предприятиях [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.publishing-vak.ru/file/archive-economy-2024-6/d8-barakin-boris.pdf

УДК 519.854.2

Черкасов А.А.
Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПО ПОСТАВКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Аннотация. *Представлено дерево, отражающее пошаговое решение производственной задачи с подробным пояснением к каждой подзадаче.*

Ключевые слова: *метод ветвей и границ, задача целочисленного линейного программирования.*

Целочисленное линейное программирование (ЦЛП) является расширением линейного программирования (ЛП) и применяется для задач, где переменные должны принимать целые значения. Необходимость в решении задач ЦЛП связана с тем, что многие экономические задачи ЛП, требуют целых решений. Примерами таких задач являются определение количества оборудования для закупки, планирование производства неразделимых единиц продукции.

В отличие от задач ЛП, в задачах ЦЛП округление решения не обеспечивает оптимальный результат. Для решения задач ЦЛП доступны два основных метода: метод ветвей и границ и метод Гомори (отсечения). Метод ветвей и границ считается более гибким и часто показывает лучшие результаты в широком диапазоне задач.

Целью данной работы является оценка эффективности метода ветвей и границ применительно к реальной задаче составления оптимального плана поставки программного обеспечения (ПО) заказчикам с целью получения максимальной прибыли и с учетом некоторых ограничений.

Формулировку задачи ЦЛП можно представить так: найти решение, при котором линейная функция принимает максимальное значение при заданных ограничениях [1]:

$$F = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i, \qquad i = 1, \ldots, m$$

$$x_j \geq 0, x_j \in Z, \; j = 1, \ldots, n$$

Первоначально находим оптимальное решение задачи без учета целочисленности переменных. Если среди полученных переменных нет дробных чисел, то найдено искомое решение задачи. Если в решении присутствуют дробные числа, то необходимо рассмотреть переход к новым переменным, пока не будет найдено решение задачи [2].

Метод ветвей и границ предполагает, что оптимальный нецелочисленный план дает значение функции, большее, чем всякий последующий план перехода. Пусть переменная x_j^* в решении – дробное число. Тогда в оптимальном решении ее значение будет либо меньше или равно ближайшему меньшему целому числу $x_j^* \leq K_j^*$, либо больше или равно ближайшему большему целому числу $x_j^* \geq K_j^* + 1$.

Алгоритм метода ветвей и границ можно представить так: 1. Находим решение задачи ЛП без учета целочисленности. 2. Составляем дополнительные ограничения на дробные результаты. 3. Находим решение двух задач с ограничениями на результаты решения. 4. В случае необходимости вводим дополнительные ограничения и, в результате получаем либо оптимальный целочисленный план, либо устанавливаем неразрешимость задачи.

Метод ветвей и границ при решении задач ЦЛП позволяет отбрасывать большие подмножества неоптимальных элементов множества допустимых решений. Рассмотрим применение метода ветвей и границ к решению задачи ЦЛП [3].

Наша компания разрабатывает и поставляет заказчикам два вида ПО “Стандарт” и “Эксперт+” для составления и контроля финансово-экономических планов производства и реализации продукции. В перечень работ включены следующие операции: 1) установка ПО на сервер заказчика; 2) развертывание и установка зависимостей; 3) тестирование и отладка ПО. Данные о доступных ресурсах по каждой операции (в чел/дн.) и прибыль (в д.е.) компании от реализации одной лицензии ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Расход на 1 ед. ПО		Доступно ресурсов
	Стандарт	Эксперт+	
Установка ПО	3	4	25
Развертывание ПО	1	2	14
Тестирование и отладка ПО	1	3	18
Прибыль от реализации	26	39	

Необходимо составить план поставки программного обеспечения, чтобы прибыль от ее реализации была максимальной.

Математическая модель задачи выглядит следующим образом:

$26x_1 + 39x_2 \rightarrow \max$, при условии:

1) $3x_1 + 4x_2 \leq 25$; 2) $1x_1 + 2x_2 \leq 14$; 3) $1x_1 + 3x_2 \leq 18$; 4) $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$, где x_1 – количество ПО “Стандарт”; x_2 - количество ПО “Эксперт+”.

Решение задачи методом ветвей и границ представлено на рисунке 1.

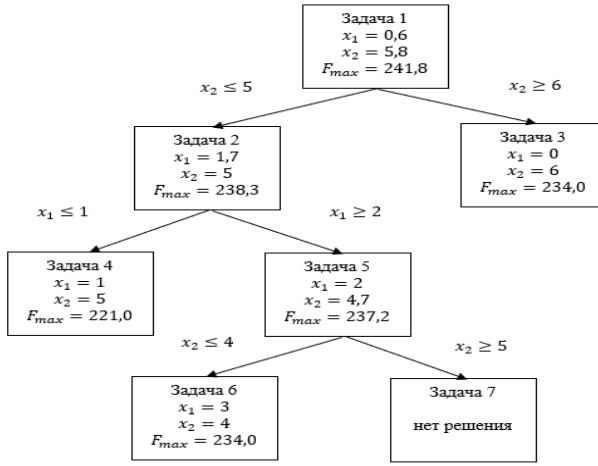


Рис. 1. Решение задачи методом ветвей и границ

1. Решаем задачу ЛП без условий целочисленности. Получаем оптимальное нецелочисленное решение: $x_1 = 0{,}6$; $x_2 = 5{,}8$; $F_{max} = 241{,}8$. Переменные x_1 ? x_2 в решении дробные, поэтому начинаем ветвление от любой из них. Выбираем x_2 для ветвления, получаем подзадачи 2 и 3, одна из них с ограничением $x_2 \leq 5$, а другая с ограничением $x_2 \geq 6$.

2. Решаем подзадачу 2 с ограничением $x_2 \leq 5$ получаем результат: $x_1^* = 1{,}7$; $x_2^* = 5$; $F_{max} = 238{,}3$. Переменная x_1 дробная, продолжаем ветвление и получаем подзадачи 4 и 5 с ограничениями $x_1 \leq 1$ и $x_1 \geq 2$ соответственно.

3. Решаем подзадачи 4 и 5. Результат решения подзадачи 4 с ограничением $x_1 \leq 1$: $x_1^* = 1$; $x_2^* = 5$; $F_{max} = 221{,}0$. Получено целочисленное решение, но это не гарантирует, что данный результат является оптимальным, потому что еще не решены подзадачи 3 и 5, которые также могут дать целочисленные решения. В подзадаче 5 с ограничением $x_1 \geq 2$ в подзадачу 2 получили следующее решение: $x_1^* = 2$; $x_2^* = 4{,}7$; $F_{max} = 237{,}2$. Продолжаем ветвление в этом направлении, так как

целочисленное решение не найдено. Вводим ограничения $x_2 \leq 4$ и $x_2 \geq 5$ и получаем подзадачи 6 и 7 соответственно.

4. Решаем подзадачи 6 и 7. При решении подзадачи 6 с ограничением $x_2 \leq 4$ получаем результат: $x_1^* = 3;\ x_2^* = 4;\ F_{max} = 234{,}0$. Получено целочисленное решение. Дальнейшее ветвление в этом направлении отпадает. Подзадача 7 с ограничением $x_2 \geq 5$ решения не имеет, так как в ходе поиска решения не удалось найти результат, для которого выполняются все ограничения задачи.

5. Исследуем подзадачу 3 с ограничением $x_2 \geq 6$ и находим ее оптимальное решение: $x_1 = 0;\ x_2 = 6;\ F_{max} = 234{,}0$. Получено целочисленное решение. Значение функции при этом не превышает ранее найденные решения. Поэтому поиск решения вдоль ветви $x_2 \geq 6$ можно прекратить.

В результате решения нашей задачи ЦЛП мы получили 2 оптимальных целочисленных плана реализации ПО:

$$x_1 = 3;\ x_2 = 4;\ F_{max} = 234{,}0 \quad \text{и} \quad x_1 = 0;\ x_2 = 6;\ F_{max} = 234{,}0$$

Метод ветвей и границ напрямую учитывает целочисленные ограничения. Это позволяет быстро отсекать ветви, которые не содержат оптимальное целочисленное решение. Разбивка на подзадачи помогает найти оптимальное целочисленное решение на ранних этапах. В задачах с большим количеством сложных ограничений метод ветвей и границ показывает хорошие результаты, т.к. он может более эффективно отсекать неперспективные ветви решений.

Метод ветвей и границ для решения задач ЦЛП относится к комбинаторным алгоритмам. В их основе лежит понимание, что количество возможных решений ограничено, и поэтому используется более эффективный частичный перебор. Комбинаторные методы менее подвержены погрешностям, возникающим при округлении чисел, и поэтому часто являются предпочтительным выбором.

Список источников

1. Шевченко А.С. Линейное программирование: учеб. пособие. Рубцовск: Рубцовский индустриальный институт, 2021. 150 с.

2. Богданова Е.Л., Соловейчик К.А., Аркина К.Г. Оптимизация в проектном менеджменте: линейное программирование: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2017. 165 с.

3. Жидкова Н. В., Мельникова О. Ю., Методы оптимизации систем: учеб. пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 149 с. ISBN 978-5-4486-0257-3

УДК 004.82

Шамиданова Е.Д.
Научный руководитель Бородин А.В., канд экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИ ЦЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. *Исследована возможность представления моделей ценности информации в системах логического программирования. Предложена классификация соответствующих моделей. На основе анализа литературных источников выявлены потенциальные области применения обсуждаемых моделей.*

Ключевые слова: *модель, нечисловая экономика, система логического программирования, теория риска, ценность информации.*

Внедрение в современное общество высоких технологий создает новые вызовы и возможности для анализа и обработки информации. В этом контексте системы логического программирования приобретают особую значимость благодаря своей способности представлять, манипулировать и выводить информацию с помощью строгих логических формализаций. Возможность представления знаний качественного характера здесь не исключение. Это касается, в том числе, представления знаний о ценности каких-либо сущностей (информации), в контексте, например, предпочтения их субъектами принятия решений. Данная статья посвящена исследованию моделей ценности информации в системах логического программирования, обеспечивающих эффективное решение задач в различных областях науки и техники.

Системы логического программирования, находят широкое применение в разработке интеллектуальных систем, экспертных систем и решении задач, связанных с обработкой естественного языка. К таким системам можно отнести Prolog. Prolog – это язык высокого уровня, не алгоритмический, предназначенный для написания программ с использованием концепций и методов логического программирования [3]. Важно понимать, как информация в таких системах может быть оценена с точки зрения ее значения, что открывает новые горизонты для улучшения алгоритмов и методов работы с данными.

С учетом роста объемов данных, которыми располагают вычислительные системы, актуально разработать качественные модели, позволяющие адекватно оценивать ценность информации [1]. Один из возможных подходов к разработке такого рода моделей предложен в работе [2]. В системах логического программирования это становится особенно важным, поскольку здесь информация обрабатывается не просто как факт, а в контексте логических взаимосвязей и правил вывода [3]. Это требует наличия механизмов, позволяющих оценивать не только полезность данных, но и актуальность решений, принимаемых на их основе.

Модели ценности информации в системах логического программирования можно условно разделить на несколько категорий:

1) Качественные модели: Оценка информации на основе её логического содержания и структуры, а также связи с другими фактами и правилами. В таких моделях важным аспектом является семантика программных конструкций.

2) Количественные модели: Применение математических и статистических методов для оценки значимости данных. Это может включать оценку уверенности в выводах на основе имеющейся информации и вероятностных моделей.

3) Комбинированные модели: Сочетание качественных и количественных подходов для более глубокой оценки ценности информации. Это может включать использование методов машинного обучения для оптимизации процессов [6].

Исследование моделей ценности информации в системах логического программирования подчеркивает важность интеграции различных подходов к оценке данных. Это не только повышает эффективность обработки информации, но и способствует улучшению качества решений, принимаемых на основе логических выводов. Важной сферой применения таких моделей являются теория риска [4, 5], а также решение задач нечисловой экономики [4] и информационной безопасности [2].

Перспективы дальнейших исследований по тематике данной работы заключаются в разработке специализированных методов, способных адаптироваться к специфическим требованиям различных областей применения, а также в интеграции с современными технологиями искусственного интеллекта и больших данных.

Список источников

1. Бородин А.В. Методологические основы моделирования в задачах экономики безопасности // Современные проблемы и перспективы социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 217-222.

2. Бородин А.В. Теоретико-игровые модели качественного анализа политик безопасности // Обозрение прикладной и промышленной математики. – 2004. – Т. 11. – № 4. – С. 765.

3. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2017. – 638 с.

4. Уразаева Т.А. Реляционная теория риска и ее приложения к теоретико-игровым задачам нечисловой экономики // Статистика и Экономика. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 12-21.

5. Уразаева Т.А. Риски на множествах нечисловой природы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Экономика и управление. – 2014. – № 1 (20). – С. 13-23.

6. Pickell D. Qualitative vs. Quantitative Data: Which to Use in Research? // G2. – URL: https://www.g2.com/articles/qualitative-vs-quantitative-data (дата обращения: 31.03.2025).

УДК 330.354

Яранцева Д.Д.
Научные руководители: Лаптева Т.А., ст. преподаватель;
Колесникова Т.Г. канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА НАСЕЛЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВРП МАРИЙ ЭЛ

Аннотация: *Статья исследует влияние демографических изменений на экономику Республики Марий Эл с акцентом на математическое моделирование роста населения и его последствия для валового регионального продукта (ВРП).*

Ключевые слова: *демографические изменения, экономика, рост населения, ВРП (валовой региональный продукт), математическое моделирования.*

Валовой региональный продукт (ВРП) является одним из ключевых показателей экономического развития региона. Прогнозирование ВРП имеет важное значение для планирования экономической политики, распределения ресурсов и оценки социально-экономического развития. Одним из факторов, влияющих на ВРП, является демографическая структура населения. В данной статье мы рассмотрим, как можно построить математическую модель для прогнозирования ВРП на основе демографических данных.

Для построения математической модели, которая позволяет прогнозировать ВРП на основе демографических данных, можно использовать регрессионный анализ.

Формула модели выглядит следующим образом:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \in$$

Где

Y -валовой региональный продукт,

β_0 - свободный член,

β_i -коэффициенты регрессии,

$\in$ -случайная ошибка.

Выбор независимых переменных (демографических факторов), которые будут влиять на зависимую переменную (ВРП), является ключевым этапом. В качестве независимых переменных можно рассмотреть следующие:

X_1 -Численность населения

X_2 -Процент молодежи (возраст 15–24 года)

X_3 -Уровень занятости (в %)

X_4 -Число мигрантов на 1000 жителей

На основе статистических данных Маристата была составлена таблица:

Исходные данные для регрессионного анализа.

Год	ВРП	Населе-ние	Процент молодёжи	Уровень занятости	Ми-гранты
	Y	X1	X2	X3	X4
2020	197 948	675 332	26	55	31
2021	226 451	677 000	25	56	30
2022	252 741	672 300	21	56	30
2023	304 473	669 854	25	55	28

Для оценки коэффициентов линейной регрессии используем матричный подход, который позволяет эффективно обрабатывать данные и получать результаты.

Матрица X должна включать константу (для свободного члена) и значения всех независимых переменных. Вектор Y будет содержать значения зависимой переменной.

Для нахождения коэффициентов β используется следующая формула:

Матрица X					Матрица Y	Матрица X^T			
1	675 332	26	55	31	197 948	1	1	1	1
1	677 000	25	56	30	226 451	675 332	677 000	672 300	669 854
1	672 300	21	56	30	252 741	26	25	21	25
1	669 854	25	55	28	304 473	55	56	56	55
						31	30	30	28

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

X^T - транспонированная матрица X ,

$(X^T X)^{-1}$ - обратная матрица к произведению $X^T X$

В результате проведенных расчетов мы получили следующую формулу для множественной регрессии:

$$Y = 5.18796469 + 2.33267963\ X_1 - 1.0098045\ X_2 - 2.11338535\ X_3 - 3.70409761\ X_4 + \in$$

Для получения прогнозных значений необходимо определить значения каждого из факторов, подставить их в уравнение и выполнить расчет прогнозного результата.

Исследование влияния демографических показателей на валовой региональный продукт (ВРП) Республики Марий Эл показало следующие результаты:

• При увеличении трудоспособного населения на 1 единицу ВРП возрастает на 2,33.

• С увеличением процента молодежи на 1 единицу ВРП уменьшается на 10,098.

• При увеличении уровня занятости на 1 единицу ВРП увеличивается на 21,133.

• Увеличение числа мигрантов на 1 единицу приводит к снижению ВРП на 37,040.

Эти коэффициенты показывают, как изменение каждой из независимых переменных связано с изменением валового регионального

продукта. Положительные значения указывают на то, что увеличение соответствующей переменной приводит к росту ВРП, в то время как отрицательные значения указывают на снижение ВРП при увеличении переменной.

Прогнозирование валового регионального продукта (ВРП) на основе демографических данных позволяет выявить связи между населением и экономическим развитием региона. Использование регрессионного анализа помогает принимать более обоснованные экономические решения. Однако для повышения точности прогнозов важно учитывать также экономическую политику и внешние факторы.

Список источников

1. Петрова И.П. Республика Марий Эл в цифрах: Крат. стат. сб. [Электронный ресурс]/Петрова И. П.//Маристат – Йошкар-Ола, 2024– 360с. URL: https://12.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/B%20цифрах_2024.pdf

2. Куницын О.Е. Подходы к оценке инвестиционной привлекательности региона [Электронный ресурс]/ Куницын О.Е.// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017) URL:http://naukovedenie.ru/PDF/48EVN317.pdf

Секция «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ В ЭКОНОМИКЕ»

УДК 519.86

Ахматова Д.М.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДЕРЕВЬЯ И ИХ СВОЙСТВА (ЧАСТНЫЙ ВИД ГРАФОВ)

Аннотация. *В данной статье рассматривается понятие дерева как частного вида графов, характеризующегося связностью и отсутствием циклов. Рассмотрены основные свойства деревьев, виды деревьев и их применение в математике и информатике.*

Ключевые слова: *деревья, графы, ациклические графы, остовные деревья, структуры данных, алгоритмы.*

Дерево – это связный ациклический граф, то есть граф, в котором между любой парой вершин существует путь, и при этом отсутствуют циклы. Если граф состоит из нескольких несвязных деревьев, его называют лесом.

Дерево можно определить несколькими эквивалентными способами: 1) связный граф без циклов; 2) граф, в котором между любыми двумя вершинами существует ровно один простой путь; 3) связный граф на n вершинах, имеющий ровно n –1 ребро; 4) связный граф, при удалении любого ребра которого он становится несвязным.

Пример дерева T, построенного на 10 вершинах.

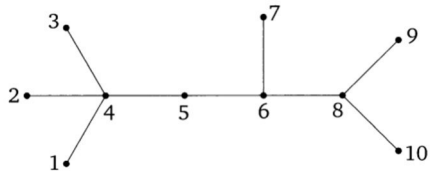


Рис. Дерево на десяти вершинах

Основные виды деревьев: 1) свободное дерево – дерево без выделенного корня; 2) корневое дерево – дерево с выделенной вершиной, называемой корнем. В корневом дереве определяют уровни (глубину) вершин; 3) ориентированное дерево – ацикличный ориентированный граф, в котором ровно одна вершина (корень) имеет нулевую степень захода, а у всех остальных степень захода равна 1; 4) бинарное дерево –

частный случай корневого дерева, где каждая вершина имеет не более двух потомков.

Рассмотрим свойства деревьев: 1) вершина графа G, имеющая единичную степень, называется листом; 2) у любого дерева *T*, построенного на $n > 2$ вершинах, имеется как минимум два листа; 3) в дереве *T*, построенном на *n* вершинах, имеется ровно $n - 1$ ребро:

$$| E | = | V | - 1 = n - 1;$$

4) любой простой связный граф *G*, построенный на *n* вершинах и имеющий $n - 1$ ребро, является деревом; 5) всякий связный граф, построенный на *n* вершинах, имеет как минимум $n - 1$ ребро; 6) связный граф *T* является деревом тогда и только тогда, когда любое его ребро является мостом; 7) граф *T* является деревом тогда и только тогда, когда для любых двух его вершин существует единственный простой путь, соединяющий эти вершинs; 8) пусть *T* есть остовное дерево связного графа *G*, и пусть *e* есть ребро, не принадлежащее *T*. Тогда граф $T+e$ содержит единственный цикл, причем этот цикл проходит через ребро *e;* 9) рассмотрим два различных остовных дерева *T* и T' простого связного графа *G*. Пусть *e* есть ребро остовного дерева *T*, не принадлежащее T'. Тогда в остовном дереве T' найдется ребро e', не принадлежащее остовному дереву *T* и такое, что граф $T - e + e'$ является остовным деревом графа *G*; 10) корневым деревом называется дерево с выделенной вершиной, называемой корнем. Корневым лесом называется лес, каждая компонента связности которого представляет собой корневое дерево; 11) частично упорядоченным множеством называется множество *P* (конечное или счетное) с введенным на нем бинарным отношением $\leq$ (так называемым отношением частичного порядка), удовлетворяющим следующим трем аксиомам: рефлексивность: для любого $x \in P$ справедливо соотношение $x \leq x$; транзитивность: если $x \leq y$ и $y \leq z$, то $x \leq z$; антисимметричность: если $x \leq y$ и $y \leq x$, то $x = y$; 12) остовное дерево $T^*(G)$ в связном графе *G* называется нормальным, если концевые вершины *x*,*y* любого ребра $e = \{x, y\}$, не принадлежащего дереву $T^*(G)$, сравнимы относительно частичного порядка $\leq$, введенного на множестве вершин корневого дерева $T^*(G)$.

Деревья просты, не содержат циклов и обеспечивают единственный путь между вершинами, что облегчает поиск и навигацию. Благодаря минимальному числу ребер они эффективны для оптимизации и моделирования иерархий. Однако их структура ограничена – отсутствие циклов и жесткая иерархия не всегда подходят для сложных связей.

Кроме того, деревья чувствительны к шуму и плохо адаптируются к динамическим изменениям.

Деревья широко применяются в различных областях. В технике и экономике они используются для построения минимальных связных сетей (например, минимальное остовное дерево), что важно при проектировании коммуникаций и оптимизации затрат. В информатике деревья служат основой для структур данных, алгоритмов поиска и сортировки, а также моделирования иерархий и классификаций, где корень дерева соответствует исходному множеству, а листья – конечным подмножествам. В биологии и генеалогии они отражают родственные связи, в логистике помогают оптимизировать маршруты и планирование.

Задача 1. В дереве 7 вершин. Сколько в нём рёбер?

Решение. В любом дереве количество рёбер всегда на 1 меньше количества вершин: $7-1=6$ рёбер.

Ответ: 6 рёбер.

Задача 2. В дереве 10 вершин, 9 из которых имеют степень 1. Чему равна степень оставшейся вершины?

Решение. В дереве с n вершинами количество рёбер равно n –1. Значит, здесь число рёбер равно $10-1=9$. Сумма степеней равна $2\cdot 9=18$. Девять вершин имеют степень 1, значит их суммарная степень равна $1\cdot 9=9$. Пусть степень оставшейся вершины равна d. Тогда: $9+d=18; d=18-9=9.$

Ответ: степень оставшейся вершины равна 9.

Задача 3. Пусть T дерево, в котором имеются только лишь вершины степени 1 и (или) 3. Предположим, что T имеет 10 вершин степени 3. Сколько вершин степени 1 может иметь такое дерево?

Решение. В любом дереве сумма степеней всех вершин равна удвоенному числу рёбер, а число рёбер равно n –1. Обозначим: x – количество листьев, y = 10 – количество вершин степени 3, $n = y + x$ – общее число вершин. Сумма степеней равна $1\cdot x+3\cdot y=x+30$. Число ребер равно: $|E|=n-1=x+9\cdot \quad 2|E|=2\cdot(x+9)=2x+18$. Получаем: $x+30=2x+18; 30-18=2x-x.$ Отсюда $x=12$.

Ответ. 12 листьев.

Список источников

1. Омельченко А. В. Теория графов. – М.: МЦНМО, 2018. – 416 с.
2. Шевелев Ю. П. Дискретная математика. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008. – 591 с.

УДК 519.86

Ахматова Д.М.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИБЛИЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РЯДОВ

Аннотация. *В статье рассмотрены методы приближенного решения дифференциальных уравнений с помощью рядов. Проанализированы основные подходы и алгоритмы, позволяющие получать точные и эффективные приближенные решения в случаях, когда аналитическое решение затруднено или невозможно.*

Ключевые слова: *дифференциальные уравнения, ряд Тейлора, метод последовательного дифференцирования, метод неопределённых коэффициентов, аналитические решения.*

Дифференциальное уравнение – это математическое выражение, которое связывает функцию и её производные. Оно описывает, как функция изменяется в зависимости от её аргументов

$$F(x, y, y', y'', ...) = 0.$$

Ряд Тейлора является одним из наиболее важных инструментов в приближенном решении дифференциальных уравнений. Он позволяет разложить функцию в окрестности некоторой точки в виде суммы бесконечного числа членов, включая производные этой функции в этой точке

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x - x_0)^2 + ... + \frac{f^n(x_0)}{n!}(x - x_0)^n + R_n(x).$$

Ряд, членами которого являются степенные функции аргумента x, называется степенным рядом:

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + ... + a_n x^n + ...$$

Если решение дифференциального уравнения не выражается через элементарные функции в конечном виде или способ его выражения слишком сложен, то для приближенного решения уравнения можно воспользоваться способом последовательного дифференцирования.

Алгоритм метода: 1) определить точку x_0, в которой необходимо разложить функцию $f(x)$; 2) найти производные f функции в точке x_0;

3) представить решение в виде ряда Тейлора в окрестности точки x_0; 4) усечь ряд на конечном числе членов.

Задача 1. Методом последовательного дифференцирования найти три первых члена разложения в решения ДУ $y'' = x \cdot y' - x \cdot y, y(0) = 1, y'(0) = 0.$

Решение. Представим решение в виде ряда Тейлора в окрестности точки $x = 0 : y(x) = y(0) + \frac{y'(0-1)}{1!}(x-0) + \frac{y''(0)}{2!}(x-0)^2 + \ldots \cdot$ Чтобы найти $y''(0)$, подставляем $x = 0$ в исходное уравнение: $y''(0) = 0 \cdot y'(0) - 0 \cdot y(0) = 0$. Дифференцируя исходное уравнение, вычисляем последующие производные:

$y'''(x) = y' + x \cdot y'' - y - x \cdot y' = x \cdot y'' + (1-x) \cdot y' - y$;

$y^{(4)}(x) = y'' + x \cdot y''' - y' + (1-x) \cdot y'' - y' = x \cdot y''' + (2-x) \cdot y'' - 2y'$;

$y^{(5)}(x) = y''' + x \cdot y^{(4)} - y'' + (2-x) \cdot y''' - 2y'' = x \cdot y^{(4)} + (3-x) \cdot y''' - 3y''.$

Подставляем $x = 0$ в выражения, чтобы найти значения в точке $x = 0$: $y'''(0) = -1; y^{(4)}(0) = 0; y^{(5)}(0) = -3$. Подставляя найденные значения в ряд Тейлора, получаем приближённое решение ДУ: $y = 1 + 0 + 0 + \frac{-1}{3!} \cdot x^3 + 0 + \frac{-3}{5!} \cdot x^5 = 1 - \frac{x^3}{6} - \frac{x^5}{40}.$

Метод неопределённых коэффициентов – это способ нахождения частного решения дифференциального уравнения путём подбора коэффициентов в заранее заданной форме решения. Особенно эффективен для линейных уравнений с переменными коэффициентами.

