

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
XIX международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2024 года

Электронное научное издание

Йошкар-Ола
2024

УДК 378.147.88

ББК 74.58

Н 34

Редакционная коллегия

Д. В. Иванов, член-корреспондент РАН, 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 XIX международной молодежной научной конференции по естественным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2024 г.) / редкол.: Д. В. Иванов и др.: Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2024. 1007 с. URL: <https://www.volgatech.net/upload/documents/sbornic19.pdf>

В сборник включены материалы научных исследований участников XIX 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.

УДК 378.147.88

ББК 74.58

ISSN 2782-4985

© Поволжский государственный
технологический университет, 2024

УДК 519.1

Гиркина М.Г.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАМЕЧАТЕЛЬНАЯ КОМБИНАТОРИКА

***Аннотация.** В статье описываются основные методы решения комбинаторных задач.*

***Ключевые слова:** комбинаторика, перестановки, размещения, сочетания.*

Комбинаторика – это часть математики, которая изучает количественные соотношения, выполняющиеся для конечных наборов элементов и независимые от природы самих элементов, а зависящие от их числа и от их порядка в наборе.

Комбинаторные задачи – задачи, связанные с выбором элементов из некоторой совокупности и расположением этих элементов в определенном порядке. Большинство комбинаторных задач решается с помощью двух основных правил – правила суммы и правила произведения.

Пример 1. Компания имеет четыре отдела: по производству продукции, отдел снабжения, отделы менеджмента и маркетинга. Число людей в каждом из отделов 55, 30, 21 и 13 соответственно. Каждый отдел собирается послать одного представителя на ежегодную встречу с директором компании. Сколько различных групп для встречи можно составить из числа работников компании?

Решение. Одного сотрудника отдела по производству продукции можно выбрать $n_1 = 55$ способами, одного сотрудника отдела снабжения можно выбрать $n_2 = 30$ способами. А по одному представителю из отделов менеджмента и маркетинга можно выбрать соответственно $n_3 = 21$ и $n_4 = 13$ способами. По правилу произведения общее число различных групп для встречи можно составить

$$N = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 = 55 \cdot 30 \cdot 21 \cdot 13 = 450\,450 \text{ способами.}$$

Существуют две схемы выбора элементов из исходного множества: без возвращения (без повторений) и с возвращением (с повторением).

Размещениями из n элементов по m элементов ($0 < m \leq n$) называются выборки (комбинации), состоящие из m элементов, которые отличаются друг от друга либо составом элементов, либо порядком их рас-

положения. Число размещений из n элементов по m элементов обозначается символом A_n^m и вычисляется по формуле $A_n^m = n!/(n-m)!$

Пример 2. Директор корпорации рассматривает заявления о приеме на работу 10 претендентов. На одном из предприятий корпорации имеются три различных вакансии. Сколькими способами директор может заполнить эти вакансии?

Решение. На первую вакансию могут претендовать все 10, на вторую вакансию – любой из оставшихся 9 претендентов, а на третью – любой из оставшихся 8, т.е. $A_{10}^3 = 10 \cdot 9 \cdot 8 = 720$.

Перестановкой из n элементов называется размещение из n элементов по n элементов. Число перестановок из n элементов вычисляется по формуле $P_n = n!$

Пример 3. Девять запечатанных пакетов с предложениями цены на аренду участков для бурения нефтяных скважин поступили в специальное агентство утренней почтой. Сколько существует различных способов очередности вскрытия конвертов с предложениями цены?

Решение. Первый конверт можно выбрать 9 способами, после этого второй конверт можно выбрать из оставшихся 8 конвертов 8 способами. Для выбора третьего конверта имеется 7 способов и т.д. По правилу произведения различных способов очередности вскрытия конвертов с предложениями цены равно $P_9 = 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1 = 9! = 362\,880$.

Сочетаниями из n элементов по m ($0 < m \leq n$) элементов называются выборки (комбинации), каждая из которых состоит из m элементов, взятых из данных n элементов, и которые отличаются друг от друга хотя бы одним элементом, т.е. отличаются только составом элементов.

Число сочетаний из n элементов по m элементов вычисляется по формуле $C_n^m = n!/(m!(n-m)!)$.

Свойства сочетаний: $C_n^0 = C_0^0 = 1$; $C_n^1 = n$; $C_n^m = C_n^{n-m}$;
 $C_n^m + C_n^{m+1} = C_{n+1}^{m+1}$.