Основные шаги: 1) предположить решение в виде степенного ряда; 2) подставить ряд в дифференциальное уравнение; 3) приравнять коэффициенты при одинаковых степенях независимой переменной к нулю; 4) решить полученную систему уравнений для определения неопределённых коэффициентов; 5) подставить найденные коэффициенты в степенной ряд.

Задача 2. Методом последовательного дифференцирования найти три первых члена разложения в решения ДУ $y'' = x \cdot y' - x \cdot y, y(0) = 1, y'(0) = 0.$

Решение. Предполагаем, что решение можно представить в виде степенного ряда: $y(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \ldots$. Дифференцируем ряд для $y(x)$ почленно:

$y'(x) = c_1 + 2c_2x + 3c_3x^2 + 4c_4x^3 + ...; y''(x) = 2c_2 + 6c_3x + 12c_4x^2 + ...$ Из начальных условий находим: $c_0 = 1, \quad c_1 = 0.$ Подставляем полученные ряды:

$(2c_2 + 6c_3x + 12c_4x^2 + ...) - x(c_1 + 2c_2x + 3c_3x^2 + 4c_4x^3 + ...) + x(c_0 + c_1x + c_2x^2 +$

$+ c_3x^3 + ...) = 0; (2c_2 + 6c_3x + 12c_4x^2 + ...) - x(2c_2x + 3c_3x^2 + 4c_4x^3 + ...) + x(1 + c_2x^2 +$

$+ c_3x^3 + ...) = 0.$

Чтобы это уравнение было выполнено для всех x, необходимо, чтобы коэффициенты при одинаковых степенях x были равны нулю. $x^0 : 2c_2 = 0; x^1 : 6c_3 + 1 = 0; x^2 : 12c_4 - 2c_2 = 0; x^3 : 20c_5 - 3c_3 + c_2 = 0.$ Полученная система уравнений позволяет последовательно найти значения неизвестных коэффициентов: $c_2 = 0, c_3 = -1/6, c_4 = 0, c_5 = -1/40.$ Подставляя коэффициенты в степенной ряд, получаем решение уравнения: $y = 1 - \frac{x^3}{6} + \frac{x^5}{30}.$

Методы приближенного решения дифференциальных уравнений с помощью рядов имеют ряд преимуществ: решение выражается в виде формулы, что облегчает его анализ; они применимы к широкому классу уравнений, включая те, для которых нет точных решений; точность можно повысить, увеличивая число членов ряда. Однако такие методы имеют и недостатки: ряды могут сходиться медленно или не сходиться в некоторых областях; вычисление коэффициентов часто сложно, особенно для уравнений высокого порядка; ошибки округления также снижают точность результата.

Приближенные решения дифференциальных уравнений с помощью рядов широко применяются в разных областях. В химии это помогает моделировать реакции первого порядка с переменной скоростью, учитывая изменение условий во времени. В экономике такие методы используют для прогнозирования роста населения с учетом ограничений среды. В астрономии приближенные решения помогают рассчитывать движение планет в гравитационном поле.

Список источников

1. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. 2 часть – 2-е изд., испр. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 256 с.

2. Левова Г.А., Снежкина О.В. Математика. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: учеб.-метод. пособие. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 68 с.

УДК 519.86

Ахматова Д.М.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРЕМА ЭЙЛЕРА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ (ТЕОРИЯ ГРАФОВ)

Аннотация. *В данной статье рассматривается теорема Эйлера в теории графов, устанавливающая необходимое и достаточное условие существования эйлерова цикла и эйлерова пути в графе. Исследуется исторический контекст теоремы, а также современные приложения в различных областях. Работа также включает примеры практического использования теоремы Эйлера в задачах.*

Ключевые слова: *теорема Эйлера, эйлеров цикл, эйлеров путь, алгоритм Флёри, связный граф.*

Теорема Эйлера – фундаментальный результат теории графов, положивший начало этой области математики. Она возникла из знаменитой задачи о кенигсбергских мостах, решенной Леонардом Эйлером в 1736 году. Теорема описывает условия существования специальных маршрутов в графах – эйлеровых цепей и циклов, а также формулу Эйлера для планарных графов.

Теорема Эйлера для планарных графов. Для любого связного планарного графа $G= (V, E, F)$, где V – множество вершин, E – множество ребер, F – множество граней, выполняется соотношение:

$$|V|-|E|+|F|=2.$$

Формула верна только для связных планарных графов. Для несвязных графов обобщённая формула имеет вид:
$|V|-|E|+|F|=k+1$, где k – количество компонент связности.

Теорема (Неравенство для планарных графов). Для связного планарного графа без петель и кратных рёбер с $|V|\geq 3: |E|\leq 3|V|-6$.

Основные понятия и определения: 1) граф – множество вершин и рёбер, соединяющих пары вершин; 2) степень вершины – количество рёбер, инцидентных данной вершине; 3) эйлеров путь (эйлерова цепь) – путь в графе, проходящий по каждому ребру ровно один раз; 4) эйлеров цикл (эйлерова схема) – эйлеров путь, который начинается и заканчивается в одной и той же вершине; 5) эйлеров граф – граф, в котором существует эйлеров цикл. 6) полуэйлеров граф – граф, в котором существует эйлеров путь, но не цикл.

Теорема о существовании эйлерового цикла в графе. Связный граф G является эйлеровым тогда и только тогда, когда степени всех его вершин четны. Следствие 1. Если граф G эйлеров, то множество его ребер можно разбить на простые циклы. Следствие 2. Для того чтобы связный граф G покрывался единственной эйлеровой цепью, необходимо и достаточно, чтобы он содержал ровно две вершины с нечетной степенью. Тогда цепь начинается в одной из этих вершин и заканчивается в другой.

Эйлер решил задачу, поставленную в 18 веке: можно ли пройти по всем семи мостам города Кенигсберга (ныне Калининград), не переходя по одному мосту дважды и вернувшись в исходную точку? Представив части города как вершины, а мосты – как рёбра графа, Эйлер показал, что в этом графе четыре вершины имеют нечётную степень. Согласно теореме, эйлеров цикл в таком графе невозможен, значит, задачи с требованием пройти по каждому мосту ровно один раз и вернуться в исходную точку не существует.

Одним из наиболее известных и эффективных способов построения эйлерова цикла является алгоритм Флёри. Он сводится к нумерации ребер исходного графа от 1 до q так, чтобы номер ребра указывал, каким по счету это ребро войдет в эйлеров цикл. Начиная с любой вершины v, присваиваем ребру (v,u) номер 1. Вычеркиваем это ребро из списка ребер и переходим к вершине u. Пусть w – вершина, в которую попали в результате выполнения предыдущего шага и k – номер, присвоенный очередному ребру на этом шаге. Выбираем произвольное ребро, инцидентное вершине w, причем мост и ребро (w,v) выбираем только в крайнем случае, если других возможностей выбора ребра не существует. Присваиваем этому ребру номер $k + 1$ и вычеркиваем его из списка ребер. Алгоритм заканчивает работу, если попали в вершину v, и нет ни одного не пройденного ребра, инцидентного этой вершине.

Пример эйлерова цикла ($v_1, v_3, v_4, v_5, v_3, v_2, v_5, v_6, v_2, v_1$).

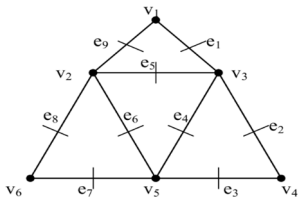


Рис. Эйлеров цикл.

Теорема Эйлера находит широкое применение в различных областях. В задачах оптимизации маршрутов она помогает планировать пути

почтовых доставок, вывоз мусора и уборку улиц, позволяя пройти по всем рёбрам (улицам) без повторений и минимизировать затраты времени и топлива. Также теорема лежит в основе алгоритмов поиска эйлерова пути, которые применяются в сетевом моделировании, биоинформатике и робототехнике.

Задача 1. Дан граф G со степенями вершин: $A = 2$; $B = 4$; $C = 4$; $D = 2$; $E = 2$. Определите, содержит ли граф эйлеров цикл или эйлеров путь.

Решение. Согласно теореме Эйлера имеем, что эйлеров цикл существует, если граф связный и все вершины имеют чётную степень. Эйлеров путь существует, если граф связный и ровно две вершины имеют нечётную степень. Необходимо проверить степени вершин: Все степени четные (2, 4, 4, 2, 2). Если граф связный, то в нем есть эйлеров цикл.

Ответ. Граф содержит эйлеров цикл.

Задача 2. Дан связный планарный граф с 8 вершинами и 13 рёбрами. Сколько граней имеет этот граф? Проверьте, выполняется ли для него неравенство для планарных графов.

Решение. Подставляем известные значения в формулу Эйлера: $8 - 13 + |F| = 2$. Отсюда $|F| = 7$. Проверяем неравенство для планарных графов. Подставляя известные значения в формулу $|E| \le 3|V| - 6$ получим $13 \le 3 \cdot 8 - 6 = 18$. Неравенство $(13 \le 18)$ выполняется, значит, граф может быть планарным. Граф имеет 7 граней.

Задача 3. Курьер должен объехать все улицы района, изображённые как рёбра графа: граф имеет 7 вершин, степени вершин: 2, 2, 4, 4, 4, 2, 2. Можно ли построить маршрут, проходящий по каждому ребру ровно один раз?

Решение. Все вершины имеют чётную степень, значит существует эйлеров цикл. Граф связный (по условию задачи). Пример маршрута: $A \to B \to C \to D \to E \to C \to F \to G \to D \to A$.

Список источников

1. Прокопенко Н.Ю. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016 – 251 с.

2. Бычкова Е.В., Ермоленко Т.В. Теория графов: учебно-методическое пособие для студентов специальностей «Программное обеспечение автоматизированных систем» и «Интеллектуальные системы принятия решений» дневной формы обучения. – Донецк: ГУИиИИ, 2010. – 108 с.

УДК 519.86

Иванов Р.О.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МИНИМАЛЬНОЕ ОСТОВНОЕ ДЕРЕВО. АЛГОРИТМ КРАСКАЛА

Аннотация. *В данной статье рассматривается решение задачи нахождения минимального остовного дерева графа, используя алгоритм Краскала.*

Ключевые слова: *остовное дерево, алгоритм Прима, алгоритм Краскала, ребро, компонента связности, граф.*

Формальная постановка задачи. Имеется неориентированный взвешенный граф. Назовем остовным деревом подграф, содержащий все вершины исходного графа, который является деревом. И задача состоит в том, чтобы найти такое остовное дерево, сумма рёбер которого минимальна.

Для нахождения минимального остовного дерева графа существуют два основных алгоритма: алгоритм Прима и алгоритм Краскала.

Алгоритм Краскала заключается в сортировке всех рёбер в порядке возрастания длины, и поочерёдному добавлению их в минимальный остов, если они соединяют различные компоненты связности.

Более формально: пусть уже нашли некоторые рёбра, входящие в минимальный остов. Утверждается, что среди всех рёбер, соединяющих различные компоненты связности, в минимальный остов будет входить ребро с минимальной длиной.

Для реализации алгоритма Краскала необходимо уметь сортировать рёбра по возрастанию длины (для этого воспользуемся собственным типом данных) и проверять, соединяет ли ребро две различных компоненты связности.

Пример.

Рёбра	ED	EC	AB	BE	AE	BC	CD
Веса рёбер	1	2	3	4	5	7	9

Таблица 1. Условия задачи

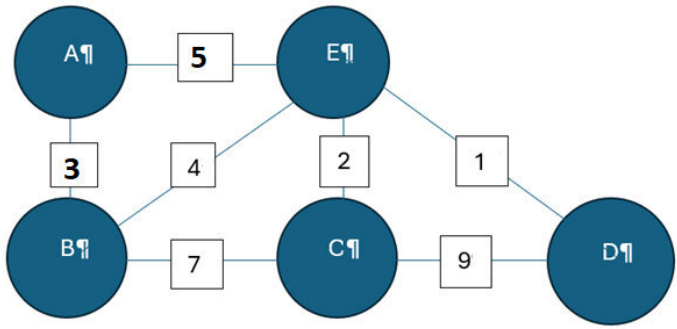


Рис. 1. Исходный граф

Решение:

Рассмотрим ребро ED, так как оно имеет минимальный вес. Добавим к ответу, т. к. E и D не в одном множестве. Объединим E и D в одно множество.

Рассмотрим ребро EC, добавим его к ответу, так как его концы соединяют вершины из разных множеств. Добавим C в множество.

Рассмотрим ребро AB, добавим его к ответу, так как его концы соединяют вершины из разных множеств. Объединим вершины в одно множество.

Рассмотрим ребро EB, добавим его к ответу, так как его концы соединяют вершины из разных множеств. Объединим вершины в одно множество.

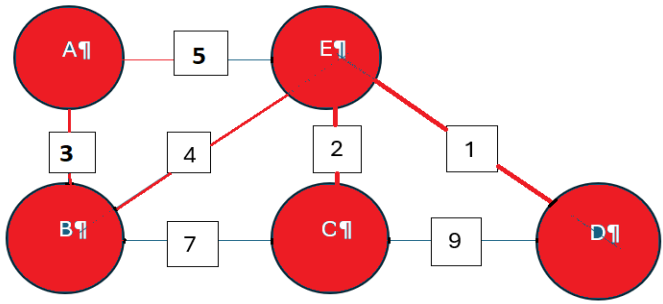


Рис. 2. Итоговый граф

Рёбра EA, BC, DC – соединяют вершины одного множества, поэтому они не будут добавлены в ответ. Все рёбра были рассмотрены, поэтому алгоритм завершает работу. Полученный граф – минимальное остовное дерево. Его вес равен 1+2+4+3 = 10.

Применение на практике.

1. Проектирование сетей связи и электроснабжения: минимизация затрат на прокладку кабелей или линий электропередач, при этом обеспечивается связность всех узлов.

2. Прокладка дорог и транспортных путей: выбор оптимального маршрута дорог для соединения городов с минимальными затратами.

3. Оптимизация распределённых вычислительных систем: минимизация коммуникационных затрат между узлами сети.

4. Кластеризация данных и построение иерархий: МОД помогает выявлять естественные группы и связи.

Таким образом, с помощью алгоритма Краскала можно эффективно решать задачу построения минимального остовного дерева. Приведённый пример и описание практических применений подчёркивают важность и универсальность данного алгоритма в инженерных и исследовательских задачах.

Список источников

1. Алгоритм Краскала, Прима для нахождения минимального остовного дерева // Habr URL: https://habr.com/ru/articles/569444/ (дата обращения: 01.05.2025).

2. Алгоритм Краскала // Университет ИТМО URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki (дата обращения: 01.05.2025).

3. Алгоритм Краскала // algorithmica URL: https://ru.algorithmica.org/cs/spanning-trees/kruskal/ (дата обращения: 01.05.2025).

4. Прокопенко Н.Ю. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016 – 251 с.

5. Бычкова Е.В., Ермоленко Т.В. Теория графов: учебно-методическое пособие для студентов специальностей «Программное обеспечение автоматизированных систем» и «Интеллектуальные системы принятия решений» дневной формы обучения. – Донецк: ГУИиИИ, 2010. – 108 с.

6. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

УДК 519.86

Иванов Р.О.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НА ГРАФАХ

Аннотация. *В данной статье рассматривается решение одной из экстремальных задач теории графов – задачи о вершинном покрытии графов.*

Ключевые слова: *инцидентность, граф, ребро, вершина.*

Классическая постановка задачи. Вершинное покрытие – это такое множество S вершин графа, что у каждого ребра графа хотя бы один конец входит в S. Задача заключается в том, чтобы выбрать в неориентированном графе минимальное (по количеству вершин) вершинное покрытие.

Алгоритм.

На каждом шаге алгоритма производим следующие действия:

1. Выбираем случайное ребро графа $e = (u, v)$.
2. Добавляем в решение S обе выбранные вершины u и v.
3. Удаляем из графа все ребра, инцидентные вершинам u или v.
4. Повторяем этот шаг до тех пор, пока не удалим все ребра графа.

Пример работы алгоритма.

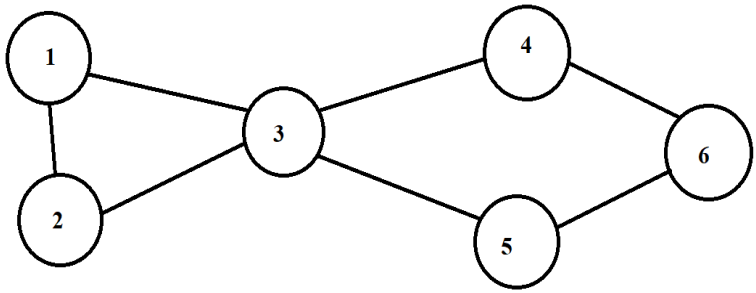


Рис. 1. Исходный граф

В приведенном примере минимальное вершинное покрытие содержит три вершины. Например, это могут быть вершины **1, 3** и **6**. Рассмотрим работу алгоритма на приведенном примере.

Первая итерация.

Выбираем случайное ребро. Например, ребро **(1, 3)**.

Добавляем в решение **S** обе вершины выбранного ребра: **S= {1, 3}**.

Удаляем из графа все ребра, инцидентные вершинам **1** или **3**.

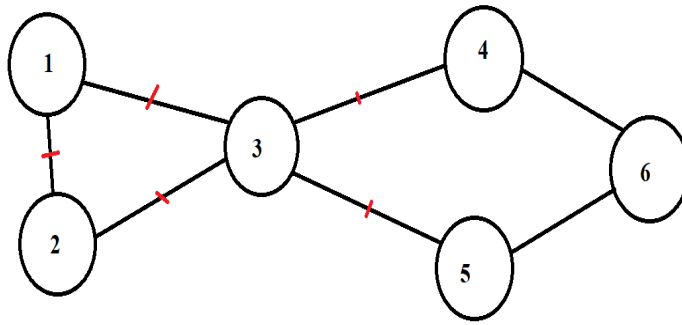


Рис. 2. Первая итерация

Вторая итерация.

Выбираем случайное ребро. Пусть это будет ребро **(4, 6)**.

Добавляем в решение **S** обе вершины выбранного ребра: **S={1, 3, 4, 6}**.

Удаляем из графа все ребра, инцидентные вершинам **4** или **6**.

В графе не осталось ребер. Следовательно, результатом работы алгоритма будет вершинное покрытие **S = {1, 3, 4, 6}**.

Практическое применение.

Вершинная раскраска графов находит широкое практическое применение в различных областях, где требуется распределение ресурсов с учётом конфликтов или ограничений.

Основные примеры применения.

1. Системы контроля и наблюдения: размещение минимального числа датчиков или камер так, чтобы контролировать все связи или пути в сети.
2. Диагностика оборудования и сетей: выявление минимального набора узлов для мониторинга состояния всей системы.

3. Проектирование интегральных схем и конвейерных линий: оптимизация тестирования и контроля элементов с минимальными затратами.

4. Оптимизация распределения ресурсов: например, в транспортных системах – минимальное число контрольных пунктов, охватывающих все маршруты.

Для практического решения применяются приближённые и параметризованные алгоритмы, включая методы кернелизации, которые уменьшают размер задачи, сохраняя её свойства, что позволяет эффективно решать задачи с небольшим параметром покрытия.

Таким образом, задача о вершинном покрытии служит моделью для оптимального размещения ограниченных ресурсов с покрытием всех критичных связей или элементов системы.

Список источников

1. Задача о вершинном покрытии // Habr URL: https://habr.com/ru/articles/120328/ (дата обращения: 01.05.2025).

2. Экстремальные задачи на графовых структурах. // Studfiles URL: https://studfile.net/preview/2277974/page:3/ (дата обращения: 01.05.2025).

3. Пономаренко В.С., Листровой С.В. Метод решения задачи о минимальном покрытии как средство планирования в GRID, Пробл. управл., 2008, выпуск 3, С. 78 – 84.

4. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.Э., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. − 3-е изд. − М.: МЦНМО, 2017. − 1296 с.

5. Прокопенко Н.Ю. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016 – 251 с.

6. Бычкова Е.В., Ермоленко Т.В. Теория графов: учебно-методическое пособие для студентов специальностей «Программное обеспечение автоматизированных систем» и «Интеллектуальные системы принятия решений» дневной формы обучения. – Донецк: ГУИиИИ, 2010. – 108 с.

7. Шевелев Ю.П. Дискретная математика. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008. – 591 с.

8. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

УДК 519.14

Кузнецов В.И.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМБИНАТОРНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

Аннотация. *В данной статье рассматривается тема комбинаторных конфигураций, основные понятия и способы их применения.*

Ключевые слова: *комбинаторика, комбинаторные конфигурации, выборка, сочетания, перестановки, размещения.*

Актуальность комбинаторных конфигураций обусловлена широким применением комбинаторики в различных сферах науки, техники и повседневной жизни. Комбинаторика изучает способы выбора и размещения элементов из множества, что позволяет решать задачи подсчёта, перечисления и оптимизации вариантов. Это важно для построения эффективных алгоритмов, анализа данных, криптографии, биологии, экономики, военного дела и других областей.

Одним из основных терминов в комбинаторике является выборка. Если из целого множества объектов выбирается некоторое подмножество, то его называют выборкой. Выборки бывают двух видов: упорядоченные и неупорядоченные, каждые из которых могут быть как с повторениями, так и без повторений. В упорядоченных выборках существует строгий порядок объектов, при изменении которого это уже будет другая выборка. В неупорядоченных порядок объектов значения не имеет.

В качестве примера рассмотрим набор цифр 1, 2, 3, 4 и 5, из которого можно составить различные числа, например 341, 25 или 5432. Сам набор цифр представляет собой неупорядоченную выборку, так как в нём имеет значение лишь сам набор элементов, а не их порядок. При этом, каждое составленное число будет являться упорядоченной выборкой с числом элементов равным разряду числа. В данном случае порядок важен, так как 21 и 12 – это разные числа, пусть и состоят из одинаковых цифр.

Другим важным термином являются перестановки. Перестановки – это различные упорядоченные наборы элементов, которые отличаются друг от друга лишь порядком. Если все элементы попарно различны, то перестановки таких элементов называются перестановками без повто-

рений. Число перестановок без повторений из n элементов обозначается P_n. Число всех таких перестановок равняется $n!$.

Так, возвращаясь к примеру с числами, составленными из набора цифр, числа 32145, 52413, 45312 и так далее, будут являться перестановками без повторений. Число всех чисел, которые можно составить, используя все цифры из набора, будет равно $Pn = 5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$.

Однако, если в изначальном наборе присутствуют одинаковые элементы, то из них составляются перестановки с повторениями. Число таких перестановок определяется по формуле:

$$P(n_1,n_2,...,n_k) = \frac{n!}{n_1!n_2!...n_k!},$$

где n – число элементов, а n_i – количество элементов каждого типа.

Размещения – это упорядоченные подмножества из какого-либо множества, а сочетания – это неупорядоченные подмножества. Как размещения, так и сочетания могут быть с повторениями и без них.

Размещения из n элементов по k без повторений определяются по формуле: $A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} = n(n-1)...(n-k-1).$

Для размещений с повторениями формула выглядит следующим образом: $\overline{A}_n^k = n^k$.

Число сочетаний без повторений из n элементов по k находится по формуле: $C_n^k = \frac{A_n^k}{k!} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$. Число таких сочетаний с повторениями будет равно: $\overline{C}_n^k = C_{n+k-1}^k = \frac{(n+k-1)!}{k!(n-1)!}$.

Каждое семейство попарно не пересекающихся множеств A_1 ,…, A_k из $n_1, n_2, ..., n_k$ элементов, в сумме составляющих множество A из n элементов, называется, $n_1, n_2, ..., n_k$ разбиением множества.

Подсчитаем число разбиений конечного множества A, где $|A| = n$, на k различных попарно непересекающихся подмножеств. При формировании упорядоченной последовательности A_1 ,…, A_k на первое место подмножество A_1 можно выбрать $C_n^{n_1}$ способами, на второе место подмножество A_2 можно выбрать из оставшихся $n - n_1$ элементов $C_{n-n_1}^{n_2}$ способами и т.д., на последнее место множество A_k можно выбрать из

оставшихся $n - n_1 - n_2 - \ldots - n_{k-1}$ элементов $C^{n_k}_{n-n_1-\ldots-n_{k-1}}$ способами. По правилу прямого произведения получаем, что общее число упорядоченных разбиений множества A на k подмножеств равно $C^{n_1}_n C^{n_2}_{n-n_1} \ldots C^{n_k}_{n-n_1-\ldots-n_{k-1}} = \frac{n!}{n_1! n_2 \ldots n_k!}$.

Это совпадает с числом перестановок с повторениями.

Упорядоченные разбиения множеств допускают интерпретацию в терминах «корзин» и «шаров». За второе примем элементы исходного множества A. Разложение «шаров» по различным упорядоченным подмножествам будем называть разложением шаров по различным корзинам. Так, n_1 шаров нужно положить в корзину A_1, n_2 шаров нужно положить в корзину A_2 и т.д.

Порядок множеств в неупорядоченном разбиении не является существенным. Так, считаются одинаковыми следующие разбиения множества $A = \{5,4,3,2,1\}$: $\{3,1\},\{5\},\{4,2\}$; $\{5\},\{4,2\},\{3,1\}$; $\{3,1\},\{4,2\},\{5\}$.

Найдём количество таких разбиений. Для этого обозначим подмножества и элементы за «корзины» и «шары». Все корзины, имеющие различное число шаров, являются различными и их число не будет отличаться от их числа при упорядоченном разбиении. Теперь рассмотрим корзины с одинаковым числом шаров. При упорядоченном разбиении они будут различными, однако при неупорядоченном они различны и могут рассматриваться как перестановки указанных корзин. Если количество корзин с одинаковым числом шаров равно m_i, то неупорядоченных разложений будет в $m_i!$ раз меньше, чем упорядоченных. В таком случае общее число неупорядоченных разбиений будет в $m_1! m_2! \ldots m_n!$ раз меньше, чем соответствующих упорядоченных.

Следовательно, число неупорядоченных разбиений будет определяться по формуле:

$$N(m_1, m_2, \ldots, m_n) = \frac{n!}{(1!)^{m_1} (2!)^{m_2} \ldots (n!)^{m_n} m_1! m_2! \ldots m_n!}.$$

Список источников

1. Шевелев Ю.П. Дискретная математика: [учеб. пособие для студентов вузов по направлению и специальности «Прикладная математика и информатика»]. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008. – 591 с.

2. Агапов Г.И. Задачник по теории вероятностей. – М.: Высш. шк., 1994. – 112 с.

УДК 510.6

Кузнецов В.И.
Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИЛОЖЕНИЯ БУЛЕВЫХ АЛГЕБР К ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫМ СХЕМАМ

Аннотация. *В данной статье рассматривается тема переключательных схем, приложение к ним булевых алгебр, их отличия от алгебр логики, их законы и операции над ними.*

Ключевые слова: *переключательные схемы, булева алгебра, логика, анализ, синтез.*

Актуальность приложения булевых алгебр к переключательным схемам обусловлена их фундаментальной ролью в современной цифровой электронике и автоматизации. Булева алгебра обеспечивает математическую основу для описания и анализа логических отношений в переключательных схемах, где каждый элемент принимает одно из двух состояний — «включено» или «выключено» (1 или 1), что идеально соответствует двоичной природе цифровых систем.

Под контактной (переключательной) схемой понимается схема, состоящая из замкнутых и разомкнутых контактов, соединенных параллельно, или последовательно, или смешанным образом. Алгебра логики имеет дело с двумя состояниями переменных: истинным и ложным (1 или 0). Переключательные схемы также могут находиться в двух состояниях: они могут быть замкнуты или разомкнуты.

Простейшая схема состоит из одного переключателя P, одного входа A и одного выхода B. Поставим в соответствие переключателю высказывание p: «Переключатель P замкнут». Если высказывание истинно, то импульс, поступающий на вход A, достигнет выхода B без потери напряжение, то есть, схема будет пропускать через себя ток. Если же высказывание ложно, то переключатель разомкнут и ток не проходит через систему. Так, любому высказыванию можно поставить в соответствие переключательную схему с двумя полюсами.

Так как любая формула алгебры логики может быть записана в виде ДНФ или КНФ, то ясно, что каждой формуле алгебры логики можно поставить в соответствие некоторую РКС, а каждой РКС можно поставить в соответствие некоторую формулу алгебры логики. Поэтому воз-

можности схемы можно выявить, изучая соответствующую ей формулу, а упрощение схемы можно свести к упрощению формулы.

При исследовании переключательных схем решаются две основные задачи. Первая – это синтез систем, который представляет собой нахождение структуры схемы по заданным условиям её работы. Синтез выполняется в определённом порядке. В первую очередь выполняется переход от словесного задания алгоритма функционирования к формальному в виде системы булевых функций, которые затем минимизируются. Далее происходит преобразование полученных минимальных выражений в базис, определяемый принятой элементной базой. Последним этапом является составление структурной схемы.

Второй задачей является анализ переключательных схем. Он состоит в определении условий работы схемы или отдельных ее элементов по уже имеющейся структуре схемы. Как для анализа, так и синтеза важно знать основные законы и операции.

Основными операциями алгебры логики являются конъюнкция, дизъюнкция и инверсия. В переключательных схемах эти операции так же существуют. Конъюнкция имеет вид двух последовательно подключённых переключателей, дизъюнкция – двух параллельно подключённых переключателей, а инверсия является нормально замкнутым переключателем (переключатель, который при подаче напряжения размыкается).

Имея необходимые элементы, по логической функции можно синтезировать переключательную схему любой сложности. Однако такая схема может оказаться неоправданно сложной, требующей использования большого числа операций, что соответственно будет влиять на сложность построения и исследования схемы. Во многих случаях можно упростить логическую функцию, применяя те или иные законы. Преобразование функций в целях упрощения называют минимизацией логических функций.

К переключательным схемам могут быть применены те же законы, что работают в алгебре логики. Например, переместительный закон, который позволяет менять местами переключатели при конъюнкции и дизъюнкции. Току в любом случае необходимо пройти через оба переключателя, а значит их порядок никак не влияет на итоговый результат. При этом, алгебра переключательных схем имеет и собственные, отличные от алгебры логики, законы.

Распределительный закон сложения относительно умножения, который выглядит следующим образом:

$x + yz = (x + y)(x + z)$.

Он является обратным для распределительного закона умножения относительно сложения и получается из последнего путем замены всех знаков на противоположные.

Преобразование логических функций с применением распределительного закона является основным методом упрощений, так как вынесение общего множителя за скобки сокращает общее число переменных в выражении, а следовательно, позволяет сократить число элементов в переключательных схемах.

Закон повторения, согласно которому имеем $x \cdot x \cdot \ldots \cdot x = x$ и $x + x + \ldots + x = x$. Действительно, если в цепи имеется множество одинаковых переключателей, то ток, либо пройдёт через все сразу, либо не пройдёт ни через один, что равносильно действию одного такого переключателя.

Закон инверсии для логического умножения запишется следующим образом:

$\neg (x \cdot y) = \neg x + \neg y$.

Для логического сложения – следующим образом:

$\neg (x + y) = \neg x \cdot \neg y$.

В соответствии с этим законом исходная и инверсная схемы связаны между собой так, что, когда исходная схема представляет собой замкнутую цепь, инверсная схема разомкнута, и наоборот.

Закон поглощения для сложения и умножения:

$x + x \cdot y = x$; $x \cdot (x + y) = x$.

Закон склеивания для сложения и умножения:

$x + \neg x \cdot y = x + y$; $x \cdot (\neg x + y) = x \cdot y$.

В момент переключения формулы могут оказаться неверными. Например, при включении электромагнитных реле, обычно применяемых в промышленности, сначала размыкаются размыкающие их контакты, а уже потом замыкаются замыкающие. Поэтому цепь $x = x$ кратковременно (до 1 мс) оказывается равной нулю. Если это может влиять на дальнейшую работу схемы, то цепь $x = \neg x$ нельзя считать тождественно равной единице.

Список источников

1. Тойбич В.Я., Бабин А.И. Логические приемы составления и анализа релейно-контактных и бесконтактных схем. – Екатеринбург: Издательство УГАТУ, 2010. – 22 с.

2. Павлова А. В. Математические основы теории систем: Конспект лекций для студентов специальности «Информационные технологии и управление в технических системах». Ч. 1. – Минск: БГУИР, 2010. – 134 с.

УДК 657.9: 332:519.8

Степин А.С.
Научный руководитель: Горбатова Ю.В., канд. физ.-мат. наук, доцент
БФ ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ВЫБОРЕ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Аннотация. *В статье рассматривается применение моделей многокритериального анализа для выбора стратегий развития в банковской сфере. Выделяются преимущества использования таких моделей в условиях сложной и динамичной финансовой среды. Анализируется влияние многокритериального подхода на повышение качества принятия стратегических решений и минимизацию рисков.*

Ключевые слова: *многокритериальный анализ, стратегии развития, банковская сфера, принятие решений.*

Учитывая современную конкурентную среду и растущие требования различных групп заинтересованных сторон, очевидно, что банкам необходимо оценивать свою общую эффективность с помощью новых методологических инструментов и многомерных данных, чтобы получать более обоснованные и реалистичные результаты для достижения долгосрочных целей устойчивого развития.

Однако оценка эффективности работы банка — это очень сложная и многоаспектная задача, включающая множество противоречащих друг другу критериев и разрозненных альтернатив принятия решений. Таким образом, оценка эффективности работы банка может быть сформулирована как задача многокритериального анализа принятия решений. В этом контексте алгоритмы многокритериального принятия решений (MCDM), использующие математически логические процедуры мягких вычислений, могут быть приняты в качестве простого, эффективного и надежного инструмента для сравнения эффективности работы банков [1, с. 2].

Многокритериальное принятие решений в банковском секторе выступает как важный инструмент для достижения объективности и оптимальности [1, с. 329]. Оно позволяет решать сложные задачи при помо-

щи разнообразных техник и методик, способных вычислить и учесть весовые значения критериев, используемых для анализа и оценки проблем (таблица 1) [3, с. 6]. Данные методы способствуют, основываясь на уникальных взглядах и предпочтениях менеджеров по принятию решений, ранжированию критериев по степени их важности. Это особенно актуально при выборе показателей, влияющих на оценку различных рисков [2, с. 112].

Таблица 1

Модели многокритериального анализа в банковской сфере

Метод	Краткая характеристика	Примеры использования	Эффективность реализации
Метод AHP	Позволяет структурировать сложные решения путем разложения их на иерархию более простых задач.	Выбор оптимальной стратегии кредитования с учетом рисков и выгод. Приоритизация IT-проектов для улучшения операционной эффективности.	Подходит для задач с четко определенными критериями, но требует значительных экспертных ресурсов для оценки парных сравнений, что может быть трудоемким процессом.
Метод ANP	Расширяет возможности AHP, учитывая взаимосвязи и зависимости между критериями и альтернативами.	Определение инвестиционной стратегии с учетом влияния макроэкономических факторов. Оценка стратегии выхода на новые рынки с учетом конкурентного окружения.	Обеспечивает более точные результаты за счет учета сложных взаимосвязей, но требует более сложных расчетов и глубокого анализа данных.
Метод TOPSIS	Определяет наилучшую стратегию как наиболее близкую к идеальному решению и наиболее удаленную от антиидеального.	Выбор банковской технологии для минимизации операционных рисков. Оптимизация клиентского обслуживания с учетом различных показателей.	Быстро рассчитывается и обеспечивает наглядные результаты, но может не учитывать всю сложность реальных систем и взаимодействий.
Метод ANFIS	Комбинируют элементы экспертных систем и машинного обучения, используя весовые коэффициенты на основе корреляции.	Моделирование поведения клиентов для улучшения маркетинговых стратегий. Прогнозирование ликвидности банка для оптимизации управления активами.	Обладает высокой адаптивностью к изменениям и может быстро реагировать на новые данные, но требует сложной настройки и значительных вычислительных ресурсов.
Метод MAUT	Использует функцию полезности для оценки и ранжирования альтернатив на основе множества критериев.	Оценка инвестиционных проектов с учетом риска и доходности. Выбор банковских продуктов для расширения ассортимента услуг.	Обеспечивает детализированный анализ и позволяет учитывать субъективные предпочтения, однако требует тщательной разработки функций полезности.

Источник: составлено автором

В основном банки, внедрившие эти методы, могут показывать снижение просроченных кредитов и оптимизацию капиталовложений. Однако определение весов критериев требует учета субъективных предпочтений, что может привести к конфликту интересов. Для минимизации

погрешностей все чаще используются гибридные модели, сочетающие многокритериальный анализ с технологиями искусственного интеллекта. Перспективы развития связаны с конвергенцией многокритериальных моделей и предиктивной аналитики. Технологии нейросетей и рекуррентного анализа позволяют прогнозировать влияние макропараметров на приоритетность критериев. Ключевым элементом успеха является адаптация аналитической инфраструктуры.

Модели многокритериального анализа позволяют, в первую очередь, решать операционные риски, которые является доминирующими в банковском секторе [3, с. 15]. Кроме того они способны стимулировать внедрение новых стандартов делового поведения и развитие корпоративной культуры, что в итоге способствует достижению устойчивого успеха центральных банков и других участников финансовой системы в противодействии банковским рискам.

В условиях повышенного внимания к экологическим аспектам MCDA приобретает особую значимость для банков, позволяя учитывать влияние альтернатив на ESG-показатели при анализе инвестиционных решений, кредитных проектов и управления рисками. Дополнительно переход от статических данных к использованию информации в режиме реального времени и динамическому моделированию помогает банкам оперативно адаптировать свою стратегию, улучшая процессы принятия решений и учитывая актуальные рыночные и экологические тренды.

Список источников

1. Işık, Ö., Shabir, M., Demir, G. et al. A hybrid framework for assessing Pakistani commercial bank performance using multi-criteria decision-making. Financ Innov 11, 38 (2025). https://doi.org/10.1186/s40854-024-00728-x (дата обращения: 25.03.2025).

2. Антонова М. В., Чистникова И. В., Мишенин В. В. Многокритериальная оценка оптимальности портфеля привлеченных ресурсов банка // Экономика. Информатика. 2020. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mnogokriterialnaya-otsenka-optimalnosti-portfelya-privlechennyh-resursov-banka (дата обращения: 25.03.2025).

3. Zagreb International Review of Economics & Business, Vol. 26, No. 1, pp. 97-117, 2023 DOI: 10.2478/zireb-2023-0005
N. Bacanin and H. Shaker (Eds.): ICIITB 2022, ACSR 104, pp. 5–21, 2023. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-110-4_2 (дата обращения: 25.03.2025)

УДК 519.86

Фёдоровых А.С.
Научный руководитель Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АЛГОРИТМЫ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ГРАФЕ

***Аннотация**. В данной статье рассматриваются основные алгоритмы поиска кратчайшего пути в графе, которые находят широкое применение в таких областях, как транспортная логистика, сетевые технологии и анализ социальных сетей. Особое внимание уделяется алгоритмам Дейкстры, Флойда-Уоршелла и Беллмана-Форда.*

***Ключевые слова:** граф, кратчайший путь, алгоритм Дейкстры, алгоритм Флойда-Уоршелла, алгоритм Беллмана-Форда.*

Граф − это математическая структура, состоящая из множества вершин и рёбер, которые соединяют пары этих вершин. Графы широко применяются для моделирования различных объектов и их взаимосвязей: компьютерные сети, социальные отношения, транспортные маршруты и др. Вершины представляют объекты, а рёбра − отношения между ними. Графы бывают ориентированными и неориентированными, взвешенными и невзвешенными. Эти характеристики определяют выбор алгоритма.

Алгоритм − это последовательность строго определённых шагов, направленных на решение конкретной задачи.

Современные алгоритмы, такие как алгоритм Дейкстры, Беллмана-Форда, Флойда-Уоршелла обеспечивают возможность выбора наиболее подходящего инструмента для конкретной экономической задачи с учётом структуры графа, наличия отрицательных весов рёбер и требуемой скорости вычислений.

Алгоритм Дейкстры используется для графов с неотрицательными весами рёбер. Позволяет найти кратчайший путь от одной вершины до всех остальных. Для всех вершин устанавливаются начальные значения расстояний: для исходной − 0, для остальных − бесконечность. Сначала выбирается точка, от которой будут отсчитываться пути. Затем алгоритм поочередно ищет самые короткие маршруты из исходной точки в другие. Вершины, где он уже побывал, отмечает посещенными. Алгоритм использует посещенные вершины, когда рассчитывает пути для не посещённых. Когда не посещённые вершины заканчиваются, алгоритм

прекращает работу. Результат его действия − список кратчайших маршрутов до каждой точки из исходной.

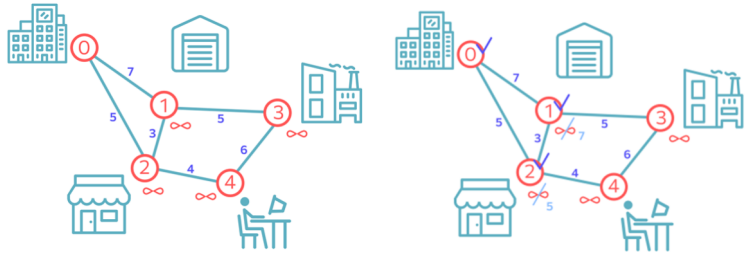


Рис. 1. Графическое представление алгоритма Дейкстры

Алгоритм Беллмана-Форда находит кратчайшие пути в графах с любыми весами, включая отрицательные. На каждой из |V|−1 итераций (где |V| − число вершин) алгоритм обновляет оценки кратчайших расстояний, учитывая пути с увеличением количества рёбер. Если после этих итераций можно ещё улучшить расстояния, значит в графе есть отрицательный цикл.

Алгоритм инициализирует расстояние до начальной вершины как 0, а до остальных − бесконечность. Затем многократно обновляет расстояния по формуле:

$$A_{v,i} = \min(A_{v,i}, A_{v,i-1} + w(u,v))$$

где $A_{v,i}$ − длина кратчайшего пути до вершины V с не более чем I рёбрами, $w(u,v)$ − вес ребра (u,v).

Время работы алгоритма − O(|V|·|E|), где |E| − число рёбер.

Алгоритм Беллмана-Форда применяется в финансах, логистике и сетях. Уступает алгоритму Дейкстры в скорости, но применяется при отрицательных весах.

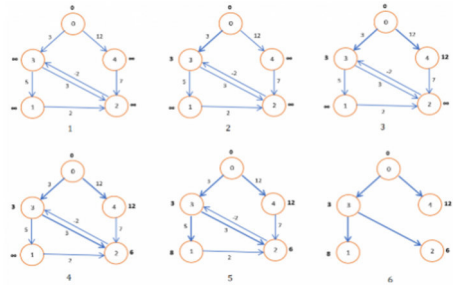


Рис. 2. Графическое представление алгоритма Беллмана-Форда

Алгоритм Флойда-Уоршелла находит кратчайшие пути между всеми парами вершин графа. Алгоритм допускает как положительные, так и отрицательные веса ребер, но без отрицательных циклов. Временная сложность O(|V|³) делает его эффективным для плотных графов с большим количеством связей.

Идея алгоритма. Пусть a_{ij}^{k} −длина кратчайшего пути из вершины *i* в вершину *j*, при этом путь может проходить только через промежуточные вершины с номерами меньше *k*. Тогда изначально полагают $a_{ij}^{0} = w_{ij}$ − вес ребра *i*→*j* (или бесконечность, если ребра нет).

На каждом шаге *k* алгоритм обновляет значения a_{ij}^{k}, выбирая между двумя вариантами: 1) путь из *i* в *j* без использования вершины *k*; 2) путь из *i* в *j*, проходящий через вершину *k* (т.е. через *i*→*k*→*j*).

Формально:

$$a_{ij}^{k} = \min(a_{ij}^{k-1}, a_{ij}^{k-1} + a_{ij}^{k-1}).$$

После *n* итераций a_{ij}^{n} будет содержать длину кратчайшего пути между вершинами *i* и *j*.

Если после выполнения алгоритма на диагонали матрицы расстояний появляется отрицательное значение $a_{ii}^{n} < 0$ для какой-либо вершины *i*. Это означает наличие отрицательного цикла, проходящего через эту вершину.

Список источников

1. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.Э., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. − 3-е изд. − М.: МЦНМО, 2017. − 1296 с.
2. Прокопенко Н.Ю. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебн. пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2016 – 251 с.
3. Бычкова Е.В., Ермоленко Т.В. Теория графов: учебно-методическое пособие для студентов специальностей «Программное обеспечение автоматизированных систем» и «Интеллектуальные системы принятия решений» дневной формы обучения. – Донецк: ГУИиИИ, 2010. – 108 с.
4. Шевелев Ю. П. Дискретная математика. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008. – 591 с
5. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
6. Алгоритм Беллмана-Форда: описание и реализация // Инфостарт. − URL: https://infostart.ru/1c/articles/2349705/

УДК 519.86

Фёдоровых А.С.
Научный руководитель Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОСТРОЕНИЕ ОСТОВА МИНИМАЛЬНОГО ВЕСА: АЛГОРИТМ ПРИМА

***Аннотация**. В статье рассматривается алгоритм Прима для построения остова минимального веса. Приводятся теоретические основы алгоритма, его реализация и анализ вычислительной сложности. Особое внимание уделено практическому применению алгоритма в задачах.*

***Ключевые слова:** алгоритм Прима, остовное дерево, минимальный остов, графы, алгоритмы на графах.*

Граф – это совокупность двух множеств: множества вершин и множества ребер. Вершины и ребра называются элементами графа. Каждое ребро соединяет пару вершин. Вершины, прилегающие к одному и тому же ребру, называют смежными или концевыми данного ребра.

Вес – это числовая характеристика, присвоенная ребру графа.

Дерево – это специфический вид графов. Деревом называется связный граф, не содержащий циклов. Любой граф, не содержащий циклов, называется ациклическим, или лесом. Компонентами леса являются деревья.

Остов (каркас, скелет) графа G – это остовный подграф графа G, задающий дерево на каждой компоненте связности графа G.

Для связного графа остов – это дерево, покрывающее все вершины исходного графа. Остовное дерево связного графа – любой его остовной подграф, являющийся деревом.

Минимальное остовное дерево (МОД) – это остовное дерево, сумма весов рёбер которого минимальна среди всех возможных остовных деревьев данного графа.

Алгоритм Прима строит минимальное остовное дерево, начиная с произвольной вершины и последовательно добавляя к нему новые вершины, соединяя их рёбрами с минимальным весом. Процесс продолжается до тех пор, пока все вершины не будут включены в дерево.

Меньшую вычислительную сложность имеет алгоритм Прима, построенный по схеме поиска в ширину. Алгоритм имеет вид:

1) выбирается произвольная вершина v_i и строится граф из одной изолированной вершины $T = (v_i, \emptyset)$;

2) среди всех ребер, не включенных в граф T, и инцидентных вершинам графа T, выбирается ребро $e = (v_i, v_k)$, где вершина v_i предполагается включенной в граф T. Если таких ребер несколько, то выбирается любое;

3) ребро e и вершина v_k включаются в граф T;

4) если число ребер в графе T равно $n-1$, то T – искомое минимальное остовное дерево. В противном случае - перейти к шагу 2.

Задача. Пусть задан неориентированный мультиграф (рис. 1), ребрам которого приписаны веса и означенный граф (рис. 2).

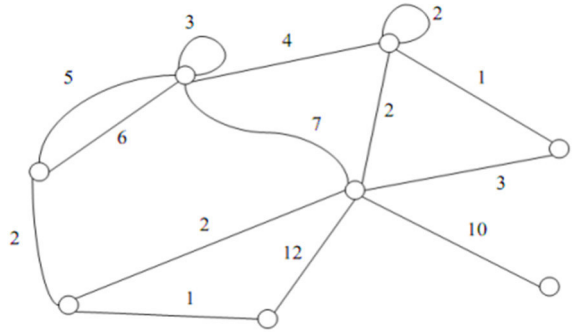


Рис. 1. Исходный неориентированный взвешенный граф

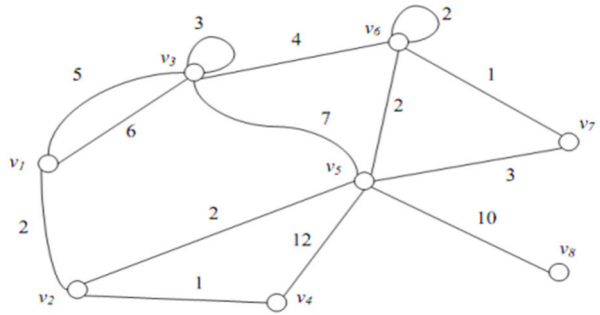


Рис. 2. Означенный граф $G = (V, E)$

Построим таблицу, описывающую шаги реализации метода поиска в ширину.

Таблица 1

Шаг / Вершина	1	2	3	4	5	6	7
V_1	-	-	-	-	-	-	-
V_2	$(V_1,2)^*$	-	-	-	-	-	-
V_3	$(V_1,5)$	$(V_1,5)$	$(V_1,5)$	$(V_1,5)$	$(V_6,4)$	$(V_6,4)^*$	-
V_4	∞	$(V_2,1)^*$	-	-	-	-	-
V_5	∞	$(V_2,2)$	$(V_2,2)^*$	-	-	-	-
V_6	∞	∞	∞	$(V_5,2)^*$	-	-	-
V_7	∞	∞	∞	$(V_5,3)$	$(V_6,1)^*$	-	-
V_8	∞	∞	∞	$(V_5,10)$	$(V_5,10)$	$(V_5,10)$	$(V_5,10)$

По результатам анализа таблицы 1 строим минимальное остовное дерево.

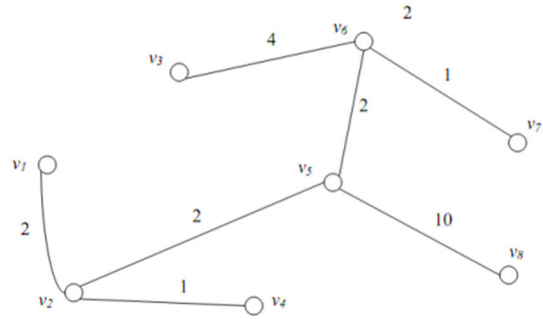


Рис. 3. Минимальное остовное дерево графа $G = (V, E)$

Список источников

1. Оверчук М.Л. Дискретная математика: методические указания по теме «Теория графов». – М.: МАДИ, 2017. – 40 с.

2. Бычкова Е.В., Ермоленко Т.В. Теория графов: учебно-методическое пособие для студентов специальностей «Программное обеспечение автоматизированных систем» и «Интеллектуальные системы принятия решений» дневной формы обучения. – Донецк: ГУИиИИ, 2010. – 108 с.

УДК 539.376

Белоусова И.С.
Научный руководитель: Лаптева Т. А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ

Аннотация. *Статистический анализ безработицы является основным инструментом экономической системы, выявляя изменения состава безработных по разным категориям, а именно: по возрасту, полу, уровню образования и т.д., а также включает оценку динамики рабочей силы, структуры занятости, трудовой активности, величины безработицы.*

Ключевые слова: *рынок труда, безработица, занятость населения.*

Ключевые статистические показатели безработицы

Для проведения статистического исследования безработицы необходимо собрать данные из официальных источников: Федеральная служба статистики, Министерство труда и социальной защиты РФ.

Актуальные данные об населении, взятые из последнего выложенного сборника «Рабочая сила, занятость и безработица в России» от 2024 года на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика численности населения и его распределение по статусу участия в составе рабочей силы за 2021-2023 годы

Год	Население, тыс. чел/	В том числе, тыс. человек		
		Рабочая сила	не входящие в состав	потенциально рабочая сила
2021	122008	75969	46039	1251
2022	121589	75632	45957	1024
2023	121157	76037	45120	835
Относительное отклонение,				
2020/2021	0,001	0,007	-0,009	-0,254
2021/2022	-0,003	-0,004	-0,002	-0,181
2022/2023	-0,004	0,005	-0,018	-0,185

Публикации происходят ежегодно, 17 июля, поэтому данные за 2024 год будут опубликованы 17 июля 2025 года.

Одной из важнейших задач правительства Российской Федерации – это снижение уровня безработицы населения.Уровень безработицы необходим для разных процессов в экономике и обществе, рассчитывается по формуле 1.

$$У_{безработицы} = \frac{Безработные}{Экономически-активные} \cdot 100\% \quad (1)$$

Уровень занятости необходим для воспроизводства населения и рассчитывается по формуле 2.

$$У_{занятости} = \frac{Занятые}{Экономически-активные} \cdot 100\% \quad (2)$$

Коэффициент занятости характеризует степень вовлечения в экономику населения и отдельных групп, рассчитывается по формуле 3.

$$К_{занятости} = \left(\frac{Занятые}{Население} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

Показатели отображают состояние рынка труда, прогнозирования развития экономики и анализ уровня жизни населения. Посчитанные показатели представлены на рисунке 1.

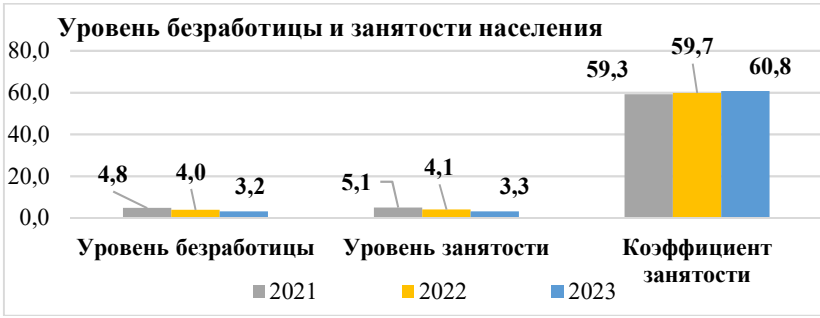


Рисунок 1 – Динамика уровней безработицы и занятости населения по России за период 2021-2023 гг.

Одним из влиятельного события в России является мобилизация и привлечение контрактников, в следствие которой освободилось значительное количество рабочих мест на предприятиях. Также влияние оказала пандемия, из-за которой произошла естественная убыль населения. Данные события повлияли на снижение безработицы и увеличили спрос на занятость, объясняя дефицитом кадров. Коэффициент занятости име-

ет тенденцию к росту

Для оценки и мониторинга ситуации на рынке труда, регулирования экономической и социальной политики, рассчитывается совокупный показатель безработицы и потенциально рабочей силы. Данные представлены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Совокупный показатель безработицы и потенциально рабочей силы по округам Российской Федерации

Округа РФ	2021, %	2022, %	2023, %
Центральный федеральный	4,5	3,7	3,1
Северо-Западный федеральный	5,3	4,4	3,6
Южный федеральный	6,7	5,3	3,6
Северо-Кавказский федеральный	16,0	12,8	12,2
Приволжский федеральный	5,3	4,4	3,2
Уральский федеральный	5,4	4,5	3,6
Сибирский федеральный	8,1	6,6	5,0
Дальневосточный федеральный	7,8	6,9	5,7

По информации Росстата, самая высокая доля неработающего населения приходилась на Северо-Кавказский федеральный округ (6,5 %), а самая низкая — на Приволжский федеральный округ (1,8%). Центральный федеральный округ имеет позитивную тенденцию, обусловленную тем, что на территории проживает наибольшего количества населения, чем в других округах.

Список источников

1. Федеральный закон «О занятости населения в Российской Федерации» от 12.12.2023 №565-ФЗ, (последняя редакция ФЗ от 08.08.2024 №324-ФЗ»);

2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. — URL: rosstat.gov.ru;

3. Официальный сайт Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации. — URL: mintrud.gov.ru

УДК 539.376

Бусыгина А.В.
Научные руководители: Лаптева Т.А., ст. преподаватель;
Колесникова Т.Г., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФРАКТАЛЫ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Аннотация. *Представлен анализ данных о валовом внутреннем продукте (ВВП) России за 5 лет с применением методов фрактальной геометрии для прогнозирования будущих значений.*

Ключевые слова: *фракталы, экономические циклы, предсказание, математическое моделирование.*

Актуальность темы заключается в том, что использование фрактальных моделей для анализа экономических циклов позволяет более точно описывать и предсказывать сложные нелинейные динамики, характерные для современных экономических систем.

Экономические циклы представляют собой колебания в уровне экономической активности, проявляющиеся в периодах роста и спада. Традиционные экономические модели часто не учитывают сложность и неопределенность этих циклов. Фрактальная геометрия, обладая свойствами самоподобия, предлагает новый подход к анализу экономических данных [3].

Фракталы — это сложные структуры, обладающие самоподобием на разных масштабах. Применение фракталов в экономике позволяет более точно моделировать динамику экономических процессов.Фрактальная геометрия учитывает нелинейные зависимости и многомасштабные эффекты, что делает её полезной для анализа временных рядов макроэкономических показателей, например, таких как ВВП [1].

Экономические циклы в России подвержены влиянию различных факторов, включая изменения в мировой экономике, политические события и внутренние экономические реформы. Анализ временных рядов ВВП позволяет выявить закономерности и тренды [2].

Фрактальный анализ:

Таблица 1 –Валовой внутренний продукт

Валовой внутренний продукт					
Год	2019	2020	2021	2022	2023
ВВП (млрд.руб.)	109,608.3	107,658.1	135,773.8	155,188.9	172,148.3

Используем простую линейную регрессию для прогнозирования будущих значений ВВП на основе существующих данных

$$Y_{t+1} = aY_t + b$$

Где:

- Y_t – значение ВВП в год t;
- a и b – параметры модели, которые можно оценить с помощью метода наименьших квадратов.

Предположим, что после оценки мы получили следующие параметры: a=1.03, b=1000. Это означает, что ожидается рост ВВП на 3% в следующем году плюс фиксированное значение 1000.

Теперь можем сделать прогноз на 2024 и 2025 года:

$$Y_{2024} = 1.03 \cdot Y_{2023} + 1000 = 1.03 \cdot 172{,}1483 + 1000 = 178{,}312749$$

$$Y_{2025} = 1.03 \cdot Y_{2024} + 1000 = 1.03 \cdot 178{,}312749 + 1000 = 184{,}6621315$$

Таким образом, использование фрактальных моделей для анализа экономических циклов представляет собой перспективный подход к предсказанию будущих значений ВВП. Данный метод позволяет учитывать сложную структуру данных и может быть полезен для экономистов и аналитиков в их работе. Будущие исследования могут сосредоточиться на более сложных моделях и использовании дополнительных экономических индикаторов для повышения точности прогнозов.

Список источников

1. Жуликова О.В., Жуликов П.П. Фрактальные формы экономического развития // Экономика образования. 2015. №1.
URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fraktalnye-formy-ekonomicheskogo-razvitiya (дата обращения: 01.04.2025).
2. Коптелов И.О. Экономический цикл и сущность его проявления // Вестник ЧелГУ. 2012. №10 (264).
URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-tsikl-i-suschnost-ego-proyavleniya (дата обращения: 01.04.2025).
3. Норматов Ж.С. Фракталы и их применение // Экономика и социум. 2020. №3 (70). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fraktaly-i-ih-primenenie (дата обращения: 01.04.2025).
4. Ломакин Н.И., Радионова Е.А., Рыбанов А.А., Могхарбел Н.О., Водопьянова Н.А., Сычева А.В. Исследование динамики ВВП России в условиях цифровизации экономики // IJAS. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-dinamiki-vvp-rossii-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (дата обращения: 01.04.2025).
5. Федеральная служба государственной статистики. Внутренний валовой продукт с 1995 по 2023 год [Электронный ресурс]. — URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VVPgods_1995-2023.xlsx (дата обращения: 01.04.2025).

УДК 51-77

Васильева П.В.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Аннотация. *Рассмотрена одна из простейших моделей распространения информации в социальных сетях – модель SIR, которая представляет собой простую математическую модель, используемую для описания распространения инфекционных заболеваний.*

Ключевые слова: *социальная инженерия, информация, социальные сети.*

Социальные сети стали неотъемлемой частью нашей жизни. Но помимо удобства в общении, они стали источником нового типа угроз – социальной инженерии.

Социальная инженерия является процессом, использующим механизмы распространения информации в социальных сетях для манипуляции пользователями. Анализ процессов социальной инженерии позволяет понять, как информация распространяется, какие факторы влияют на ее вирусность и как можно противодействовать дезинформации.

Пользователей социальных сетей можно разделить на три категории:

Susceptible (S) — восприимчивые (еще не подверглись воздействию информации); **Infected (I)** — инфицированные (получили информацию и могут передать ее другим); **Recovered (R)** — выздоровевшие (больше не могут передавать информацию, либо потеряли интерес к ней).

В соответствии с этими категориями, процесс распространения информации можно описать следующим образом. Пользователь из группы S может стать пользователем из группы I, если он получает информацию от пользователя из группы I. Пользователь из группы I может передать информацию нескольким пользователям из группы S. После определенного времени пользователь из группы I может стать пользователем из группы R, если он больше не передает информацию или теряет интерес к ней.

Для анализа взаимодействий между пользователями в социальных сетях используется матрица смежности. Строки представляют пользователей, от которых идет информация; столбцы – пользователей, которые могут получить информацию. Каждый элемент матрицы M принимает значение 1, если пользователь i может передать информацию пользователю j, и значение 0, если такой передачи не происходит.

Задача рассмотрена в предположении, что есть 4 пользователя: A, B, C и D. Их взаимодействия могут быть представлены следующей матрицей смежности:

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

В модели SIR скорость распространения информации оценивается через следующие параметры: **β** — коэффициент передачи, показывающий, насколько быстро восприимчивые пользователи становятся инфицированными, который определяется как отношение новых инфицированных пользователей к количеству восприимчивых пользователей; **γ** — коэффициент выздоровления, показывающий, быстроту "выздоровления" инфицированных пользователей, определяемый как отношение выздоровевших пользователей к количеству инфицированных пользователей.

Исходные данные представлены таблицей 1.

Таблица 1

День	Восприимчивые (S)	Инфицированные (I)	Выздоровевшие (R)
0	1000	1	0
1	950	50	0
2	900	100	10
3	850	150	30
4	800	200	60
5	750	150	100
6	700	100	150
7	650	80	200
8	600	70	250
9	550	50	300
10	500	30	350

Для расчета β и γ использованы следующие формулы:

$$\beta = \frac{\Delta I}{\Delta S} \cdot \frac{N}{I},\ \gamma = \frac{\Delta R}{\Delta I},$$

где ΔI — изменение числа инфицированных пользователей за один день; ΔS — изменение числа восприимчивых пользователей за тот же период; N — общее количество пользователей; I — текущее количество инфицированных пользователей; ΔR — изменение числа выздоровевших пользователей.

Графики, представленные на рисунке 1, демонстрируют типичную динамику эпидемии: уменьшение восприимчивых, рост инфицированных и отсутствие выздоровевших.

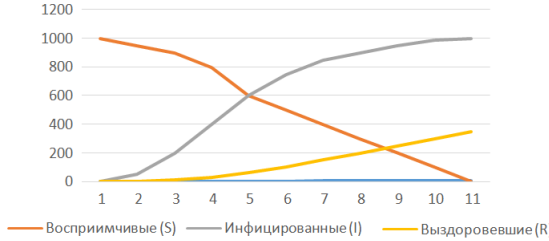


Рис. 1. Динамика трех категорий пользователей

Данные, полученные в результате расчётов для 10 дней, представлены таблицей 2.

Таблица 2

День	Восприимчивые (S)	Инфицированные (I)	Выздоровевшие (R)
0	1000	1	0
1	950	50	0
2	900	200	0
3	800	400	0
4	600	600	0
5	500	750	0
6	400	850	0
7	300	900	0
8	200	950	0
9	100	990	0
10	0	1000	0

Таким образом, модель SIR оказалась не только полезной для понимания механизмов распространения информации, но и предоставила практические рекомендации для управления информационными кампаниями.

Список источников

1. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2010 – 228 с.

УДК 676.0

Головина А.В.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФУНКЦИЯ НА СТРАЖЕ ЛЕСА

Аннотация: *проведено сравнение объёма вырубки леса при производстве бумаги с использованием чистого древесного волокна и при использовании вторичных волокон.*

Ключевые слова: *древесное волокно, целлюлоза, вторичное волокно.*

В современных реалиях экология становится важным аспектом, и данная статья ставит своей целью обратить внимание на последствия вырубки лесов для производства бумаги, а также показать преимущества использования вторичных волокон. Лес – это сложная экосистема, преобладающей формой в которой являются деревья. По площади лесов лидирующую позицию в мире занимает Российская Федерация. Лес относится к возобновляемым ресурсам, но восстановление происходит гораздо медленнее, чем его вырубка. [1]

Древесину используют для изготовления строительных материалов, лекарственных средств, производства бумаги, мебели и т.дВРоссии ежегодно вырубают порядка 120 тысяч гектаров леса, 35% от общего объема идет на изготовлении бумаги.

$$\frac{120 \times 35}{100} = 42\,тыс.,$$

42 тысячи гектаров леса ежегодно вырубают в России для производства бумаги. В одном гектаре леса ≈ 300 м^{3}древесины, следовательно:

$$42тыс \times 300м^3 = 12{,}6млн.м^3,$$

древесины в России ежегодно используют для производства бумаги.

Для изготовления 1 тонны бумаги необходимо ≈ 5,6 м^3 древесины. Ежегодно в России производят 9 млн. тонн бумаги.

На рисунке 1 показан график зависимости объёма вырубки леса от объёма производства бумаги, где x – это количество тонн бумаги, y – количество древесины, рассчитанное по формуле

$$y = x \times 5{,}6\ м^3,$$

Рисунок 1. График зависимости объёма вырубки леса от объёма производства бумаги.

Для производства бумаги применятся главным волокна растительного происхождения, выделяемые из древесины хвойных и лиственных пород. Основным компонентом древесных волокон является природный полимер – целлюлоза, обладающая свойствами необходимыми для производства бумаги: высоким молекулярным весом, цепевидным строением молекул, фибриллярной структурой, высокой прочностью и стойкостью к воздействиям различных химикатов и температуры, гидрофильностью, а также высоким сродством к воде и способностью набухать в ней. Основным источником волокнистого сырья является древесина хвойных пород (ель, сосна, пихта). Из древесины этих пород деревьев получают волокнистые материалы: волокна древесной массы с выходом 97-98% и волокна целлюлозы с выходом 35-40%. [2]

Однако следует заметить, что не только древесное волокнистое сырьё можно использовать в производстве бумаги, но и вторичные волокна, а проще говоря, макулатуру. Макулатура – это отходы производства пригодные для переработки. С её помощью происходит замена свежего волокна, что уменьшает объём вырубки леса, необходимого для производства бумаги. [3]

Использование вторичного волокна чаще всего применяют при производстве газет, переплётного, упаковочного и гофрокартона. Использование 1 тонны макулатуры позволяет экономить $\approx 3{,}5$ м^3 древесины. Следовательно объём вырубки леса уменьшится :

$$y = x(5{,}6 - 3{,}5)$$

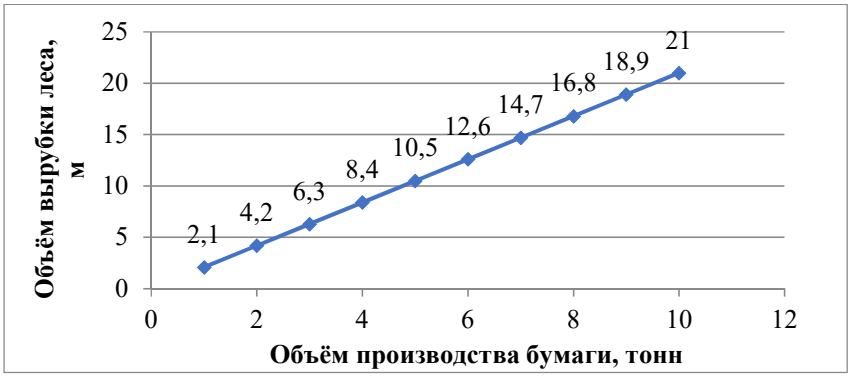


Рисунок 2. График зависимости объёма вырубки леса от объёма производство бумаги, при использовании вторичных волокон.

Анализируя графики, можно сделать вывод, что использование вторичного волокна при производстве бумаги позволяет уменьшить объём вырубки леса ≈ в 2,5 раза и его негативные последствия для экологии. Это позволит сохранить лес.

Список источников

1. Арыштаев А.А., Голубничий А.А. «Вырубка лесов как глобальная экологическая проблема» // Форум молодых учёных №6(10) 2017.
2. Иванов С.Н. «Технология бумаги», Изд.№3, М. 2006., С.696.
3. Комаров А.С. «Анализ производства бумаги из вторичного сырья и анализ марок макулатуры», Известия ТулГУ, Технические науки. 2022. Вып.5.

УДК 519.3

Голчин С.В., Прокофьев М.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Аннотация. *В данной статье показаны возможности использования теории вероятностей в информационных технологиях. Показано как математика влияет на развитие современных информационных технологий.*

Ключевые слова: *теория вероятностей, информационные технологии, искусственный интеллект.*

Бесспорно, что информационные технологии, занимая свое место в нашей жизни и развиваясь с каждым днем, воспринимаясь как навык, широко распространяются в условиях современного общества и в повседневной жизни человека. Широкое распространение и применение информационных технологий оказывает большое влияние на систему образования и требует все новых и новых реформ. Иными словами, некоторые из преподаваемых сегодня предметов теряют свою актуальность, и углубленное преподавание других отраслей науки вместо них является требованием времени.

В этой статье мы поговорим о теории вероятностей и ее связи с информационными технологиями, а также об использовании теории вероятностей в компьютерных системах.

Когда компьютер создавался, он проектировался и разрабатывался, как «самомыслящая машина». Один компьютер выполняет очень многие процессы, связанные с Булевой логикой, арифметикой, памятью и «общением» с другими компьютерами, он делает это в миллионы раз быстрее и точнее, чем человек. Но компьютеры не способны думать, понимать и принимать решение без помощи людей. Интересно, почему же?

Потому что в реальной жизни невозможно предугадать будущее, многие процессы, явления, какие-то действия не являются однозначными и могут быть известны только путем прогнозирования.

По сути, компьютер – это машина, которая собирает, хранит и обрабатывает данные. Но как мы говорили выше, способности мыслить самостоятельно у него нет. На помощь приходят специалисты, которые анализируют хранящиеся данные, делают выводы или прогнозы на основе их обработки. В некоторых случаях помимо специалистов назначают ученых и статистов, поскольку при большом объеме данных возникают специфические проблемы, требующие понимания баз данных, алгоритмов и структурных механизмов.

В последние годы компьютерные системы внесли важный вклад в статистику, особенно в области автоматизации обучения и вероятности мышления. При этом следует избегать утверждений о том, что компьютерные системы работают безупречно, в их работе имеется множество недостатков, например, перехват пакетов при маршрутизации, распределение нагрузки на сервер, использование памяти и т. д. возникает много ошибок. В то же время компьютеры взаимодействуют с людьми, и нет никакой гарантии, что люди будут работать безупречно.

Из вышесказанного, мы можем сделать вывод о том, что любая автоматизированная система или программа неизбежно будет иметь некоторый уровень неопределенности, и в этом случае принятие решений или действий основано на теории вероятностей.

Следовательно, можно с уверенностью сказать, что теория вероятностей и математическая статистика в наше время используются во всех областях компьютерных наук.

Вероятность помогает нам предсказать исход любого процесса, то есть, если изучаемое нами явление не является полностью детерминированным, мы никогда не сможем с уверенностью предсказать будущий результат. Мы можем только догадываться о вероятности ожидаемого результата.

Поскольку невозможно полностью предсказать исход процесса методами теории вероятностей, мы воспринимаем каждое решение как решение в условиях неопределенности. Например, рассмотрим выбор оптимального размера кэш-памяти. При работе со сложным программным обеспечением всегда есть вероятность то го, что кэш-память будет переполнена, но увеличение ее размера также обходится очень дорого. Поэтому программисту необходимо найти, на основе оценки каких характеристик программного обеспечения будет работать процессор, иными словами, найти оптимальный размер кэш-памяти. Такой размер кэш-памяти обеспечивает наилучший компромисс между производительностью и стоимостью.

В целом теория вероятностей и ее методы помогают нам принимать решения в соответствии с ожидаемыми результатами, математически выражать цель и неопределенность и с их помощью выбирать оптимальный путь.

Список источников

1. Попов А.М. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для средне го профессионального образования. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – С. 128-130.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк. – 2003. – 490 с.

УДК 519.3

Гончарова Д.О.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТИ В ИГРЕ ДОМИНО

Аннотация. *Статья посвящена применению теории вероятностей для анализа игры домино. Рассматриваются различные аспекты этой классической настольной игры, такие как вероятность выпадения определенных костей, стратегии выбора ходов и оценки шансов на выигрыш. Особое внимание уделяется математическим моделям, позволяющим рассчитать вероятности различных исходов партии.*

Ключевые слова: *комбинаторика; домино; классическое определение вероятности; выигрыш партии.*

Некоторые аспекты применения комбинаторики в домино: Стратегические комбинации костей. Описываются различные комбинации и их влияние на исход игры; Расчёт вероятностей. Изучаются способы расчёта вероятностей для оптимизации игровых решений; Количество распределений костей домино между участниками.

Классическое (русское) домино. В игре участвуют 2-4 человека. Основная цель — построить цепочку из фишек-костяшек. Они должны

соприкасаться таким образом, чтобы совпадало нарисованное на них число точек. Количество раздаваемых костяшек зависит от числа игроков: если играют два участника, раздают по семь фишек, если 3-4 человека, то по пять. Свои костяшки игрок никому не показывает. Оставшиеся фишки складывают в так называемый «базар», откуда их можно взять в процессе. Начинает тот игрок, у кого есть костяшка с дублем 6:6. Если такой нет, ходят с фишек 5:5, 4:4 и т. д. Можно начинать с другой стороны — с дубля 1:1. Остальные игроки по очереди добавляют свои костяшки. Ставить их можно как по вертикали, так и по горизонтали. Если подходящей костяшки нет, приходится брать фишки из «базара» до тех пор, пока не попадется нужная. Считается, что чем чаще вы ходите «на базар», тем меньше шансов на победу. Выигрывает тот участник, кто сможет первым избавиться от всех костяшек.[1]

Какова вероятность ходить первым в этой игре? Какова вероятность из полного набора домино выбрать дубль?

Эту задачу можно решить с помощью классического определения вероятности: P(A)=количество благоприятных исходов / общее количество исходов. Всего в наборе домино 7 дублей (0-0, 1-1,…,6-6), общее количество костей – 28. Тогда P(A)=7/28=0,25.

$$C_{28}^{2} = \frac{28!}{(28-2)!\cdot 2!} = 378$$

В ходе игры последовательно добавляются фишки. То есть последовательно выбраны 2 кости.

Какова вероятность что вторую можно приставить к первой? Полный набор домино состоит из 28 костей. Если мы выбираем две кости последовательно без возвращения, то общее количество возможных пар равно количеству сочетаний из 28 элементов по 2:

Сколькими способами из 28 костей домино можно выбрать две кости так, чтобы их можно было приложить друг к другу (то есть чтобы какое-то число очков встречалось на обеих костях)?

Сначала выберем одну кость. Это можно сделать 28 способами. При этом в 7 случаях выбранная кость окажется «дублем», то есть костью вида 00, 11, 22, 33, 44, 55, 66, а в 21 случае - костью с различными числами очков (например, 05, 13 и т. д.). В первом случае вторую кость можно выбрать 6 способами (например, если на первом шагу выбрана кость 11, то на втором шагу можно взять одну из костей 01, 12, 13, 14,

15, 16). Во втором же случае вторую кость можно выбирать 12 способами (для кости 35 подойдут кости 03, 13, 23, 33, 34,36, 05, 15, 25, 45, 55, 56). По правилу произведения в первом случае получаем 7*6=42 выбора, а во втором 21* 12 = 252 выбора. Значит, по правилу суммы получаем 42+252 =294 способов выбора пары.

В проведенном рассуждении учитывался и порядок, в котором выбирались кости. Поэтому каждая пара костей появлялась дважды (например, первый раз 01 и 16, а второй раз 16 и 01). Если не учитывать порядок выбора костей, то получим вдвое меньше способов выбора, то есть 147 способов. Т.е. искомая вероятность события равна P(A)=147/378=7/18=0,389[3]

Возможность гарантированного выигрыша в партии. Допустим, играют в домино четверо: А и Б против В и Г. Кости перед началом игры поделены поровну, то есть каждый игрок имеет по 7 костей. Попробуем выяснить, от чего зависит выигрыш в партии? Конечно, он в какой-то мере зависит от искусства игроков, но возможны и такие случаи первоначального распределения костей между двумя парами играющих, когда первая пара обязательно выиграет в том смысле, что один из игроков этой пары раньше других выложит все кости. Пусть, например, А имеет такие кости: 1:0, 1:1, 1:2, 1:3, 0:4, 0:5, 0:6, а Г имеет остальные кости с нулями и единицами, то есть такие: 0:0, 0:2, 0:3, 1:4, 1:5, 1:6 и ещё какую-либо кость. Остальные кости принадлежат игрокам Б и В, безразлично кому какие. В этом случае вся игра сведётся к поединку между А и Г, а два остальных, Б и В, даже не смогут положить ни одной кости! Игрок А начинает и ставит: 1-1; у Б и В нет подходящей кости; Г может положить любую из трёх костей: 1-4,1-5 или 1-6. После этого А должен положить 4- 0, или 5-0, или 6-0. Б и В снова «пасуют», так как у них нет ни «1», ни «0». Г может поставить любую кость из оставшихся, но у А всегда есть такой ответ, который создаёт на концах цепочки или нуль, или один. В конце концов А выложит все кости, Б и В не положат ни одной, а у Г останется одна. Партию выиграла пара А и Б. При первоначальном распределении между игроками костей домино комбинации из нулей и единиц могут быть заменены соответствующими комбинациями чисел 2, 3, 4, 5 и 6. Легко сообразить, что число всех партий, аналогичных разобранной, равно числу всех простых сочетаний из семи элементов по 2, то есть число таких партий равно 21. Вероятность получить случайно одну из таких партий весьма мала. В приведенном примере партия продолжалась до тех пор, пока не кончились кости у одного из партнеров. Но бывает и так, что

после нескольких ходов игра замыкается, так как ни у одного из игроков нет подходящей кости. В этом случае выигравшей считается та пара игроков, у которой сумма очков на оставшихся костях оказалась меньшей. [2]

Список источников

1. Электронный ресурс https://ru.wikipedia.org/wiki/Домино
2. Кордемский Б.А. Смекалка математическая. – М.: гос. издательство техникотеоретической литературы, 1957. – 575 с.
3. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы., 1969. -328 с.

УДК 519.2

Демидова А.Д.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ИГРЫ HONKAI: StarRail

Аннотация. *Рассмотрены на примере игры Honkai: StarRail особенности функционирования современных систем игровой монетизации, а также то, как подобные механизмы позволяют заинтересовать игроков, которыми зачастую является молодежь.*

Ключевые слова: *игра, вероятность, игровая валюта.*

В настоящее время игры с механиками, подразумевающими получение предметов и персонажей случайным образом (так называемые гача-игры), становятся всё популярнее и распространеннее. Так, игры от китайской студии miHoYo за последние годы смогли завоевать иностранный рынок, в том числе получив известность среди игроков в России.

Honkai: StarRail – это созданная студией пошаговая игра с гача-элементами, которая является одним из наиболее финансово успешных игровых проектов студии, при этом оставаясь бесплатной для скачивания и использования игрой. Понимание того, чем интересуются молодые люди, позволит больше узнать и о возможных негативных последствиях этих явлений.

В играх, подобных Honkai: StarRail, игрок может приобрести за внутриигровую (или реальную) валюту шанс на получение предмета, который он хочет. Если необходимый предмет обладает высокой редкостью, то, скорее всего, потребуется множество попыток, во время которых игрок будет получать то, что ему не нужно.

Можно выделить следующие ключевые особенности игры, которые встречаются и в других проектах:

1) Уровни редкости предметов. В данной игре есть 3 основных уровня редкости предметов, которые используются в баннерах (специальное меню, где игрок может использовать свою попытку): 3 уровень («конусы» – в данной игре используются для усиления героя), 4 – «конусы» и персонажи, 5 аналогичен 4. Чем выше редкость, тем меньше шанс получения нужного, и тем больше попыток необходимо совершить.

2) Временность ивентовых (событийных) баннеров – возможность получения нужного героя (или «конуса») ограничена по времени – это дополнительно мотивирует игроков использовать систему доната, чтобы успеть накопить достаточно попыток для нужного персонажа до завершения ивента.

3) определенный небольшой шанс «выпадения» (получения) персонажа.

Размер этой вероятности определён при условии, что герой не выпадал до гаранта.

На примере ивентовых баннеров: персонажи 4 уровня гарантированно будут получены на каждой 10 попытке (механика «гаранта»). Также повышен шанс получения трех 4* персонажей (один из них гарантированно будет получен как минимум 1 раз за 20 попыток). Если игрок хочет получить конкретного героя с повышенным шансом, вероятность его «выпадения» при шансе выпадения 4* героя 0,0255 равна на 1 «прыжке» – 0,00425; на 10 прыжке – 0,16667, на 20 прыжке – 0,33333.

Персонаж 5* выпадает ещё реже, его гарантированное получение происходит на 90 прыжке. Вероятность получения ивентового персонажа составляет 50/50, гарантировано его получение со второго выпадения 5*. Тогда на 1 прыжке – 0,003,; на 90 прыжке – 0,5; на 180 прыжке – 1.

На примере стандартного (не ограниченного по времени) баннера механика гаранта также работает, но нет повышенного шанса выпадения конкретных героев (предметов), вероятности их получения равны. Тогда вероятность получить конкретного персонажа 5* равна на 1

прыжке – 0,0004286; на 90 прыжке – 0,07143; на 180 прыжке – 0,07143. Видно, что шанс не повысится. Далее аналогично.

Вероятность получить конкретного персонажа 4* равна на 1 прыжке– 0,001159; на 10 прыжке – 0,0196.

Предметы третьего уровня выпадают на каждой попытке (кроме тех, где игрок получает предмет 4 или 5 уровня). Несмотря на это, если нужен конкретный предмет, то получить его будет сложно, так как их насчитывается 23 вида.

4) Создание персонажей разных стихий/типов урона, подходящих под определенных противников. Таким образом, игроку нужно будет иметь как можно больше персонажей, чтобы проходить игровые бои.

5) Одновременное появление нескольких ивентовых баннеров (от двух до четырех). Так как ресурсы игрока ограничены, а персонажи нужны разные, это усиливает желание использовать донат, чтобы повысить свой шанс получить сразу всех персонажей.

Если для гарантированного получения одного персонажа требуется 180 «прыжков», то для получения двух 360. Накопить такое количество попыток без использования доната достаточно тяжело.

6) С каждым обновлением игры новые выпускаемые герои становятся всё сильнее, у них появляются новые особенности и механики. Это приводит к моральному устареванию некоторых старых персонажей, которыми уже сложно проходить задания. Следствием этого является усиливающееся желание игрока приобрести нового героя.

Все эти факторы мотивируют игрока использовать реальные деньги, чтобы повысить свои шансы приобрести всё и сразу. Одна попытка стоит 160 звездных нефритов (внутриигровая валюта), получить его можно как за прохождение игры и ивентов, так и приобрести за деньги.

Исходя из расценок внутреннего игрового магазина «Сеть древних снов», один «прыжок» обойдется при покупке самого дорогого набора за 8990 рублей при стоимости одной попытки 222 рубля; при покупке трех самых маленьких наборов за 99 рублей – в 263 рубля. Помимо этого, есть пропуск снабжения за 449 рублей, в котором можно получить 2700 звездного нефрита + 300 сущности древних снов (конвертируется в нефрит 1 к 1).

Следовательно, стоимость попытки 222–263 рубля при покупке «сущности древних снов», и 24 рубля при покупке пропуска снабжения.

Таким образом, при более детальном рассмотрении вероятности получения игровых предметов и стоимости попыток, становится ясно, какие суммы игрок, донатящий в данный игровой проект, готов отдать за небольшой шанс получить желаемое. Более понятными становится ме-

ханизмы, используемые гача-играми для привлечения игроков, и то, как изначально бесплатные проекты становятся финансово успешными.

Сам данный жанр не является плохим, но игрокам важно понимать и уметь рассчитывать вероятность успеха и его стоимость. Объяснение того, как работают проекты, подразумевающие случайное получение желаемого, может в дальнейшем уберечь молодое поколение от более серьезных проблем, например, лудомании.

Список источников

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк. – 2003. – 490 с.
2. https://www.vietnam.vn/ru/thu-vui-giai-tri-hay-bay-chi-tieu-thoi-dai-so

УДК 539.376

Жукова А.П.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА РИСКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Аннотация. *Рассматривается оценка риска лесных пожаров в России на основе статистических данных. Предложены модели прогнозирования с учётом климатических и антропогенных факторов. Показана динамика пожаров за 2022–2024 годы и рассчитан прогноз на 2025 год.*

Ключевые слова: *лесные пожары, риск, статистический анализ, регрессионная модель, климатические факторы, прогнозирование, экосистема, уязвимость территории, пожарная безопасность, мониторинг.*

В настоящее время наиболее значимая проблема Российской Федерация — это лесные пожары одна из самых острых проблем России в жаркий сезон. Они наносят серьёзный ущерб экологии, экономике и угрожают жизни людей, особенно вблизи населённых пунктов и объектов инфраструктуры. В условиях растущих рисков тема становится всё

более актуальной для обеспечения безопасности и устойчивости экосистем.

По информации главы Рослесхоза Ивана Советникова, С начала 2022 года по ноябрь в России сгорело 3,5 млн га леса. В 2023 году произошло 12,8 тыс. Пожаров на площади 4,6 млн га — это почти вдвое меньше средних значений и на 30% ниже целевого показателя. По прогнозам Росгидрометцентра, 2024 год оказался более «горячим»: только к июлю выгорело 4,87 млн га, а к ноябрю — уже 7,5 млн га. При этом официальная статистика учитывает не все случаи возгораний.

Был выполнен анализ информационно-статистического обеспечения охраны лесных земель от пожаров, проведен анализ источников информации о лесных пожарах в РФ и сопоставлены данные, полученные из официальной статистической отчетности Рослесхоза и других организаций [1].

Основываясь на полученных данных и используя представленные методы, мы можем попробовать прогнозировать вероятность возникновения лесных пожаров в 2025 году по формуле (1):

$$R=P\times V\times E \quad (1)$$

где:

R – общий риск возникновения лесного пожара,

P – вероятность возникновения пожара (на основе статистических данных предыдущих лет),

V – уязвимость территории (плотность лесного массива, тип растительности, климатические условия),

E – ожидаемый ущерб (экономический, экологический, социальный).

Для прогноза на 2024 год можно использовать регрессионную модель на основе данных за предыдущие годы по формуле (2):

$$P_{2024} = \alpha \cdot P_{2022} + \beta \cdot P_{2023} + \gamma \cdot X \ , \quad (2)$$

где P_{2024} – прогнозируемая вероятность пожара,

$\alpha \cdot P_{2022}$, $\beta \cdot P_{2023}$ – статистические данные по пожарам в предыдущие годы,

X – дополнительные факторы (температурные аномалии, уровень осадков, антропогенный фактор),

α, β, γ – весовые коэффициенты, определяемые методом статистической регрессии.

Оценочный риск лесных пожаров на 2024 год составляет 33.8 условных единиц, что выше риска на 2023 год (примерно 29.4). Таким образом видя, что данная регрессивная модель работает мы можем получить прогноз на 2025 год по формуле (3):

$$P_{2025} = \alpha \cdot P_{2024} + \beta \cdot P_{2023} + \gamma \cdot X \ , \qquad (3)$$

где P_{2025} – прогнозируемая вероятность пожара,

$\alpha \cdot P_{2024}$, $\beta \cdot P_{2023}$ – статистические данные по пожарам в предыдущие годы,

X – дополнительные факторы (температурные аномалии, уровень осадков, антропогенный фактор),

α, β, γ– весовые коэффициенты, определяемые методом статистической регрессии.

В результате мы получаем вероятность возникновения лесных пожаров в 2025 году которая составит 35%, а общий оценённый риск будет равен 24.5 условных единиц.

Мы видим, что оценочный риск лесных пожаров на 2024 годсоставляет 33.8 условных единиц, что выше риска на 2023 год (примерно 29.4) и существенно выше прогноза на 2025 год (24.5). Это указывает на необходимость усиления мер по предотвращению и мониторингу пожаров.

Заключение

Анализ данных за 2022–2024 годы показывает неравномерное распределение лесных пожаров по России. Прогнозные модели 2025 года позволяют точнее определять зоны риска и возможный ущерб. Эффективное управление требует сочетания статистики, мониторинга, профилактики, обучения населения, технического оснащения

Список источников

1. Моисейкина Л.Г., Куджаев Н.А. Информационно-статистическое обеспечение анализа охраны лесных земель от пожаров // Статистика и экономика. – 2013. – № 4. – С. 149–153. DOI: 10.21686/2500-3925-2013-4-149-153.

УДК:372.851

Козьминых К.П.
Научный руководитель: Мустафина С.С., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ИГРЫ. ОБРАЗОВАНИЕ В НОВОМ ФОРМАТЕ

Аннотация. *В статье рассматривается инновационный подход к обучению математике, основанный на использовании игровых методик. Исследуется потенциал игр в повышении мотивации, вовлеченности и эффективности обучения, а также предлагаются конкретные примеры и практические рекомендации по интеграции игр в образовательный процесс.*

Ключевые слова*: игровые методики, интерактивное обучение, образование; математика.*

Математика является фундаментом для понимания окружающего мира и развития критического мышления. Однако, у многих учащихся она вызывает чувство отчуждения, тревоги и даже страха. Традиционные методы обучения, делающие упор на механическое запоминание формул и алгоритмов, не всегда способны пробудить у детей искренний интерес и глубокое понимание математических концепций. В поисках более эффективных и увлекательных способов обучения все больше внимания уделяется игровым технологиям.

Игра, будучи естественной формой активности для детей, обладает огромным потенциалом для вовлечения их в учебный процесс. Она позволяет превратить сложные и абстрактные математические понятия в понятные и захватывающие действия. Вместо того чтобы пассивно усваивать информацию, учащиеся становятся активными участниками процесса, самостоятельно исследуя, экспериментируя и применяя полученные знания на практике. [1]

Игра – это не просто развлечение, это естественный и мощный инструмент обучения, который обладает рядом преимуществ:

- Мотивация и вовлеченность
- Снижение тревожности
- Развитие когнитивных навыков
- Практическое применение знаний

— Учение через ошибки
— Социальное взаимодействие [2]

Виды игр для обучения математики:

1) Настольные игры: Классика с математическим уклоном
— Стратегические игры (Шахматы, Шашки, Го)
— Экономические игры (Монополия, Бизнесмен)
— Игры на пространственное мышление (Танграм, Пятнашки)

2) Ролевые игры: Обучение через моделирование реальности
— Игры в магазин, банк, ресторан
— Игры в строителей, архитекторов, дизайнеров
— Игры в путешественников, исследователей

3) Компьютерные игры и приложения: Современные инструменты обучения
— Математические симуляторы
— Головоломки и пазлы
— Игры-платформеры с математическими элементами
— Приложения для изучения математики

4) Головоломки и задачи: Развитие нестандартного мышления
— Числовые головоломки (Судоку, Какуро)
— Логические головоломки (Ханойская башня, Танграм)
— Задачи на смекалку и сообразительность
— Игры на логику и стратегию (Мафия, Уно) [6]

В ходе исследования показано, что настольные игры развивают стратегическое мышление и навыки планирования. Компьютерные игры обеспечивают интерактивное и наглядное обучение. Ролевые игры погружают учащихся в контекст реальных ситуаций. Головоломки стимулируют логику и нестандартное мышление. Подвижные игры сочетают обучение с физической активностью, а карточные игры развивают навыки анализа и подсчета.[3]

Все эти методы, при правильном применении, способны не только помочь учащимся усвоить математические концепции, но и развить их когнитивные навыки, повысить мотивацию и снизить тревожность, связанную с изучением математики. [4]

Важно подчеркнуть, что выбор конкретного вида игры – это индивидуальный процесс, зависящий от многих факторов: возраста, уровня

подготовки, интересов учащихся, учебных целей и возможностей образовательного учреждения.[5] Однако, важно интегрировать их в образовательную программу, а не использовать как отдельные развлекательные активности.[6]

Список источников

1. Ломов Б.Ф., & Приходько А.В. (2020). Игра как средство обучения математике в школе. Журнал "Физико-математическое образование", 12(3), 45-58.
2. Васильева Н.С. (2022). Инновации в образовательных технологиях: Игровой подход. Журнал "Современные образовательные технологии", № 5, 112-125.
3. Чапаев А.Н., & Смирнова Е.В. (2021). Методы обучения математике через игру в начальной школе. Журнал "Проблемы современного образования", 18(4), 36-49.
4. Терентьев А.И., & Селиверстов В.П. (2022). Эффективность игровых методов в учебном процессе. Журнал "Педагогические исследования", 10(2), 89-95.
5. Игровые технологии на уроках математики // nsportal.ru URL: https://nsportal.ru/shkola/algebra/library/2012/11/29/igrovye-tekhnologii-na-urokakh-matematiki (дата обращения: 11.01.2025).

УДК 519.2

Криницын А.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ В СТРАХОВАНИИ

Аннотация. *В данной статье рассматриваются вероятностные модели, используемые в страховании. Обсуждаются их преимущества и недостатки, а также влияние на принятие решений в страховых компаниях.*

Ключевые слова: *вероятностные модели, страхование, риск, статистика.*

Страхование, как важный элемент финансовой системы, занимает ключевую позицию в управлении рисками. В условиях неопределенности, присущей современному миру, страховые компании сталкиваются с необходимостью прогнозирования вероятных убытков и оценки рисков. Вероятностные модели становятся незаменимым инструментом в этой области, позволяя более точно оценивать страховые премии и формировать резервы.

Вероятностные модели в страховании помогают анализировать данные о прошлых событиях и выявлять закономерности, что, в свою очередь, позволяет предсказывать будущие риски. Например, использование статистических методов для анализа данных о страховых случаях позволяет выявить вероятность наступления определенных событий, таких как аварии, болезни или стихийные бедствия. Это знание помогает страховым компаниям устанавливать адекватные тарифы и минимизировать финансовые потери.

Одним из наиболее распространенных методов является модель Клаузиуса, которая используется для оценки вероятности наступления страхового случая на основе исторических данных. Эта модель позволяет учитывать различные факторы, такие как возраст застрахованного, его здоровье и образ жизни, что делает прогноз более точным. Например, молодые люди могут иметь меньшую вероятность наступления страхового случая по сравнению с пожилыми. Это позволяет страховым компаниям предлагать более низкие тарифы для определенных групп клиентов.

Однако, несмотря на все преимущества, вероятностные модели имеют свои ограничения. Во-первых, они основаны на предположении, что прошлые события могут служить надежным индикатором будущих. Это не всегда так, особенно в условиях быстро меняющегося мира, где новые факторы могут существенно повлиять на риски. Например, пандемия COVID-19 показала, что неожиданные глобальные события могут кардинально изменить прогнозы и модели, основанные на исторических данных. Во-вторых, модели могут быть подвержены ошибкам из-за недостатка данных или неправильной интерпретации информации. Неполные или искаженные данные могут привести к неверным выводам и, как следствие, к финансовым потерям.

Тем не менее, использование вероятностных моделей в страховании продолжает расти. Страховые компании все чаще применяют методы машинного обучения и искусственного интеллекта для улучшения своих моделей и повышения точности прогнозов. Эти современные технологии позволяют обрабатывать большие объемы данных и выявлять

сложные зависимости, которые могут быть неочевидны при использовании традиционных методов. Это позволяет не только более эффективно управлять рисками, но и предлагать клиентам более персонализированные продукты, учитывающие их индивидуальные особенности и потребности.

В заключение, вероятностные модели играют важную роль в страховании, позволяя компаниям принимать обоснованные решения в условиях неопределенности. Их использование способствует более эффективному управлению рисками и повышению финансовой устойчивости страховых организаций. Важно отметить, что для достижения наилучших результатов страховым компаниям необходимо постоянно обновлять свои модели и адаптироваться к изменениям в окружающей среде.

Список источников

1. Виноградов А.И. Вероятностные модели в страховании: учебное пособие. – Москва: Издательство Финансы и статистика, 2020. – С. 112-115.
2. Кузнецов В.П. Статистика и страхование. – М.: Высшая школа, 2019. – 320 с.
3. Сидоров Н.А. Модели риска в страховании: теория и практика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2021. – 450 с.

УДК 519.86

Кузнецова Д.А., Кустова А.П.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Аннотация. *Проведён анализ эффективности двух проектов, позволяющий оценить уровень их инвестиционной привлекательности для всех потенциальных участников, включая будущих партнеров и инвесторов.*

Ключевые слова: *инвестиционный проект, эффективность, показатели эффективности.*

Оценка эффективности проекта — процесс, включающий в себя анализ ресурсов, которые потребуются для воплощения проекта и получения желаемых результатов.

При проведении оценки эффективности проекта важно решить следующие задачи:

1. Определить процент реализуемости.
2. Решить, насколько целесообразно и рентабельно воплощение проекта.
3. Сравнить вероятную результативность проекта.

Для анализа эффективности инвестиционного проекта используется комплекс индикаторов, позволяющих рассмотреть все составляющие, оказывающие влияние на конечный результат.

Конечным и основным результатом каждого проекта считается получение финансовой прибыли. Поэтому все методы определения эффективности проекта имеют в своей основе этот единый принцип.

Разные методики изучения эффективности проекта включают ряд показателей, позволяющих детализировано изучить проект, а также подготовить развернутый разбор для всех заинтересованных лиц.

Проект является экономически привлекательным, если эти показатели являются положительными, иначе проект считается убыточным. Показатели прибыльности рассчитываются применительно к различным экономическим субъектам, заинтересованным в участии в проекте. Для каждого из них меняются лишь содержание и значение стоимостных оценок результатов и затрат. Так, для потенциального инвестора экономическими результатами реализации проекта выступают ожидаемые доходы (например, дивиденды), получаемые им в течение периода реализации проекта, но чаще его интересует рост стоимости всей компании, поскольку он владеет ее частью и планирует продать, зафиксировав свой доход. Для кредитора экономическим результатом являются платежи за выданный кредит, инвестируемый в проект.

В работе проведена экономическая оценка двух инновационных проектов, позволяющая выбрать экономически более привлекательный из них. Данные для расчета по проектам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели	***Значения***	
	Проект «А»	**Проект «Б»**
Объем инвестиции, тыс. руб.	200 000	180 000
Срок эксплуатации, лет	5	5
Ежегодная прибыль, тыс. руб.	70 000	65 000
Дисконтная ставка, %	10	10

Период окупаемости по проекту А составил около 2 лет и 10 месяцев, а по проекту Б – приблизительно 2 года и 9 месяцев, следовательно проект Б в этом плане предпочтительнее.

Чистая текущая стоимость (NPV) – это значение чистого потока денежных средств с учетом фактора времени. Для проекта А $NPV(A) = 65300$ тысяч рублей, а для проекта Б $NPV(Б) = 66350$. Видно, что $NPV(A) < NPV(Б)$, следовательно проект Б снова предпочтительнее.

Рентабельность характеризует уровень доходов на единицу затрат, индексы рентабельности для проектов равны $PI(A) = 1{,}3261$ и $PI(A) = 1{,}3688$. Здесь также проект Б предпочтительнее.

Период окупаемости денежных вложений с учетом временной стоимости денег по обоим проектам составляет более 3 лет, что больше, чем период окупаемости без учета стоимости. Для проекта А $DPP(A) = 3{,}54$ тысяч рублей, а для проекта Б $DPP(Б) = 3{,}43$. $DPP(A) < DPP(Б)$, следовательно проект Б предпочтительнее.

Норма прибыли – коэффициент, показывающий такое значение процентной ставки, при которой чистая приведенная стоимость равна нулю. Эта задача решена методом итерации. Вычисления NPV при различных значениях *r* показывают, что IRRA находится на промежутке от 20% до 25%. Для проекта А $IRR(A) = 0{,}22214$, для проекта Б $IRR(Б) = 0{,}23679$.

Вывод: при заданных условиях задачи, т. е. при $r = 10\%$, проект Б предпочтительнее проекта А по всем показателям. У него выше доходность, рентабельность, больше внутренняя норма прибыли и меньше срок окупаемости, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели	***Значения***	
	Проект «А»	**Проект «Б»**
Простая норма прибыли (ROI)	0,35	0,36
Срок окупаемости без учета временной стоимости денег (PP), лет	2,85	2,76
Чистая текущая прибыль (NPV),тыс.руб.	65300	66350
Индекс рентабельности (PI)	1,3267	1,3688
Срок окупаемости с учетом временной стоимости денег (DPP), лет	3,54	3,43
Внутренняя норма прибыли (IRR), %	22,214	23,679

Таким образом, существует достаточно много различных показателей эффективности проектов, однако наличие недостатков у каждого из

них приводит к тому, что для получения адекватной оценки одного проекта требуется рассчитывать несколько различных показателей.

Оценка эффективности проекта крайне важна для успешного управления проектом. Благодаря этому заинтересованные стороны получают ценную информацию о ходе проекта, его интенсивности, результативности, рентабельности, сроках реализуемости. На основании полученных оценок могут приниматься решения о дальнейшем развитии, изменении направления, дополнительном финансировании или закрытии проекта.

Однако, достаточно редко проект идёт полностью по плану: всё выполняется и сдаётся вовремя, нет превышения бюджета. Поэтому произведённая своевременно оценка позволяет выявлять и устранять проблемы, которые могут повлиять на объём, качество, сроки или финансирование. Далее можно использовать эту информацию для оптимизации рабочих процессов в будущем.

Список источников

1. Патрушева Е.Г. Инвестиционный анализ в процессах формирования финансовой модели и оценки экономической эффективности инвестиционных проектов: Учебное пособие / Е.Г. Патрушева. – М.: Прометей, 2024 – 110 с.

УДК. 539.376

Мамылова Д.К.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *В данной работе проведён анализ динамики и дифференциации заработной платы в Республике Марий Эл за 2024 год. Рассчитан темп роста заработной платы и коэффициент дифференциации, показывающий различия между городскими округами и муниципальными районами. Выявлен значительный рост номинальной заработной платы и необходимость учёта инфляции для оценки реальных доходов.*

***Ключевые слова**: заработная плата, динамика, дифференциация, Марий Эл, 2024 год.*

Изучение динамики заработной платы и её структуры имеет важное значение для понимания социально-экономической ситуации в регионе. Данная работа анализирует изменения заработной платы в Республике Марий Эл за 2024 год, что позволяет оценить дифференциацию оплаты труда по видам экономической деятельности.

Актуальность исследования заключается в выявлении диспропорций в динамике заработной платы между различными видами экономической деятельности, а также в анализе факторов, влияющих на уровень заработной платы в различных секторах экономики. Кроме того, работа предоставляет данные для разработки мер по стимулированию роста заработной платы в перспективных отраслях.

Для анализа использованы данные Маристата о среднемесячной начисленной заработной плате работников организаций Республики Марий Эл за январь-декабрь 2024 года. Среднемесячная начисленная заработная плата по Республике Марий Эл за этот период составила 64 778,5 рублей, а в декабре 2024 года этот показатель достиг 87 982,7 рублей.

Для анализа использованы данные о росте заработной платы в процентах к соответствующему периоду предыдущего года. Рост среднемесячной заработной платы за январь-декабрь 2024 года к январю-декабрю 2023 года составил 123,7%.

Темп роста заработной платы рассчитывается по формуле:

Темп роста = (ЗП_2024 / ЗП_2023) * 100%

Средний темп роста заработной платы по Республике Марий Эл за январь-декабрь 2024 года к аналогичному периоду 2023 года:

Темп роста = 123,7%

Дифференциация заработной платы по видам деятельности проведена на основе сравнения данных о среднемесячной заработной плате[4]. Максимальная заработная плата зафиксирована в сфере деятельности профессиональной, научной и технической (149 679,7 рублей)[2], минимальная — в сфере деятельности по операциям с недвижимым имуществом (40 975,1 рублей)[2].

Коэффициент дифференциации рассчитывается как отношение максимальной заработной платы к минимальной:

Коэффициент дифференциации = ЗП_макс / ЗП_мин

Для Республики Марий Эл в декабре 2024 года:

Коэффициент дифференциации показывает, во сколько раз максимальная заработная плата превышает минимальную. В данном случае, коэффициент 3,65 означает, что в сфере деятельности профессиональной, научной и технической заработная плата в 3,65 раза выше, чем в сфере деятельности по операциям с недвижимым имуществом. Этот показатель указывает на существенные различия в оплате труда между разными видами деятельности и может свидетельствовать о дисбалансе на рынке труда.

Результаты анализа показывают значительный рост номинальной заработной платы в 2024 году — 123,7% к предыдущему году[1]. Также выявлена существенная дифференциация по видам деятельности, где коэффициент дифференциации составил 3,65. Это говорит о необходимости анализа причин таких различий и разработки мер для сбалансированного развития рынка труда.

Выводы из проведённого анализа включают в себя значительный рост номинальной заработной платы, что может свидетельствовать о положительных тенденциях в экономике региона. Однако, высокий уровень дифференциации требует анализа причин и разработки мер для сбалансированного развития рынка труда. Кроме того, для оценки реального уровня жизни необходимо учитывать инфляцию, которая может существенно корректировать положительную динамику номинальной заработной платы [3].

Список источников

1. Срочная информация 6 марта 2025 №9. Среднемесячная начисленная заработная плата работников организаций Республики Марий Эл за январь - декабрь 2024 года / Маристат. URL:https://12.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/88_ZarplataMO_1224.pdf

2. Срочная информация 6 марта 2025 №7. Среднемесячная начисленная заработная плата работников организаций Республики Марий Эл за январь - декабрь 2024 года / Маристат.

URL: https://12.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/88_Zarplata_1224.pdf

3. Об инфляции в Республике Марий Эл / Маристат. – 2024. – URL: (дата обращения: 06.04.2025).

4. Труд и занятость в Республике Марий Эл: Статистический сборник / Маристат. – 2023.

5. Социально-экономическое положение Республики Марий Эл / Маристат. – 2024.

УДК 519.86

Мелехина М.А.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ КАПИТАЛА И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Аннотация. *Рассматриваются основные математические модели, используемые для оценки стоимости капитала и инвестиционных проектов. Проводится анализ моделей дисконтированного денежного потока (DCF), включая Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) и Payback Period, выявляются преимущества и недостатки каждой модели.*

Ключевые слова: *стоимость капитала, инвестиционные проекты, дисконтированный денежный поток, NPV, IRR, Payback Period, WACC, CAPM.*

Принятие обоснованных инвестиционных решений является необходимым для успеха любого предприятия. Оценка стоимости капитала и инвестиционных проектов предполагает применение строгих математических методов, позволяющих учесть временную стоимость денег, риски и неопределенность.

Стоимость капитала представляет собой минимальную доходность, на основе которой инвестор рассчитывает получить инвестиции за вложение средств в конкретный проект или компанию. Оценка стоимости капитала является первым основополагающим этапом в процессе оценки инвестиционных проектов. Наиболее распространенными моделями оценки стоимости капитала являются:

1. **Модель CAPM (Capital Asset Pricing Model).** Она определяет стоимость капитала как сумму безрисковой ставки доходности и премии за риск, умноженной на коэффициент бета. Формула CAPM: $r = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f)$, где r – стоимость капитала, r_f – безрисковая ставка доходности, β – коэффициент бета, r_m – ожидаемая доходность рынка.

2. **Модель WACC (Weighted Average Cost of Capital)** представляет собой средневзвешенную стоимость всех источников финансирования

компании, включая собственный капитал и заемный капитал. Формула модели имеет вид

$$WACC = \frac{E}{V} \cdot r_e + \frac{D}{V} \cdot r_d \cdot (I - t),$$

где E – рыночная стоимость собственного капитала, D – рыночная стоимость заемного капитала, V – общая стоимость капитала (E+D), r_e – стоимость собственного капитала, r_d – стоимость заемного капитала, t – ставка налога на прибыль.

После определения стоимости капитала наступает второй этап – оценка инвестиционных проектов. Наиболее распространенными моделями оценки инвестиционных проектов являются:

1. **NPV (Net Present Value)** представляет собой разницу между приведенной стоимостью будущих денежных потоков от проекта и первоначальными инвестициями. Формула для NPV имеет вид

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0,$$

где CF_t – денежный поток в период t, r – ставка дисконтирования (стоимость капитала), I_0 – первоначальные инвестиции. Если $NPV > 0$, то проект считается прибыльным и должен быть принят.

2. **IRR (Internal Rate of Return)** представляет собой ставку дисконтирования, при которой NPV проекта равен нулю. IRR рассчитывается путем решения уравнения NPV = 0. Если IRR больше стоимости капитала, проект считается прибыльным и должен быть принят.

3. **Payback Period (Срок окупаемости)** представляет собой время, необходимое для того, чтобы денежные потоки от проекта покрыли первоначальные инвестиции. Сравнение моделей и их ограничения представлены в таблице

Модель	***Преимущества***	***Недостатки***
NVP	Учитывает временную стоимость денег, позволяет оценить абсолютную величину прибыли	Требует точной оценки будущих денежных потоков и ставки дисконтирования
IRR	Легко интерпретируется, позволяет сравнить проекты с разными масштабами	Может иметь несколько решений, не учитывает масштаб проекта
Payback Period	Прост в расчете и понимании, позволяет оценить ликвидность проекта	Не учитывает временную стоимость денег, игнорирует денежные потоки после срока окупаемости

Задача.

Исходные данные	Прогнозируемые денежные потоки
Первоначальные инвестиции: 10 000 000 руб. Срок проекта: 5 лет Ставка дисконтирования: 12% годовых	1-й год: 2 500 000 руб. 2-й год: 3 200 000 руб. 3-й год: 3 800 000 руб. 4-й год: 4 100 000 руб. 5-й год: 4 500 000 руб.

Расчёт $NPV = -I_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_3}{(1+r)^3} + \frac{CF_4}{(1+r)^4} + \frac{CF_5}{(1+r)^5}$

$$NPV = -10000000 + \frac{2 \cdot 2500000}{(1+0{,}12)} + \frac{2 \cdot 3200000}{(1+0{,}12)^2} + \frac{2 \cdot 3800000}{(1+0{,}12)^3} + \frac{2 \cdot 4100000}{(1+0{,}12)^4}$$

$$+ \frac{2 \cdot 4500000}{(1+0{,}12)^5} = 2655472 \ \textit{рубля}$$

Получили $NPV > 0$, то есть проект создает дополнительную стоимость 2655472 рубля сверх требуемой инвесторами доходности (12%). Это означает, что проект экономически выгоден и увеличивает благосостояние инвесторов. Если бы мы вложили те же 10 млн руб. в альтернативные инвестиции с доходностью 12% годовых, то за 5 лет получили бы меньше, чем от данного проекта. Проект генерирует дополнительную стоимость примерно 2,66 млн руб. в сегодняшних деньгах.

Математические модели играют ключевую роль в оценке стоимости капитала и инвестиционных проектов. Выбор конкретной модели зависит от специфики проекта, доступности данных и целей анализа. Необходимо учитывать ограничения каждой модели и факторы, влияющие на точность оценки.

Список источников

1. Berk J., &DeMarzo, P. (2017). *Corporate Finance*. Pearson Education.

2. Brigham E.F., & Ehrhardt M.C. (2016). *Financial Management: Theory & Practice*. Cengage Learning.

3. Дамодаран А. "Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов".

4. Суворова Л.В., Суворова Т.Е., Куклина М.В. Анализ моделей оценки стоимости капитала // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2016. №1 (41). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-modeley-otsenki-stoimosti-kapitala.

УДК. 539.376

Орехова К.К.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА ТРУДА С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ И СТАТИСТИКИ

Аннотация. *В данной теме рассматриваются задачи, связанные для прогнозирования рынка труда с помощью методов статистики и алгоритмов. Предоставлена таблица рабочей силы за 2021 - 2024 год в городе Йошкар-Ола.*

Ключевые слова: *прогнозирование, рынок труда, численность рабочей силы, статистика, алгоритм.*

Актуальность темы обусловлена современными подходами к прогнозированию кадровой потребности на рынке труда с использованием алгоритмов и статистических методов. Такой подход позволяет анализировать информацию о вакансиях, откликах соискателей и необходимых компетенциях, что, в свою очередь, дает возможность спрогнозировать изменения на рынке труда. Для государства это важно для понимания экономической ситуации в регионе, внесения изменений в стратегию и создания новых рабочих мест, а также для разработки программ по привлечению необходимых специалистов.

Рынок труда представляет собой систему социально-экономических и общественных отношений, возникающих в процессе обмена способности к труду на средства воспроизводства рабочей силы в соответствии с личными и профессионально-квалификационными качествами, присущими каждому человеку.

Необходимо ввести такое понятие как численность рабочей силы:

Численность рабочей силы - это ключевой показатель, отражающий количество людей, способных и желающих работать, и используется для анализа и прогнозирования состояния рынка труда [1].

Прогнозирование - это процесс оценки будущих событий на основе анализа текущих данных[2]. В контексте рынка труда оно позволяет предсказывать изменения в занятости и безработице.

В таблице ниже представлена статистика рабочей силы в городе Йошкар-Ола за промежуток с 2021 по 2024 год. (Табл.1)

Таблица 1 – Численность рабочей силы

Численность рабочей силы:(тыс. человек)				
	2021	2022	2023	2024
Рабочая сила:	326,0	330,3	323,3	331,0
мужчины	167,2	171,2	166,8	168,8
женщины	158,8	159,1	156,5	162,2

Для прогнозирования рынка труда на 2025 год, будет использоваться метод статистики и алгоритма – модель трендов.

Модели трендов — это комбинация статистических методов и алгоритмов, используемые для анализа и прогнозирования временных рядов данных, выявляя общие тенденции (тренды) в поведении данных за определенный период времени[3].

Преобразуем временной ряд в числовой формат для анализа данных рабочей силы за последние 4 года, где:

$$2021 = 0,\ 2022 = 1,\ 2023 = 2,\ 2024 = 3.$$

Для каждой категории были построены линейные модели с использованием метода наименьших квадратов.

1. Рабочая сила:

Прогноз на 2025 (где X=4):

$$Y=200(4)+326000=326\ 800$$

2. Мужчины:

Прогноз на 2025 (где X=4):

$$Y=100(4)+167200=167\ 600$$

3. Женщины:

Прогноз на 2025 (где X=4):

$$Y=100(4)+158800=159\ 200$$

Для оценки точности прогнозирования на 2025 год будет проведен еще один анализ – это расчет абсолютного и относительного отклонения.

Прогнозные показатели каждой категории, полученные с помощью модели трендов, будут сравниваться с фактическими данными, что позволит увидеть эффективность модели трендов и оценить качество прогнозирования.

Формулы для отклонений

1. Абсолютное отклонение (AD):

AD = Прогнозируемое значение - Фактическое значение

2. Относительное отклонение (RD):

RD = (Прогнозное значение / Фактическое значение) * 100%
Ниже представлена таблица с результатами AD и RD. (Табл.2)

Таблица 2 – Абсолютное и относительное отклонение

Категория	Прогноз (чел)	Факт (чел)	AD	RD (%)
Всего:	326 800	326 000	AD = 326 800 – 326 600 = 800	$RD = \left(\frac{326800}{326000}\right) \times 100\ \% \approx 1{,}002$
Мужчины	167 600	167 000	AD=167 600 – 167 000 = 600	$RD = \left(\frac{167600}{167000}\right) \times 100\% \approx 1{,}003$
Женщины	159 200	159 000	AD= 159 200 – 159 000 = 200	$RD = \left(\frac{159200}{159000}\right) \times 100\% \approx 1{,}001$

Анализ рынка труда в Йошкар – Оле показал, что прогнозные данные превышают фактические, но имеют маленькое относительное отклонение, что свидетельствует о корректности расчета по методу моделей трендов.

Прогноз на 2025 год предполагает общую численность рабочей силы 326 800 человек, из них 167 600 (51,2%) мужчин и 159 200 (48,8%) женщин.

Список источников

1. Козлова Е.И. Экономика труда: рынок труда, занятость, социально-трудовые отношения: учебное пособие / Е.И. Козлова, О.В. Титова. — Липецк: Липецкий ГТУ, 2024. — 72 с. — ISBN 978-5-00175-250-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/434591

2. Сивиринов Б.С. Социальное прогнозирование : учебное пособие / Б.С. Сивиринов. — Новосибирск: НГТУ, 2021. — 137 с. — ISBN 978-5-7782-4352-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216158

3. Варфоломеева Т.Н. Структуры данных и основные алгоритмы их обработки: учебное пособие / Т.Н. Варфоломеева. — 2-е изд., стер. — Москва: ФЛИНТА, 2023. — 159 с. — ISBN 978-5-9765-3691-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/348230

УДК. 539.376

Путилова А.А.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СМЕРТНОСТИ В МАРИЙ-ЭЛ

Аннотация. *Анализ сезонных колебаний смертности в Республике Марий Эл за период 2022–2024 годов.*

Ключевые слова: *смертность, сезонные колебания, температура воздуха, анализ данных, Марий Эл.*

Актуальность исследования обусловлена тем, что одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на смертность, является температура воздуха.

Цель – анализ сезонных колебаний смертности в Республике Марий Эл в период с 2022 по 2024 год.

Для проведения исследования были использованы данные о смертности в Республике Марий Эл за 2022, 2023 и 2024 годы. (Рис.1)

Смертность была рассмотрена по сезонам для каждого года, а также была учтена средняя температура воздуха. Для анализа влияния температуры на смертность использовались простые статистические методы.

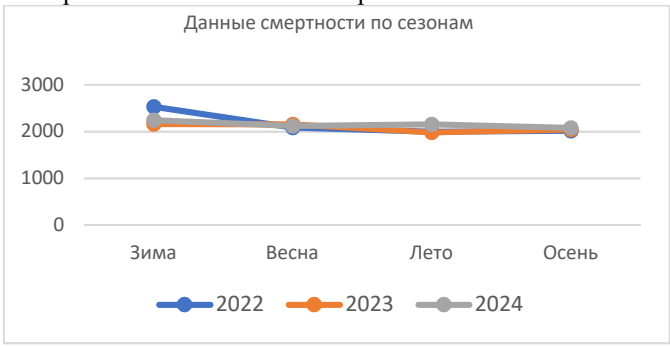


Рис. 1. Данные смертности по сезонам

Для анализа сезонных колебаний смертности была выбрана модель регрессии, поскольку она позволяет оценить влияние факторов (в данном случае, сезонности и температуры) на смертность. Линейная регрессия предполагает, что существует линейная зависимость между пе-

ременными, что подходит для данного исследования, поскольку сезонность и температура могут оказывать примерно постоянное влияние на смертность в разные годы.

Математически модель выражена как:

$$Mt = \beta 0 + \beta 1 \cdot S + \beta 2 \cdot X1 + \varepsilon ,$$

Где:

1. S = 1 для зимнего сезона и S=0 для летнего сезона.
2. $X1$ — температура для месяцat.
3. $\beta 0$ = 1.5— базовая смертность.
4. $\beta 1$ = 0.3— коэффициент влияния зимнего сезона.
5. $\beta 2$ = −0.05— коэффициент влияния температуры.

Коэффициент влияния летнего сезона β1для летних месяцев равен 0, поскольку в модели он только для зимнего сезона.

Зимний сезон:

1. Для 2022 года:

$$Средняя\ температура\ зимы = \frac{(-9.5)+(-2)+(-7)}{3} = -6.83^{\circ}C$$

Рассчитываем смертность:

$$M(зима\ \ 2022) = 1.5 + 0.3 \cdot 1 + (-0.05) \cdot (-6.83) = 1.5 + 0.3 + 0.3415 = 2.1415$$

Аналогично для 2023 и 2024 года.

Летний сезон:

1. Для 2022 года:

$$Средняя\ температура\ лета = \frac{21 + 19.5 + 24}{3} = 21.17^{\circ}C$$

Рассчитываем смертность:

$$M(лето\ \ 2022) = 1.5 + 0.3 \cdot 0 + (-0.05) \cdot 21.17 = 1.5 + 0 - 1.0585 = 0.4415$$

Аналогично для 2023 и 2024 года.

Подсчет средней смертности за все три года для зимы и лета

Средняя смертность для зимы за три года:

$$M(среднее\ зима) = \frac{2.1415 + 2.25 + 2.2165}{3} = 2.202$$

Средняя смертность для лета за три года:

$$M(среднее\ лето) = \frac{0.4415 + 0.475 + 0.3165}{3} = 0.41$$

Расчет модели регрессии показывает более высокую среднюю смертность в зимний период по сравнению с летним сезоном.

Рассчитаем абсолютное отклонение для каждого сезона:

1. Зимний сезон

Фактическая средняя смертность за 3 года для зимы (по данным):
Среднее фактическое значение смертности:

$$M(среднее\ фактическое\ зима) = \frac{887.5 + 700.5 + 792}{3} = 793$$

Расчетная средняя смертность за 3 года для зимы (по модели):
M (средняя расчетная зима) = 2.202
Абсолютное отклонение для зимы (с 2022 по 2024 год):
Абсолютное отклонение зима=|793−2.202|=790.798

2. Летний сезон

Фактическая средняя смертность за 3 года для лета (по данным):
Среднее фактическое значение смертности:

$$M(среднее\ фактическое\ лето) = \frac{656 + 656 + 811}{3} = 707.67$$

Расчетная средняя смертность за 3 года для лета (по модели):
M (среднее расчетное лето) = 0.411
Абсолютное отклонение для лета:
Абсолютное отклонение лето = |707.67−0.411| = 707.259

В ходе работы было проведено комплексное исследование сезонных колебаний смертности на основе данных по температуре и смертности в зимний и летний сезоны для трех лет (2022, 2023 и 2024 годы).

Рассмотрены методы, включая модель регрессии для анализа влияния температуры на смертность в разные сезоны, а также было рассчитано абсолютное отклонение для получения более точной картины.

Список источников

1. World Weather. Погода в Йошкар-Оле на 2024 год [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://world-weather.ru/pogoda/russia/yoshkar_ola/2024/, свободный. — Дата обращения: 29.03.2025.
2. GoGov. Избыточная смертность в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://gogov.ru/excess-mortality/mrl, свободный. — Дата обращения: 30.03.2025.
3. Таран, Н. И. Математическое моделирование в медицинских исследованиях [Электронный ресурс] / Н. И. Таран. — Режим доступа: https://studfile.net/preview/7096697/page:4/, свободный. — Дата обращения: 01.04.2025.
4. Абсолютное отклонение [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://ru.wikipedia.org/wiki/Абсолютное_отклонение, свободный. — Дата обращения: 02.04.2025.

УДК 51-78

Светлаков В.К.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ДИЗАЙНЕ

***Аннотация**. Актуальность исследования состоит в том, что в современном мире золотое сечение используется в различных сферах искусства, дизайна и архитектуры.*

***Ключевые слова**: золотое сечение, веб-дизайн, графический дизайн, продуктовый дизайн.*

Золотое сечение (золотая пропорция, деление в крайнем и среднем отношении, гармоническое деление) — отношение частей и целого, при котором отношения частей между собой и целого к наибольшей части равны. Такие отношения наблюдаются в природе, открыты в науке и соблюдаются в искусстве. Соотношение двух величин a и b, при котором бóльшая величина относится к меньшей так же, как сумма этих величин к бóльшей, то есть универсальным видом является:

$$\frac{a}{b}=\frac{a+b}{b}$$

f можно представить различных видах:

$$f=\sqrt{\left(1+\sqrt{\left(1+\sqrt{\left(1+\sqrt{\left(1+\cdots\right)}\right)}\right)}\right)}$$

$$f=1+1/\left(1+1/\left(1+1/\left(1+\cdots\right)\right)\right)$$

$$f=2\cos\frac{\pi}{5}=2\cos 36^{\circ}$$

$$f=2\sin\frac{3\pi}{10}=2\sin 54^{\circ}$$

И так далее.

В нынешнее время золотое сечение находит свое применение в различных областях, включая искусство, архитектуру, дизайн и даже природу. Эта пропорция обозначается греческой буквой *f* (фи) и равна примерно 1.6180339887. Также сечение имеет прямую связь с последовательностью Фибоначчи. При делении соседних чисел последовательности (например, 5/3 или 8/5) мы получаем значения, стремящиеся к f по мере увеличения чисел.

Первоначально золотое сечение использовали в архитектуре. Например, греческий Парфенон имеет пропорции, основанные на золотом сечении. Но, с приходом цифровых технологий, золотое сечение появляется и в современном дизайне.

В графическом дизайне золотое сечение активно используется для создания логотипов, визиток и рекламных материалов. Применяя эту пропорцию, дизайнеры могут добиться визуального баланса и гармонии. Например, размещение элементов на странице по принципу золотого сечения помогает направить взгляд зрителя к наиболее важной информации.

В веб-дизайне золотое сечение помогает создавать удобные и привлекательные интерфейсы. Расположение блоков контента, изображений и текстов по принципу золотого сечения делает сайт более интуитивно понятным для пользователей. Это также способствует улучшению восприятия информации.

В продуктовом дизайне при разработке продуктов дизайнеры часто используют золотое сечение для определения пропорций между различными элементами изделия. Это может касаться как внешнего вида (например, форм и размеров), так и функциональности (расположение кнопок или экранов).

Примеры использования:

- Логотипы: Многие известные бренды используют золотое сечение в своих логотипах для создания запоминающихся образов. Например, логотип Apple можно рассматривать как пример применения этой пропорции.
- Фотография: Фотографы часто используют правило третей (которое основано на золотом сечении) для композиции своих снимков. Размещение ключевых объектов на пересечениях линий помогает создать более динамичные и интересные кадры.
- Искусство: Художники используют золотое сечение для построения своих работ, чтобы достичь гармонии между цветами, формами и пространством.

Важно использовать золотое сечение как инструмент, а не жёсткое правило, так как уникальные характеристики бренда, отрасли или целевой аудитории могут быть более существенны, чем простые математические соотношения.

Список источников

1. Савин А. Число Фидия — золотое сечение (рус.) // "Квант" : Научно-популярный физико-математический журнал (издается с января 1970 года). — 1997. — № 6.
2. https://lpgenerator.ru/blog/2016/03/12/zolotoe-sechenie-v-dizajne/
3. https://skillbox.ru/media/design/zolotoe-sechenie/

УДК 512

Смирнов Н.Р.
Научный руководитель: Мустафина С.С., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦ В ПРОГРАММИРОВАНИИ

Аннотация. *В данной статье рассматривается, как можно изучать работу с матрицами с помощью программирования. Также показывается, что математические знания, можно и необходимо использовать для решения различных задач, особенно в области программирования.*

Ключевые слова: *матрица, массив данных, программирование.*

В программирования матрица, это двумерный массив, каждый элемент которого имеет два индекса: номер строки (i) и номер столбца (j). Матрицы служат для хранения и обработки различных данных, таких как числа, координаты и другие значения.

Матрицы играют ключевую роль в машинном обучении, позволяя представлять и обрабатывать данные. Например, матрица может использоваться для отображения набора данных, где каждая строка соответствует отдельному образцу, а каждый столбец — определённому признаку.

Основные операции с матрицами в контексте машинного обучения включают сложение, вычитание, умножение и транспонирование. Эти операции необходимы для выполнения различных вычислений в алгоритмах машинного обучения.

Умножение матриц позволяет вычислять линейные комбинации признаков, что особенно важно для таких методов, как линейная регрессия и нейронные сети.

Сложение и вычитание матриц помогают объединять и изменять данные.

Транспонирование матриц изменяет их ориентацию, что может быть полезно в различных вычислительных задачах.

Кроме того, матрицы способствуют оптимизации вычислений, ускоряя обработку больших объёмов данных, что особенно актуально при работе с крупными наборами информации.

Матрицы играют важную роль в обработке изображений. Полутоновое изображение можно представить в виде числовой матрицы, где хранятся значения яркости пикселей. Цветное изображение, в свою очередь, отображается через несколько параллельных матриц одинакового размера, каждая из которых содержит цветовые компоненты для каждого пикселя. Например, RGB-изображение можно представить как систему из трёх матриц, содержащих значения для красного, зелёного и синего цветов.

С помощью матриц можно применять различные фильтры к изображениям:

Матрица свёртки — это набор коэффициентов, который умножается на значения пикселей изображения для достижения нужного эффекта. На основе матрицы свёртки создаётся, например, фильтр размытия.

Медианный фильтр — используется для снижения шума или «сглаживания» изображения. Этот фильтр работает с матрицами разных размеров, но в отличие от матрицы свёртки, размер матрицы влияет лишь на количество анализируемых пикселей.

Фильтры эрозии и наращивания — предназначены для морфологического сжатия или расширения соответственно. Проще говоря, для изображений это означает выбор пикселя с максимальной или минимальной интенсивностью из соседних пикселей.

Также матрицы используются в операциях линейной алгебры. Матрицы позволяют эффективно работать с большими объемами данных, избегая необходимости каждый раз писать специальные инструкции для каждой операции.

Матрица уже была известна в Древнем Китае, она называлась «волшебным квадратом». «Волшебный квадрат» это квадратная таблица, заполненная различными числами таким образом, что сумма чисел в каждой строке, каждом столбце и на обеих диагоналях одинакова.

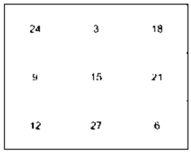


Рис. 1. «Волшебный квадрат»

Также матрицы используются в графическом программировании, они применяются для преобразования координат объектов, чтобы они корректно отображались на экране.

OpenGL (OpenGraphicsLibrary — открытая графическая библиотека) — спецификация, определяющая независимый от языка программирования кросс-платформенный программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику. В OpenGL выделяют три основных типа матриц:

Модельная матрица (ModelMatrix). Она отвечает за преобразование координат объекта из его локальной системы координат в мировую. Это включает такие операции, как перемещение, масштабирование и вращение. Модельная матрица позволяет задавать положение, ориентацию и размер объекта в сцене.

Матрица вида (ViewMatrix). Эта матрица определяет координаты относительно положения и ориентации наблюдателя, как если бы он находился в центре мира.

Проекционная матрица (ProjectionMatrix). Она преобразует координаты из системы координат камеры в систему координат экрана. Существует два типа проекций: ортографическая, которая сохраняет параллельность линий, и перспективная, создающая эффект глубины, уменьшая размеры удалённых объектов.

Эти матрицы часто комбинируются для формирования итоговой матрицы Model-View-Projection (MVP).

Таким образом, нельзя установить четкую границу, до какого уровня нужно знать математику, чтобы стать хорошим программистом. Иногда специалист даже не осознает, когда использует математические операции. Чем больше математических знаний у программиста, тем легче ему будет разрабатывать различные алгоритмы.

Список источников

1. Рубанова Н.А. Математическое программирование: учебное пособие для вузов / Н.А. Рубанова. — Санкт-Петербург.

2. Ржевский С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург.

3. Боревич З.И. Определители и матрицы / З.И. Боревич. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург.

4. Тюкачев Н.А. C#. Программирование 2D и 3D векторной графики: учебное пособие для вузов / Н.А. Тюкачев, В.Г. Хлебостроев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47565-0.

УДК 659.11

Смирнова А.Е.
Научный руководитель: Лаптева Т.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ: ВЛИЯНИЕ РЕКЛАМЫ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПОКУПАТЕЛЯМИ

Аннотация. *В данной статье рассматривается тема влияния математического моделирования на анализ потребительского поведения, а также способы применения статистических и эконометрических методов для прогнозирования спроса и оптимизации маркетинговых стратегий.*

Ключевые слова: *математическое моделирование, потребительское поведение, логит-анализ, модель Басса, прогнозирование спроса, оптимизация рекламы.*

В условиях жесткой конкуренции на рынке и постоянного изменения предпочтений потребителей, понимание того, как люди принимают решения о покупке, становится критически важным для успеха бизнеса. Математическое моделирование позволяет анализировать и предсказывать покупательские предпочтения, а также оценивать влияние различных факторов, таких как реклама, цена и социальные тренды, на процесс принятия решений. Эти модели помогают не только в разработке эффективных маркетинговых стратегий, но и в оптимизации ресурсов компаний.

Но на каждом этапе огромное влияние оказывает реклама. Она не просто информирует — она формирует желания, создает положительный образ бренда и подталкивает к покупке. В условиях, когда мы ежедневно видим тысячи рекламных сообщений, понимание этих механизмов становится ключом к успеху в бизнесе и маркетинге.

Рассмотренная в статьелогит-модель — мощный инструмент для прогнозирования потребительского выбора.Это "калькулятор вероятности", который считает:

• Насколько вероятно, что человек выберет товар А вместо товара В

• Как влияют на выбор: цена, реклама и другие факторы.

Суть модели: Предсказывает вероятность выбора товара в зависимости от его характеристик (цена, реклама, рейтинг).

Формула: $P(i) = \frac{e^{u1}}{e^{u1}+e^{u2}+\cdots+e^{un}}$

Рассмотрим на примере с какой вероятностью клиент выберет iPhone вместо Samsung. Именно это и позволяет рассчитать логит-модель!

В основе модели — концепция полезности. Мы вычисляем её в три шага:

Шаг 1: Считается полезность

Для iPhone: берём цену 999$ (коэффициент -0.002) и 150 показов рекламы (коэффициент +0.01). Умножаем и складываем: получаем - 0.5.

Для Samsung цена 799$ и 100 показов рекламы при тех же условиях: - 0.6

.Обратите внимание: отрицательное значение — это нормально, оно означает, что оба варианта неидеальны для потребителя.

.Шаг 2: Преобразуетсяв вероятность

• $e^{-0.5} \approx 0.6065$ для iPhone

• $e^{-0.6} \approx 0.5488$ для Samsung

Вероятность выбора iPhone составила≈ 52.5%

Сейчас iPhone имеет небольшое преимущество (52.5% vs 47.5%). Если же Samsung увеличит показы рекламы до 150, вероятность выбора iPhone упадёт до 47%

Модель сразу показывает, какие факторы сильнее всего влияют на выбор.

Если представить запуск новогоинновационногопродукта - например, новый электромобиль. Как спрогнозировать, как быстро он завоюет рынок? Именно для этого существует модель Басса - математический инструмент, который уже более 50 лет помогает компаниям от Apple до Tesla предсказывать распространение новых технологий.

Формула: $\frac{dN}{dt} = \left(p + q * \frac{N}{M}\right) * (M - N)$

Модель учитывает два ключевых канала распространения:

Реклама (параметр p) - это люди, которые покупают, увидев вашу рекламу. Сарафанное радио (параметр q) - те, кто покупает по рекомендациям уже существующих клиентов. Особенность модели в том, что она показывает, как эти факторы взаимодействуют во времени.

Разберём формулу модели Басса. Вот как она работает:

В начале, когда продукт только выходит, продажи определяются в основном рекламой.По мере появления первых покупателей, начинает работать "сарафанное радио".Чем больше людей уже купило продукт, тем сильнее эффект рекомендаций.

Возьмём конкретный пример - Tesla. Для электромобилей:p = 0.01 (всего 1% покупают из-за рекламы); q = 0.4 (каждый владелец Tesla приводит 0.4 новых клиента) - очень высокий показатель!M=10млн (потенциальные покупатели)

Посмотрим как это работает на практике.

Месяц 0:• Первые 100,000 покупателей - это те, кто решился на покупку только благодаря рекламе.

Месяц 1:• Появляются первые 138,600 новых клиентов - теперь к рекламе добавляются рекомендации первых покупателей

Месяц 6:• Пик продаж - 370,000 в месяц! В этот момент работает и реклама, и мощный эффект рекомендаций

К 12 месяцу:• Прогноз: 3.044 млн продаж

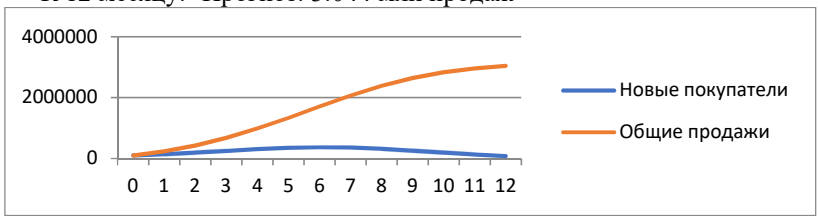


Рисунок.1 Прогноз покупательной способности электромобиля по месяцам.

Математическое моделирование потребительского поведения — это мощный инструмент, позволяющий бизнесу перейти от интуитивных решений к точным, обоснованным стратегиям.

В ходе исследования были рассмотрены две ключевые модели: логит-анализ и модель Басса, каждая из которых решает важные задачи в прогнозировании поведения потребителей и оценке эффективности маркетинговых кампаний.Математическое моделирование — это не просто теория, а рабочий инструмент, который уже сегодня помогает компаниям экономить миллионы и принимать более обоснованные решения. В условиях растущей конкуренции и цифровизации его использование становится не просто преимуществом, а необходимостью.

Список источников

1. Голубков Е.П. «Маркетинговые исследования: теория, методология и практика» — М.: Финпресс, 2018.416с.

2. Котлер Ф., Келлер К. «Маркетинг менеджмент», 15-е издание, 2022 год, 848с.

3. Тихомиров Н.П., Дорохина Н.Ю. «Эконометрика», Издательство «Экзамен», Москва, 2003 г. 511 с.

УДК 514.182+004.925

Смоленцев П.А.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФРАКТАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. *Статья исследует фракталы и их роль в моделировании природных процессов. Рассмотрены ключевые свойства: самоподобие, дробная размерность, алгоритмы построения (множество Мандельброта, снежинка Коха). Особое внимание уделено применению в геоморфологии, компьютерной графике и прогнозировании.*

Ключевые слова: *фракталы, самоподобие, размерность Хаусдорфа, моделирование рельефа, алгоритм "diamond-square".*

Фракталы — это сложные геометрические объекты, обладающие свойством самоподобия: их части повторяют структуру целого при увеличении. Термин "фрактал" введён Бенуа Мандельбротом в 1975 году [1]. Эти объекты нашли широкое применение в математике, физике, биологии и компьютерной графике благодаря своей способности описывать сложные природные формы, которые невозможно представить с помощью классической геометрии [3].

В классической геометрии фигуры имеют целочисленную размерность: точка — 0, линия — 1, плоскость — 2. Однако фракталы обладают дробной размерностью, что отражает их сложную структуру. Размерность Хаусдорфа-Безиковича определяется следующим образом:

$$D = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{\log N(\varepsilon)}{\log(1/\varepsilon)},$$

где $N(\varepsilon)$ — минимальное количество шаров радиуса ε, покрывающих множество [1].

Пример: Кривая Коха строится путём бесконечного добавления новых сегментов. Её размерность:

$$D = \frac{\log 4}{\log 3} \approx 1.262$$

Это означает, что она "более чем линия, но менее чем плоскость" [3].

Фракталы часто строятся с помощью рекуррентных алгоритмов, где каждая итерация усложняет структуру. Многие фракталы задаются си-

стемой итерированных функций (IFS). Например, треугольник Серпинского строится путём деления равностороннего треугольника на четыре меньших, после чего центральный треугольник удаляется. Оставшиеся три треугольника повторно делятся по тому же принципу. Этот процесс продолжается на каждом шаге, формируя сложный узор, состоящий из все большего числа треугольников. Формула треугольника выглядит так: $N = S^D$, где N — количество частей, на которые треугольник делится при каждом увеличении масштаба; S — коэффициент уменьшения масштаба (насколько уменьшаются стороны каждой части); D — фрактальная размерность. В данном случае: $N = 3$, так как треугольник делится на три самоподобные части; $S = 2$, так как стороны уменьшаются в 2 раза [2].

Формула для множества Мандельброта:

$$Z_{n+1} = Z_n^2 + C,$$

где $Z_0 = 0$, а C — комплексный параметр. Если последовательность $\{Z_n\}$ остаётся ограниченной, точка принадлежит множеству Мандельброта [1]. Фракталы — удивительные геометрические объекты, обладающие бесконечной сложностью и самоподобием. Вот несколько знаменитых примеров: Множество Мандельброта, снежинка Коха, дерево Пифагора.

Фрактальные структуры эффективны при моделировании сложных природных явлений, где традиционные методы не работают. В геоморфологии и компьютерной графике они позволяют воспроизводить реалистичные ландшафты.

Примеры применения:

1. Алгоритм «diamond-square» создаёт фрактальные поверхности, близкие к горным рельефам [5].
2. Метод фрактального броуновского движения (fBm) моделирует эрозию и русловые деформации рек [5].

Современные технологии используют фракталы для генерации ландшафтов и текстур [4]. Например, модификации diamond-square применяются в игровых движках, а Fractal Perlin Noise моделирует океанические течения и формирование дюн [5]. Фрактальный анализ активно применяется при изучении природных катастроф: геофизики используют его для выявления закономерностей в распределении эпицентров землетрясений, гидрологи — для прогнозирования паводкового режима рек, а одним из наиболее перспективных направлений является моделирование распространения лесных пожаров, где фрактальный подход учитывает сложную структуру горючих материалов и влияние рельефа местности.

Заключение. Фрактальная геометрия позволяет моделировать сложные природные системы, недоступные традиционным методам. Благодаря самоподобию и дробной размерности, фракталы используются в создании ландшафтов, анализе медицинских данных и прогнозировании природных процессов. Алгоритмы diamond-square и фрактальное броуновское движение точно воспроизводят естественные формы. Развитие фрактальных методов, особенно в сочетании с ИИ, открывает новые перспективы в науке и технологиях, подтверждая их роль как мощного инструмента для изучения сложных систем.

Список источников

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
2. https://habr.com/ru/companies/skillfactory/articles/866014/
3. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. — М. : Мир, 1991. — 254 с.
4. Peitgen H.-O., Richter P.H. The Beauty of Fractals. — Berlin: Springer-Verlag, 1986. — 199 с.
5. Потапов А.А. Фракталы в компьютерной графике. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014

УДК 517.272

Судакова М.С.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОИЗВОДНЫЕ В ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Аннотация. *Рассмотрены примеры использования производной функции в оптимизации бизнес-процессов.*

Ключевые слова: *производная, максимальная прибыль, минимальные издержки, оптимизация.*

Производная функции — это мера скорости изменения функции относительно изменения независимой переменной.

В бизнесе производные могут использоваться для анализа зависимости прибыли от различных параметров, таких как объём производства, цены, затраты и т. д.

Например, для определения объёма производства, при котором прибыль будет максимальной, можно использовать производную функции прибыли по объёму производства. Исследовав на экстремум функцию прибыли, получаем оптимальный объём производства.

Одной из основных целей бизнеса является максимизация прибыли. Знание производных помогает определять оптимальные цены на товары или услуги, объёмы производства и другие параметры, которые максимизируют прибыль.

Максимизация функции происходит там, где её производная равна нулю. Следовательно, важной задачей оптимизации, стоящей перед бизнес-менеджером, является достижение такого уровня производства, при котором прибыль компании будет максимальной.

Аналогичным образом, оптимальное использование ресурсов требует минимизации затрат на производство заданного уровня продукции.

Эти задачи максимизации и минимизации можно решить с помощью концепции производной.

1. Находят производную от функции прибыли по количеству $П'(Q)$.
2. Приравнивают эту производную к нулю и находят корень уравнения Q^*.
3. Проверяют отрицательность второй производной функции прибыли по количеству в полученной точке (условие максимума).

Задача 1. Фирма производит товар с издержками $C(q)=q^2+10q+100$. Цена товара фиксирована: $p=50$ тысяч рублей. Найдите объем выпуска q, максимизирующий прибыль $П(q)=pq-C(q)$.

Решение. Найдено выражение для функции прибыли, которое имеет вид $П(q)=50q-\left(q^2+10q+100\right)=-q^2+40q-100$. Далее найдена её первая производная $П'(q)=-2q+40$. Приравняв которую к нулю, получили точку экстремума:

$$П'(q)=0 \Rightarrow -2q+40=0 \Rightarrow q=20.$$

Проверив знак второй производной, убедились, что функция имеет максимум:

$$П''(q)=-2<0 \Rightarrow \text{максимум}$$

Таким образом, при $q=20$ прибыль максимальна и равна $П=300$ тысяч рублей. Увеличение выпуска сверх 20 единиц приведет к убыткам из-за роста издержек.

Кроме максимизации прибыли производные также могут быть использованы для минимизации затрат. Например, можно применить производную функции затрат по объёму производства для определения оптимального объёма, при котором затраты будут минимальными. Это помогает снизить издержки и повысить эффективность операций.

Также производные могут быть использованы для оптимизации производственных процессов, например, для определения оптимального времени работы оборудования или оптимального количества рабочих.

Производные помогают при определении оптимального уровня запасов товаров на складе, для минимизации затрат на хранение и во избежание дефицита товаров.

Ещё одним примером использования производных служит определение оптимальных цен на товары или услуги, с учётом спроса, конкуренции и других факторов.

Задача 2. Фирма имеет функцию общих издержек $C(q) = 0{,}1q^3 - 2q^2 + 30q + 200$, где q — объем выпуска. Найдите выпуск продукции, минимизирующий средние издержки $AC(q) = \dfrac{C(q)}{q}$.

Решение. Функция средних издержек будет иметь вид

$$AC(q) = 0{,}1q^2 - 2q + 30 + \frac{200}{q}.$$

Её производная равна $AC'(q) = 0{,}2q - 2 - \dfrac{200}{q^2}$. Решив уравнение

$AC'(q) = 0 \Rightarrow 0{,}2q - 2 - \dfrac{200}{q^2} = 0$, получили $q \approx 14{,}65$.

Таким образом, при $q \approx 14{,}65$ средние издержки минимальны $AC \approx 35{,}8$. Это точка эффективного производства для компании.

Можно сделать вывод, что производная функции позволяет анализировать изменения в ключевых показателях бизнеса, таких как прибыль, издержки и производительность. Использование производных в оптимизации бизнес-процессов может помочь компаниям повысить эффективность своих операций и максимизировать прибыль.

Однако для успешного применения производных необходимо понимать основные принципы математического анализа и уметь интерпретировать результаты. Поэтому компании, сотрудники которых умеют эффективно использовать производные для оптимизации бизнес-процессов, получают конкурентное преимущество на рынке.

Список источников

1. Родина Е.В., Саакян Л.Г., Федорец Н.П. Экономический смысл производной//Современные наукоемкие технологии, 2013. – 84 с.
2. Солодовников А.С., Бабайцев В.А., Браилов А.В., Шандра И.Г. Математика в экономике. М.: Финансы и статистика , 2013. – 45 с.
3. Высшая математика для экономических специальностей: учебник / под ред. Н.Ш.Кремера. - М.: Юрайт, 2010 – 909с.

УДК 516.816

Тряпкина К.Е.
Научный руководитель: Ведерникова Ю.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. *Рассмотрена технология, позволяющая сравнивать варианты управленческого решения на примере фактора масштаба.*

Ключевые слова: *управленческое решение, сравнительный анализ, фактор масштаба, комплексный анализ.*

Управленческое решение представляет собой итог анализа, прогнозирования, оптимизации, экономического обоснования и выбора лучшего варианта из множества доступных для достижения поставленной цели в области менеджмента.

Задача специалиста, менеджера или лица, принимающего решение, заключается в проведении комплексного анализа конкретной ситуации для обеспечения сопоставимости по большему количеству факторов.

Альтернативные управленческие решения необходимо представлять в сопоставимом формате по следующим критериям: временной фактор (период реализации проектов или инвестиционных вложений); качество объекта; масштаб (объем) производства данного объекта; уровень освоения объекта в процессе производства; метод получения данных для принятия управленческого решения; условия эксплуатации объекта; инфляционный фактор.

Таким образом, качество управленческого решения — это совокупность характеристик решения, удовлетворяющих конкретных потребителей и обеспечивающих возможность его практической реализации.

Импульсом для принятия управленческого решения выступает необходимость устранения, снижения значимости или решения определенной проблемы, что подразумевает приближение реальных параметров объекта (или явления) к желаемым и прогнозируемым значениям.

Сложные проблемы следует формализовать, то есть количественно оценить разницу между текущим и желаемым состоянием объекта по его параметрам, а также структурировать проблему с помощью построения дерева целей для ее решения. Учитывая ограниченность ресурсов, важно ранжировать проблемы по их актуальности, масштабу, уровню неопределенности и рискам.

Технология, позволяющая сравнивать варианты по вышеперечисленным факторам, за исключением методов получения информации для принятия управленческого решения, рассмотрена на примере фактора масштаба.

Фактор масштаба (объема) производства при разработке управленческого решения учитывается по следующей формуле:

$$УП = УН \cdot KN ,$$

где *УП* – значение функции объекта, адаптированное к новым условиям масштаба производства (инвестиции, цена, себестоимость, трудоемкость, затраты в сфере потребления и так далее); *УН* – номинальное значение функции, фактическое или скорректированное по масштабу производства; *KN* - коэффициент, отражающий влияние фактора масштаба производства.

Этот коэффициент определяется индивидуально для каждого типа продукции. Взаимосвязь между экономическими показателями объекта и масштабом его производства проиллюстрирована на рисунке 1.

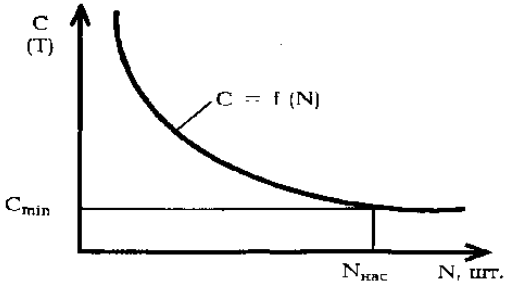


Рис. 1. Зависимость между себестоимостью (трудоемкостью) изготовления объекта и масштабом (годовой программой) его производства

На графике видно, что при достижении уровня насыщения программа увеличения объема не приводит к снижению себестоимости (или трудоемкости) продукции, поскольку данный фактор исчерпал свои возможности, а уровень автоматизации производства оказался оптимальным. Исследования показывают, что за счет роста масштаба производства можно снизить себестоимость продукции до 3 раз и повысить её качество до 40%, однако возрастут затраты для потребителя из-за уменьшения параметрического ряда и недоиспользования продукции.

Пример учета фактора масштаба производства представлен на основе данных таблицы 1.

Таблица 1

	Показатели	Значение показателя
1.	Себестоимость единицы объекта по старому варианту, у.е.	1400
2.	Программа выпуска объекта по старому варианту (в год), шт.	4500
3.	Программа выпуска объекта по новому варианту, шт.	7500
4.	Коэффициент, учитывающий фактор масштаба	0,85

Себестоимость объекта по новому варианту равна $1400 \cdot 0{,}85 = 1190$ у.е.

Снижение себестоимости по новому варианту произошло за счет:

1. Уменьшения производственных затрат. Увеличение программы дало возможность оптимизировать технологию конструкции и применить более современные высокомеханизированные процессы, что привело к снижению отходов материалов, трудоемкости, простоев и производственного брака. Также это позволило уменьшить условно- постоянные расходы на единицу продукции.

2. Сокращения предпроизводственных затрат (маркетинг, НИОКР, организационно-технологическая подготовка). Хотя абсолютные значения этих затрат остались прежними, на единицу продукции они уменьшились на 66% пропорционально увеличению программы.

3. Уменьшения послепроизводственных затрат (затраты на реализацию и обслуживание).

Увеличение объема производства может осуществляться через унификацию однородной продукции или за счет расширения рынка сбыта, что связано с повышением конкурентоспособности.

Подводя итог, отметим, что эффективность управленческого решения зависит от учета множества факторов как внутренней, так и внешней среды, а также от способности адаптироваться к изменениям и обеспечивать высокое качество результатов. При этом важно помнить,

что даже тщательно проработанные решения могут оказаться неэффективными, если они не способны предугадать возможные изменения в ситуации и состоянии производственной системы.

Список источников

1. Тебекин А.В. Методы принятия управленческих решений: учебник. М.: Юрайт, 2019 – 431 с.

2. Никонов О.И. Математическое моделирование и методы принятия решений: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2015. – 100 с.

УДК 003.26

Федорова А.С.
Научный руководитель: Кузьмина О.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ШИФРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦ

***Аннотация**. Рассматривается простейший пример шифрования информации с помощью матриц.*

***Ключевые слова**: шифрование, матрицы.*

Шифрование — это технический процесс, в ходе которого информация преобразуется в секретный код, скрывая таким образом данные, которые вы отправляете, получаете или храните. По сути, применяется такой алгоритм кодирования данных, чтобы только сторона-получатель, имеющая ключ дешифрования, могла расшифровать их. Расшифрованное сообщение, содержащееся в нешифрованном файле, называется открытым текстом, а сообщение в зашифрованном виде – зашифрованным текстом.

Шифрование в той или иной форме существовало с древности. Древние греки зашифровывали свои сообщения с помощью инструмента под названием «скитала», а Германия использовала свою знаменитую шифровальную машину «Энигма» для защиты военных и дипломатических сообщений в ходе Второй мировой войны. В наше же время используются современные методы шифрования. Например, шифр Хилла.

Лестер Сандерс Хилл — американский математик, учёный в области криптографии. Он предложил собственный метод обнаружения ошибок в телеграфном коде, внес большой вклад в развитие криптографии и теории кодирования и известен как создатель шифра, построенного на

синтезе модульной арифметики и линейной алгебры для символьного кодирования.

Шифр Хилла представляет собой полиграммный шифр подстановки, в котором буквы открытого текста заменяются группами с использованием линейной алгебры. Для создания кодированного алфавита предположим, что мы хотим шифровать текст на русском языке. В этом случае длина алфавита составит 33 буквы. Чтобы сделать алфавит более удобным, можно добавить еще 4 символа на выбор, например: "?", ".", ",", " ". Это делается для того, чтобы длина алфавита была простым числом, то есть числом, которое делится только на себя и на 1. Хотя это не является строгим требованием, но значительно упрощает процесс, так как для расшифровки необходимо, чтобы детерминант ключа и длина алфавита были взаимно простыми, то есть не имели общих делителей, кроме 1. Если длина алфавита является простым числом, то количество подходящих ключей, удовлетворяющих этому условию, значительно увеличивается. Каждому символу нашего алфавита присваивается целочисленный код. Наиболее удобно использовать просто номера букв. В результате мы получаем кодированный алфавит:

					0		5		0		5		0		5
					1		6		1		6		1		6
					2		7		2		7		2		
					3		8		3		8		3		
					4		9		4		9		4		

Теперь необходимо взять текст, который хотим зашифровать, и кодируем его с помощью этого алфавита. Например, возьмем слово «АЛГЕБРА». Его код будет: 0 12 3 5 1 17 0.

Теперь выбираем ключевое слово, или просто набор букв который будем использовать в качестве ключа. Тут важно, чтобы длина этого ключевого слова была равна квадрату целого числа, т.е. 4, 9, 16, 25 и т.д. Только тогда мы сможем сделать из него квадратную матрицу, необходимую для шифрования. Например, выберем слово «ГЕОМЕТРИЯ». Кодируем его с помощью нашего алфавита.

Получаем: 3 5 15 13 5 19 17 9 32. Запишем ключ в виде матрицы 3x3:

$$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 15 \\ 13 & 5 & 19 \\ 17 & 9 & 32 \end{pmatrix}.$$

Теперь надо разбить текст на блоки по n символов в каждом, где n – размерность матрицы, в данном случае – 3. Первый блок: (0 12 3), второй блок: (5 1 17). На третий блок осталось всего одно число – 0. Самое простое решение в таком случае: добавить столько символов, чтобы образовать целый блок. Например, добавим пробелы: третий блок: (0 35 35).

Теперь приступаем к шифрованию нашего текста. Для этого необходимо выполнить матричное умножение каждого блока на матрицу ключа. Кроме того, важным аспектом данного шифра является определитель матрицы ключа: он должен быть отличен от нуля, иначе расшифровать зашифрованный текст будет невозможно. Определитель нашей матрицы равен -18.

Умножаем первый блок на ключ: $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 15 \\ 13 & 5 & 19 \\ 17 & 9 & 32 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 12 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 105 \\ 117 \\ 204 \end{pmatrix}$.

Умножаем второй блок на ключ: $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 15 \\ 13 & 5 & 19 \\ 17 & 9 & 32 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 17 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 275 \\ 393 \\ 638 \end{pmatrix}$.

Умножаем третий блок на ключ: $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 15 \\ 13 & 5 & 19 \\ 17 & 9 & 32 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 35 \\ 35 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 700 \\ 840 \\ 1435 \end{pmatrix}$.

Теперь необходимо получившиеся матрицы разделить по модулю на 37, то есть взять остаток от деления на 37, так как это длина нашего алфавита. Если алфавит другой длины, делим на другое число.

После деления получаем: (31 6 19), (16 23 9), (34 26 29).

Теперь декодируем полученные матрицы с помощью нашего алфавита. Первая матрица: ЮЁТ, вторая матрица: ПЦИ, третья матрица: ,ЩЬ.

Соединяем три матрицы и получаем зашифрованный текст: ЮЁТПЦИ,ЩЬ.

Хотя шифр Хилла обладает определенными преимуществами, он также имеет недостатки, включая уязвимость к атакам при использовании небольших ключей. Тем не менее его историческая ценность и математическая основа делают этот алгоритм значимым элементом в изучении криптографии и ее эволюции. Учитывая современные технологии и методы криптоанализа, шифр Хилла может быть полезен как образовательный ресурс для понимания основ симметричного шифрования.

Список источников

1. Вильям Столлингс «Криптография и защита сетей: принципы и практика. 2-е издание», изд. Вильямс, 2001г., 672 стр.

2. Венбо Мао «Современная криптография: теория и практика», изд. Вильямс, 2005 г., 768 стр.

3. Аграновский А.В., Хади Р.А. "Практическая криптография: алгоритмы и их программирование", изд. СОЛОН-Р, 2002.

УДК 519.21

Чендемерова Е.М.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВЕРОЯТНОСТЬ УСПЕШНОЙ СДАЧИ ЭКЗАМЕНА С ПОМОЩЬЮ УГАДЫВАНИЯ

Аннотация: *В данной статье исследуется вероятность успешной сдачи экзамена через угадывание ответов с использованием теории вероятностей. Результаты показывают, что шансы на получение положительной оценки при угадывании крайне малы, подчеркивая важность подготовки к экзаменам.*

Ключевые слова: *вероятность, угадывание, экзамен, теория вероятностей, формула Бернулли, статический анализ, подготовка к экзаменам, успешная сдача.*

Сдача экзаменов - важный этап в образовательной системе, и многие учащиеся задаются вопросом: возможно ли успешно сдать экзамен, полагаясь исключительно наудачу? В данной работе мы рассмотрим вероятность успешной сдачи экзамена путем угадывания правильных ответов, используя теорию вероятностей.

Теория вероятностей изучает закономерности случайных явлений. Основное понятие — "событие", которое может произойти или не произойти. Вероятность события — это количественная мера его осуществления, вычисляемая как отношение благоприятных исходов к общему числу возможных исходов: $P = m/n$,где m – благоприятные исходы, n – общее число возможных исходов.

Для определения вероятности успешной сдачи экзамена необходимо учитывать количество заданий и вариантов ответов.

Например, если в тесте 7 вопросов с 4 вариантами ответов, вероятность угадать правильный ответ на один вопрос составляет:

$$P = 1/4 = 0{,}25 .$$

Вероятность не угадать правильный ответ:

$$P = 3/4 = 0{,}75 .$$

Как рассчитать вероятность случайного события? Событие не подчиняется строгим закономерностям, однако существуют законы, позволяющие вычислять вероятности. Основы теории вероятностей были заложены математиком Якобом Бернулли.

Схема Бернулли описывает эксперименты со случайным исходом, включающие n последовательных независимых испытаний одного и того же события A, которое может произойти или не произойти. Вероятность события A обозначается как $p = P(A)$ и остается постоянной в каждом эксперименте. Вероятность противоположного события обозначается как $q = P\left(\overline{A}\right) = 1 - p$.

Вероятность того, что в результате n независимых испытаний событие A наступит ровно m раз можно вычислить по формуле Бернулли:

$$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m} .$$

Используя формулу Бернулли, можно рассчитать вероятность успешной сдачи ЕГЭ путем угадывания правильных ответов.

Структура теста:

- Русский язык: 27 заданий, из которых 26 — с выбором ответа.
- Обществознание: 16 заданий с выбором ответа.

Подставляя значения для русского языка (где $n = 26$, $m = 15$, $p = 0.25$) в формулу, можно вычислить вероятность:

$$P_{26}(15) = C_{26}^{15}(0{,}25)^{15}(0{,}75)^{11} = 0{,}0003$$

Высчитаем вероятность успешной сдачи по обществознанию (где $n = 16$, $m = 12$, $p = 0.25$) будет равна

$$P_{16}(12) = C_{16}^{12}(0{,}25)^{12}(0{,}75)^{4} = 0{,}00003$$

На основе проведенного исследования можно сделать следующий вывод: вероятность успешной сдачи ЕГЭ путем угадывания составляет менее 1%, что подтверждает нецелесообразность полагания исключительно на удачу.

Заключение. Исследование вероятности успешной сдачи ЕГЭ путем угадывания показало, что шансы на успех крайне малы. Это подчеркивает необходимость серьезного подхода к подготовке к экзаменам и осознания того, что знание предмета является основным фактором успеха. Надеюсь, результаты данной работы помогут учащимся более ответственно относиться к своим учебным обязанностям и избегать надежд на удачу в столь важный момент их жизни.

Список источников

1. Формула Бернулли // ЕГЭ-Study: [сайт]. – 2024 – URL: https://ege-study.ru/formula-bernulli/ (дата обращения: 15.12.2024).
2. Сдать ЕГЭ без подготовки: миф или реальность? // ДиссХелп: [сайт]. – 2024 – URL: https://disshelp.ru/blog/sdat-ege-bez-podgotovki-mif-ili-realnost/ (дата обращения: 18.12.2024).

УДК 519.2

Чикина В.Р.
Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В МАРКЕТИНГЕ

Аннотация. *Статистика играет важнейшую роль в маркетинге, предоставляя компаниям необходимые инструменты для анализа поведения потребителей, оптимизации рекламных кампаний и принятия обоснованных решений. В работе изучены методы статистического анализа, применяемые в маркетинговых исследованиях. Рассмотрены способы сегментации рынка с использованием статистических методов.*

Ключевые слова: *статистика, маркетинг, потребительское поведение, сегментация рынка, оптимизация рекламных кампаний, прогнозирование трендов, методы сбора данных, анализ данных.*

В условиях быстро меняющегося рынка и высокой конкуренции использование статистических методов становится неотъемлемой частью эффективной маркетинговой стратегии. Статистические методы позволяют точно сегментировать рынок, выделяя группы потребителей с общими интересами и потребностями. Это дает возможность создавать персонализированные предложения и более точно настраивать маркетинговые кампании для каждой группы. Такой подход помогает не только повысить удовлетворенность клиентов, но и увеличить эффективность рекламных усилий

Сегментация рынка Статистические методы позволяют точно сегментировать рынок, выделяя группы потребителей с общими интересами и потребностями. Это дает возможность создавать персонализированные предложения и более точно настраивать маркетинговые кампа-

нии для каждой группы. Такой подход помогает не только повысить удовлетворенность клиентов, но и увеличить эффективность рекламных усилий.

Оптимизация. Применение статистических методов Использование статистических методов в маркетинговых исследованиях позволяет оптимизировать рекламные кампании и повысить их эффективность. Например, анализ данных о продажах и потребительском поведении помогает определить, какие рекламные стратегии работают лучше всего, а какие требуют корректировки.

Прогнозирование трендов. Статистический анализ также позволяет прогнозировать будущие тенденции на рынке. Компании могут заранее адаптироваться к изменениям в потребительских предпочтениях, что дает им конкурентное преимущество

Методы сбора данных. Анкетирование: обеспечивает гибкость и доступность. Интервью: получать более глубокие и качественные данные. Веб-аналитика: сбор данных о посещаемости сайтов, поведении пользователей и их взаимодействии с контентом. Социальные сети предоставляют богатый источник информации о мнениях потребителей. Анализ активности пользователей, комментариев и отзывов позволяет выявить тенденции и настроения относительно бренда или продукта. Отчеты о продажах: Сравнение данных за разные периоды позволяет оценить эффективность маркетинговых кампаний и адаптировать стратегии на основе фактических результатов.

Описательная статистика (или дескриптивная статистика) — это первый шаг в анализе данных, который включает в себя методы, позволяющие обобщить и описать основные характеристики собранной информации. В маркетинге чаще всего используются три ключевых показателя центральной тенденции: Среднее значение: это сумма всех значений, деленная на их количество. Среднее значение позволяет оценить общую тенденцию в данных. Например, средний чек покупок может помочь определить эффективность ценовой стратегии. Медиана: это значение, которое делит набор данных пополам. Медиана особенно полезна, когда данные содержат выбросы или распределены неравномерно, так как она не подвержена влиянию крайних значений. Мода: это наиболее часто встречающееся значение в наборе данных.

Распределения. Нормальное распределение может использоваться для анализа данных о продажах, позволяя маркетологам выявлять отклонения от нормы и определять, какие факторы могут влиять на продажи. Экспоненциальное распределение может быть использовано для анализа времени ожидания ответа на запросы клиентов. Это позволяет

компаниям оптимизировать свои процессы обслуживания и улучшить клиентский опыт. Биномиальное распределение описывает количество успехов при фиксированном количестве попыток и заданной вероятности успеха.

Регрессия. Линейная регрессия может быть использована для оценки того, как изменение цены влияет на объем продаж. Логистическая регрессия позволяет маркетологам предсказать вероятность того, что клиент совершит покупку, на основе различных факторов, таких как возраст, доход и поведение на сайте. Многофакторная регрессия используется для прогнозирования значения зависимой переменной на основе нескольких независимых переменных. Это позволяет учитывать более сложные взаимосвязи между факторами и их влияние на результат.

Коэффициент корреляции — это числовой показатель, который измеряет силу и направление связи между двумя переменными. Он варьируется от -1 до +1: +1 указывает на идеальную положительную корреляцию, что означает, что при увеличении одной переменной другая также увеличивается. -1 указывает на идеальную отрицательную корреляцию, что означает, что при увеличении одной переменной другая уменьшается. 0 указывает на отсутствие линейной связи между переменными. Положительная корреляция. Например, если увеличение бюджета на рекламу приводит к росту продаж, это свидетельствует о положительной корреляции. Отрицательная корреляция. Примеры включают: обычно при повышении уровня безработицы покупательная способность населения снижается. Когда между переменными нет линейной связи, коэффициент корреляции будет близок к нулю.

Кластерный анализ — это метод, который позволяет разделить рынок на группы потребителей со схожими характеристиками. Например, можно выделить сегменты на основе:

Демографических данных: таких как возраст, пол и уровень дохода. Поведенческих факторов: например, частота покупок и предпочтения в отношении определенных товаров. Психографических характеристик: включая стиль жизни и ценности клиентов.

Заключение. Применение математической статистики в маркетинге открывает новые возможности для оптимизации процессов, улучшения понимания потребителей и повышения эффективности бизнес-стратегий. Компании, активно использующие статистические методы, имеют явное преимущество на конкурентном рынке, поскольку могут принимать более обоснованные решения и адаптироваться к изменениям в потребительских предпочтениях.

Список источников

1. Беляевский И.К. Маркетинговые исследования: Международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. – М., 2002 – 175 с.
2. https://www.passteam.ru/blog/marketingovaya-analitika-analiz-dannyh-v-marketinge-razbiraem-klyuchevye-metriki-i-strategii
3. https://copymate.app/ru/blog/multi/статистика-маркетинга-анализ-рыночн/

УДК 330.354

Яранцева Д.Д.
Научные руководители: Лаптева Т.А., ст. преподаватель;
Колесникова Т.Г. К.Э.Н., доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА НАСЕЛЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВРП МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. *Статья исследует влияние демографических изменений на экономику Республики Марий Эл с акцентом на математическое моделирование роста населения и его последствия для валового регионального продукта (ВРП).*

Ключевые слова: *демографические изменения, экономика, рост населения, ВРП (валовой региональный продукт), математическое моделирование.*

Валовой региональный продукт (ВРП) является одним из ключевых показателей экономического развития региона. Прогнозирование ВРП имеет важное значение для планирования экономической политики, распределения ресурсов и оценки социально-экономического развития. Одним из факторов, влияющих на ВРП, является демографическая структура населения. В данной статье мы рассмотрим, как можно построить математическую модель для прогнозирования ВРП на основе демографических данных.

Для построения математической модели, которая позволяет прогнозировать ВРП на основе демографических данных, можно использовать регрессионный анализ.

Формула модели выглядит следующим образом:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_4 X_4 + \varepsilon ,$$

где Y– валовой региональный продукт, β_0 – свободный член, β_i – коэффициенты регрессии, ε – случайная ошибка.

Выбор независимых переменных (демографических факторов), которые будут влиять на зависимую переменную (ВРП), является ключевым этапом. В качестве независимых переменных можно рассмотреть следующие:

X_1 – Численность населения

X_2 – Процент молодежи (возраст 15–24 года)

X_3 – Уровень занятости (в %)

X_4 – Число мигрантов на 1000 жителей

На основе статистических данных Маристата была составлена таблица:

Исходные данные для регрессионного анализа.

Год	ВРП	Население	Процент молодёжи	Уровень занятости	Мигранты
	Y	X1	X2	X3	X4
2020	197 948	675 332	26	55	31
2021	226 451	677 000	25	56	30
2022	252 741	672 300	21	56	30
2023	304 473	669 854	25	55	28

Для оценки коэффициентов линейной регрессии используем матричный подход, который позволяет эффективно обрабатывать данные и получать результаты.

Матрица X должна включать константу (для свободного члена) и значения всех независимых переменных. Вектор Y будет содержать значения зависимой переменной.

Для нахождения коэффициентов β используется следующая формула:

Матрица X					Матрица Y	Матрица X^T			
1	675 332	26	55	31	197 948	1	1	1	1
1	677 000	25	56	30	226 451	675 332	677 000	672 300	669 854
1	672 300	21	56	30	252 741	26	25	21	25
1	669 854	25	55	28	304 473	55	56	56	55
						31	30	30	28

$\beta = \left(X^T X\right)^{-1} X^T Y$, где X^T – транспонированная матрица X, $\left(X^T X\right)^{-1}$ – обратная матрица к произведению $X^T X$.

В результате проведенных расчетов мы получили следующую формулу для множественной регрессии:

$$Y = 5.18796469 + 2.33267963_{1} X_1 - 1.0098045 X_2 - 2.11338535_{4} X_4 + \varepsilon$$

Для получения прогнозных значений необходимо определить значения каждого из факторов, подставить их в уравнение и выполнить расчет прогнозного результата.

Исследование влияния демографических показателей на валовой региональный продукт (ВРП) Республики Марий Эл показало следующие результаты:

• При увеличении трудоспособного населения на 1 единицу ВРП возрастает на 2,33.

• С увеличением процента молодежи на 1 единицу ВРП уменьшается на 10,098.

• При увеличении уровня занятости на 1 единицу ВРП увеличивается на 21,133.

• Увеличение числа мигрантов на 1 единицу приводит к снижению ВРП на 37,040.

Эти коэффициенты показывают, как изменение каждой из независимых переменных связано с изменением валового регионального продукта. Положительные значения указывают на то, что увеличение соответствующей переменной приводит к росту ВРП, в то время как отрицательные значения указывают на снижение ВРП при увеличении переменной.

Прогнозирование валового регионального продукта (ВРП) на основе демографических данных позволяет выявить связи между населением и экономическим развитием региона. Использование регрессионного анализа помогает принимать более обоснованные экономические решения.

Однако для повышения точности прогнозов важно учитывать также экономическую политику и внешние факторы.

Список источников

1. Петрова И.П.. Республика Марий Эл в цифрах: Крат. стат. сб. [Электронный ресурс]/Петрова И. П.//Маристат – Йошкар-Ола, 2024– 360 с.
URL:https://12.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/B%20цифрах_2024.pdf

2. Куницын О.Е. Подходы к оценке инвестиционной привлекательности региона [Электронный ресурс]/ Куницын О.Е.// Интернет-журнал «Науковедение» Том 9, №3 (2017)
URL:http://naukovedenie.ru/PDF/48EVN317.pdf

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдрахманова А.Р., 596, 599
Абдуллина К.А., 849
Авдалян Э.Г., 703, 706
Авсаджанишвили Д.Р., 602
Адиятуллин З.А., 208
Александров Н.А., 475
Александров Р.Н., 442
Алиев Ф.Ю., 189
Амиров Ё.И. углы, 852, 1017
Анисимов И.С., 340, 346
Анисимов Н.А., 854
Анисимов Н.С., 343, 346
Анисимов С.Н., 937, 994
Анисимова А.А., 856
Анцупов Н.А., 425
Архипова Е.А., 745
Афанасьев Г.А., 208
Ахадуллаев А.Э., 748
Ахматова Д.М., 81, 1213, 1216, 1219
Ахтямов К.Д., 966

Бабина Т.В., 535
Бакун Т.О., 310
Бакунович Д.Д., 652
Балдин Р.Д., 859, 1019
Баранов А.С., 538
Баранов К.Г., 861
Басов Д.В., 126
Батрутдинов И.Д., 5
Батухтин А.С., 605
Бахарева Е.В., 644
Бахтина М.А., 863
Бачурина И.А., 84, 102, 129
Бекходжаев А.Р., 105
Белоусов А.А., 8
Белоусова И.С., 1243
Белоусова М.А., 646
Беляков А.А., 751, 866
Березина Т.А., 754
Берляков И.В., 349, 352
Богатырев А.Д., 667
Богатырева С.А., 869
Богданов П.Д., 478
Бойченко В.Д., 871
Булдакова Ю.М., 132, 135, 138, 141
Булышева О.В., 608
Бурмистрова О.Н., 570
Бурмистрова П.Л., 581
Бусыгина А.В., 1146, 1246
Бутина Д.В., 210
Бушуев М.В., 10
Бушуева Ю.О., 541
Быков А.О., 670

Вагизов А.Р., 1022
Валиева А.М., 428
Варнавский В.А., 13
Васильев А.А., 354, 357
Васильев И.Н., 436
Васильев Н.С., 16
Васильев С.В., 756
Васильева В.В., 213
Васильева Ж.И., 81
Васильева П.В., 1248
Васильева С.Ю., 199, 201
Ведерников Д.Д., 874
Верушкина В.И., 87
Вершинин М.В., 481
Вильчик А.Д., 310
Вилявин С.И., 877, 1025
Виноградов С.А., 192, 206
Винокуров Д.А., 759, 880
Витковский Н.М., 18
Войкина Е.В., 883, 886
Волжанина М.В., 888
Выскребенцев Д.А., 192

Габидуллин М.Г., 1027, 1030
Гайнутдинов И.Ф., 891
Галеев Д.О., 484, 1157
Галкина Л.Г., 762, 765
Галлямова А.А., 893
Гамузов М.В., 896
Гарифуллин А.И., 430
Герчикова А.Е., 318
Гиниятуллин С.С., 1033, 1036
Глухова П.Е., 433
Глушкова И.Г., 899
Гнатюк С.П., 284
Го Луин, 246
Головина А.В., 648, 1251
Голчин С.В., 1254
Гончаров Е.А., 619
Гончарова Д.О., 1256
Гордеева А.О., 902
Горева А.В., 544
Гоцолюк А.Д., 271
Градобаев Р.А, 296, 299
Градобаева Д.В., 296, 299
Григорьев И.Е., 905
Груздев С.В., 21
Грязева А.Г., 709
Гудовских Ю.В., 541
Гукалова И.А., 546
Гулиева Гюляр Интизам кызы, 24
Гусев А.А., 908

Демидова А.Д., 1259
Демьянова В.В., 768, 771
Денисова О.Н., 210, 225
Деревянных И.В., 712, 715
Джафарова И.А., 189
Дживан В.А., 1148
Долгушева А.Л., 1039, 1042
Дрожжаков В.С., 215
Дубников Д.О., 774
Дубникова О.О., 777
Дудинов Н.М., 27

Егоров А.Н., 217
Егоров М.Г., 220
Ёлкин Д.А., 487
Еменгулова Е.А., 1045
Еменгулова И.А., 911
Ермохин А.А., 30, 41
Ершов А.Н., 1151
Ефимов Н.С., 222
Ефимов Ф.Е., 90
Ефимова В.Д., 913
Ефимова Е.Г., 780, 783
Ефимова К.А., 33
Ефремова Г.Г., 718
Ефремова Т.А., 108

Жигалова Е.А., 584
Жижин Д.Д., 35
Жукова А.П., 1262
Журавлёв К.А., 1047, 1050
Журба А.А., 274

Загидуллин К.Р., 93
Захарова А.А., 144
Захарова К.А., 610
Захарчук Д.Д., 549
Зверев Е.И., 93
Зинин К.В., 360, 363
Зиновьева Е.Г., 208, 436
Зубарева К.Д., 1053, 1055
Зыбина А.С., 111

Иванов М.В., 786
Иванов М.П., 673, 1057
Иванов Р.О., 1222, 1225
Иванов С.П., 117, 120
Иванова А.А., 111
Иванова А.И., 147, 225
Иванова Д.В., 38

Иванова Д.Ю., 436
Иванова Е.С., 194, 197
Иванова М.А., 789
Иванова Т.А., 1154
Изиков П.А., 150
Изоров Е.О., 228
Ильина И.А., 676, 915
Ильина Ю.А., 231
Ионова Н.П., 233
Исаев Н.П., 439
Иштрикова В.А., 792

Казанкина А.С., 114, 679, 918, 921
Казанцев П.Н., 302
Казанцева А.С., 682, 924, 930
Калинин А.Г., 208, 436
Калинин В.С., 305, 366, 368
Канжина Ю.А., 277
Капустина Д.С., 552
Касач А.В., 329
Кесарева А.Ю., 613
Китугин С.А., 1060, 1062
Клюкин И.И., 442
Кобылина Е.В., 307
Кожевникова Ю.А., 153
Козич Д.П., 329
Козлова О.Д., 96
Козьминых К.П., 1256
Колотеев Я.Ю., 490
Колясев Д.А., 445
Комаров Н.А., 927
Комарова И.М., 616
Коновалова Ю.Н., 156
Коробов И.Н., 484, 1157
Коротков Е.В., 370, 373
Короткова Н.А., 41, 492
Корчагин К.О., 495
Косарева Е.А., 684, 924, 930
Кочев С.С., 1065, 1067
Кочкаринов Н.С., 448
Краснов Д.А., 991
Красноухова Д.Ю., 795
Кревчик Е.А., 310
Криницын А.А., 1267
Кротова В.И., 650
Крылова П.В., 913
Кугергин А.Н., 498
Кудрявцева К.С., 117
Кузнецов В.И., 1228, 1231
Кузнецова Д.А., 1269
Куклин В.В., 87
Куклин И.Е., 932
Куперман А.В., 934
Куприянова Д.Д., 1161, 1164
Курбанова Ж.Р., 280
Курбатова Л.В., 159
Кустова А.П., 1269
Кухтенко Н.А., 619
Кучергин Н.И., 798

Лагунович Д.О., 652
Лапцов Д.В., 801
Ласточкина Д.В., 376, 378
Лебедева А.О., 99
Лебедева Ю.А., 721
Леонтьев Д.Р., 500
Лешканов А.Ю., 937
Ломакин А.Н., 380, 383
Лосева А.А., 804
Лугова В.И., 807, 940
Луконина А.С., 655
Лукьянова Н.Ю., 943
Любимова Л.Р, 587
Ляпустин А.С., 313, 315

Маданова А.В., 686
Малашенко А.Д., 652
Малеев Л.А., 318
Малков А.П., 1070, 1073
Мальцева Ю.Р., 555

Мамылова Д.К., 1272
Марасанов В.А., 1075, 1077
Маргин А.Н., 321
Маргина А.А., 321
Марсюков Н.С., 503
Марышев А.Р., 44
Масленников А.Н., 1167
Медведева А.Д., 946
Мелехина М.А., 1275
Мельников А.И., 949
Мехтиева А.А., 386, 389
Микутов А.П., 810
Микутова А.Е., 235
Мильзянова В.Т., 558
Милютин А.А., 392, 395
Милютина Д.В., 558
Мирошина Т.П., 1080, 1082
Михадаров Д.Г., 208, 436
Михайлова А.И., 561
Михеев Д.Н., 1085, 1088
Михеев Н.А., 952
Михонов В.В., 324
Моисеев А.В., 1170, 1173
Моисеев К.Д., 46, 162
Мордашов И.Е., 199
Морозов Д.С., 327
Морозова А.В., 1164, 1176
Морозова Ю.В., 954
Мошкин А.В., 90
Мошкин И.С., 813
Мухамедзянов Д.Р., 451
Мухутдинов А.Р., 454
Муштараули Ю.Ю., 816

Нарыкина А.И., 204
Насакин О.Е., 194, 197, 199, 201
Насирова Н.Н., 590
Нахват Д.В., 329
Нехаев И.Н., 1167
Нигматова А.Д., 238
Никифоров Е.И., 819
Николаев С.В., 957
Николаев Ю.А., 949
Николаева Л.С., 50
Новиков Р.М., 506
Новоселов Г.Н., 1179
Новосёлова В.А., 686
Норкобилов И.К. угли, 960, 1091
Носиров М.С., 962, 1094
Носкова А.Д., 201
Нуримбет А.А., 165

Оботнин С.И., 541
Овчинников В.А., 51
Ожиганов А.А., 120, 966
Окач М.А., 538, 587
Оносов Е.Р., 457
Орехова К.К., 1278
Орлова А.О., 284
Осипова А.Д., 460
Отев К.С., 657

Павлов А.П., 968
Павлюченко К.А., 54
Пакулин И.В., 463
Панкратов Д.В., 971
Парфенов С.А., 132, 135
Перминов С.С., 99
Петров А.Н., 57
Петров Б.Ф., 241
Петров Д.О., 398, 401
Петров Д.П., 1097, 1099
Петухова И.В., 822
Плюхина А.А., 893
Поглазова А.С., 60
Подолюк Д.А., 243
Подсосонная А.Д., 246
Полушина А.Н., 1181, 1184
Попов М.А., 404, 407
Праулова Н.С., 1186

Примечаева Д.С., 974
Прокофьев М.А., 63, 1254
Путилова А.А., 1281

Рассохина Д.И., 825
Речкин Д.В., 65
Решетнева К.К., 168
Романов А.Л., 509, 512
Романова К.Ю., 1102, 1105
Росляков В.О., 977, 980
Ротарь А.Ю., 983, 1107
Рудковский К.Е., 478
Русинова В.А., 954
Рыбаков А.Н., 515
Рылач П.А., 293
Рябинин А.А., 622
Рябчиков Д.И., 689, 1111

Савельев Е.В., 1189
Сагидуллина Р.Ф., 828, 831
Сазонов И.А., 1191
Сапарова К.И., 68
Сарычев А.Н., 660
Сафаргалеев Ф.Н., 985
Сверчков И.П., 249
Светлаков В.К., 1284
Северюхин Д.А., 662
Седова О.А., 204
Семенов И.А., 664
Семенова Н.А., 261
Семёнова О.А., 171, 225
Семериков Д.А., 988
Сидоров М.В., 466
Синельникова Е.А., 518
Скорик Е.Д., 991
Смирнов А.О., 994
Смирнов Н.Р., 1286
Смирнова А.А., 70
Смирнова А.Е., 1289
Смоленцев П.А., 174, 1292
Смолякова В.Д., 724, 997
Смышляев Д.А., 177, 252, 834
Снигирева А.А., 122, 692, 695, 999
Соколов К.С., 73
Соколова Д.М., 180
Соловьева К.В., 76
Солоницын С.А., 1114, 1117
Сорокина А.А., 541, 564
Старегородцева Д.С., 1002
Степанова К.А., 255, 599
Степин А.С., 1234
Столбушинская П.В., 727, 730
Стрельникова Е.А., 1195, 1197
Стулов А.А., 521
Судакова М.С., 1294
Сулейманлы Дильшад Курбат кызы, 837
Сулейманов И.А., 1120

Таланцев Е.Э., 1005, 1123
Теняков Д.В., 206
Терентьева К.А., 567
Терненко Е.Ю., 840
Тимаков П.Г., 698
Тимофеев Д.В., 287
Тимохов Р.С., 410
Тимохова О.М., 410
Тимургалиева К.Э., 469
Тищенко А.С., 1200
Тищенко Д.Я., 1148
Тоиров М.А., 1007, 1125
Токарев Г.М., 78
Токарева С.Е., 733, 736
Томуров П.Д., 523, 526
Торбеева Д.А., 183
Торосян В.Г., 706
Трачук Э.М., 529
Тряпкина К.Е., 1297
Туманова Ю.В., 290

Уракова Е.Э., 1010
Успаев Д.Р., 1128, 1131

Феддер М.С., 332
Федоров А.А., 625
Фёдоров А.А., 635
Федорова А.С., 1300
Фёдоровых А.С., 1237, 1240
Федотов Н.С., 413, 416
Фищенко П.А., 463, 834
Фомин А.С., 628
Фролова Д.В., 896

Хажакян В.О., 324
Халтурин П.Н., 419, 422
Харламов И.А., 641
Хисамутдинов Р.А., 472
Хотянович Е.А., 293
Хуснутдинов Р.З., 87

Цветкова Д.Э., 258, 599, 632

Чеботарь П.В., 1012
Чемшикова Ю.М., 570
Чендемерова Е.М., 1303
Черезов Н.С., 138, 141
Черкасов А.А., 1203
Чернова М.А., 261
Черных Д.В., 628, 635
Черных Л.В., 625, 628, 635
Четкарев Р.А., 1134, 1136
Чикина В.Р., 1305
Чугункина Л.Т., 1138, 1140
Чуприна А.Е., 739

Шабалин А.А., 622
Шабруков А.О., 335, 337
Шакирзянов Д.И., 410
Шалагин К.А, 529
Шамиданов К.Э., 700
Шамиданова Е.Д., 1207
Шарнин Е.А., 186
Шарова Ю.А., 210
Шафар М.В., 573
Швидкий А.С., 532
Шевченко С.Р., 324
Шерстнева К.В., 638
Шлычков С.В., 102
Шоджаи Барджои С., 843
Шургин В.А., 576, 593

Юсупов Р.Р., 578

Ямбаршев Д.И., 1015, 1143
Янаева Д.А., 641
Яндимиров М.А., 263, 266
Яранцева Д.Д., 1209, 1308
Ярлыков А.В., 269
Ярутова А.Е., 846
Ятманова А.В., 742

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Секция «Математика и искусственный интеллект» 5

Секция «Теоретическая и экспериментальная физика» 81

Секция «Проблемы теоретической и прикладной механики» 102

Секция «Прикладная геометрия и компьютерная графика» 126

Секция «Органический синтез и химическая технология» 189

Секция «Прикладная и экологическая химия» 208

Секция «Метрология, стандартизация, сертификация» 271

Секция «Материаловедение и технология машиностроения» 296

Секция «Транспортно-технологические машины» 340

Секция «Энергообеспечение предприятий» 425

Секция «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии» 475

Секция «Биология, биотехнология и природопользование» 535

Секция «Лесовосстановление и лесоразведение» 581

Секция «Лесоуправление и лесоустройство» 596

Секция «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств» 644

Секция «Исследования, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений» 667

Секция «Исследования в архитектурном проектировании» 703

Секция «Техносферная безопасность, землеустройство и водохозяйственная деятельность» 745

Секция «Современные материалы и технологии в строительном комплексе» 849

Секция «Исследования в дорожном строительстве» 1017

Секция «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов» 1146

Секция «Математические методы и модели исследования операций в экономике» 1213

Секция «Прикладные вопросы математики» 1243

Авторский указатель 1312

Электронное научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ –

ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XX Международной молодежной
научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Отв. за выпуск *О.П. Буйских*

Компьютерная верстка *О.П. Буйских*

Сборник разработан с помощью программного
обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 15.07.2025
Объем издания 32,4 Мб

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

1320