Пример 4. Правление акционерного общества выбирает из 10 кандидатов трех человек на одинаковые должности (все 10 кандидатов имеют равные шансы). Сколько всевозможных групп по три человека можно составить из 10 кандидатов?

Решение. Состав различных групп должен отличаться хотя бы одним кандидатом. Это – сочетания. Имеем $C_{10}^3 = 10!/(3!7!) = 120$.

Если при выборке m элементов из n элементы возвращаются обратно и упорядочиваются, то говорят, что это **размещения с повторениями**.

Число всех размещений из n элементов по m с повторениями вычисляется по формуле $\bar{A}_n^m = n^m$.

Пример 5. Сколько четырехзначных чисел можно составить, используя цифры 6, 7, 9?

Решение. Все четырехзначные числа, составленные из цифр 6, 7, 9 отличаются друг от друга либо порядком их следования (например, 6779 и 7769), либо самими цифрами (например, 7699 и 7666). Следовательно, они являются размещениями из 3 элементов по 4 с повторениями, т.е. $\bar{A}_3^4$. Значит, число четырехзначных чисел равно $\bar{A}_3^4 = 3^4 = 81$. Этот же результат можно получить, используя правило умножения: первую цифру слева в четырехзначном числе можно выбрать тремя способами, вторую – тоже тремя способами, третью – тремя, четвертую – тремя. Всего получается $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 81$ четырехзначных чисел.

Если при выборке m элементов из n элементы возвращаются обратно без последующего упорядочивания, то говорят, что это **сочетания с повторениями**. Число всех сочетаний из n элементов по m с повторениями вычисляется по формуле $\bar{C}_n^m = C_{n+m-1}^m = (n+m-1)!/(m!(n-1)!)$.

Комбинаторные методы лежат в основе решения многих задач теории вероятностей и ее приложений.

Комбинаторика может быть применена в различных сторонах нашей жизни. Так, например, сталкиваемся с данным понятием в лингвистике при рассмотрении вариантов комбинации букв, образующих слова. Высокие технологии помогают применять комбинаторику даже в медицине, при расшифровке кода ДНК, выявляя таким путем наследственную предрасположенность человека к определенным заболеваниям. Отдельные элементы комбинаторики играют существенную роль в экономической практике. Для решения важных экономических задач специалисты часто применяют математическую модель анализа различных ситуаций. Методы комбинаторики используются в управлении, планировании. Они позволяют решать сложные проблемы экономического развития как на микро, так и на макроуровнях. Путем комбинации различных данных можно на примере конкретного предприятия рассчитать вероятность возникновения рисков.

Список источников

1. Виленкин Н.Я., Виленкин А.Н., Виленкин П. А. Комбинаторика. – М.: ФИМА, МЦНМО, 2006. – 400 с.

Жалялетдинова В.Р.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются примеры применения дифференциальных уравнений к решению некоторых экономических задач.

Ключевые слова: дифференцирование, интегрирование, дифференциальное уравнение, производная

Дифференциальные уравнения являются одним из фундаментальных математических инструментов, применяемых в различных областях науки, техники и экономики. Они позволяют описывать изменение процессов и явлений во времени или пространстве, позволяя предсказывать и анализировать разнообразные явления.

Рассмотрим экономическую задачу на проценты. Если некоторая денежная сумма за одинаковые промежутки времени изменяется на одно и то же число процентов, то такой процесс называют начислением накопительных или сложных процентов. Такая ситуация наблюдается при размещении денежных вкладов в банках и при кредитовании с фиксированной процентной ставкой. Проценты начисляются дискретно, т.е. в конце каждого временного периода. В этом случае по истечении n периодов денежная сумма достигнет величины $a(1 + p\%)^n = a(1 + p/100)^n$, где a – начальная сумма. Если предположить, что начисление происходит непрерывно, то мгновенная скорость изменения денежной суммы будет составлять фиксированное число процентов от суммы, рассчитанной на данный момент времени. Если $a(t)$ – денежная сумма, которая непрерывно изменяется на $p\%$ за единицу времени, то верно соотношение $a' = a \cdot p\% = a \cdot p/100$, представляющее дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными.

Задача 1. Кредит в сто тысяч рублей взят на три года под 15 % годовых. Какую сумму нужно будет погасить кредитору, если накопительные проценты начисляются: а) каждый год; б) каждый месяц; в) непрерывно?

Решение. а) По формуле сложных процентов через три года кредит достигнет $10^5 \cdot (1 + 0,15)^3 = 152087,5$ руб.; б) теперь процентная ставка составит $15\%/12 = 1,25\%$ в месяц и проценты будут начисляться в течение 36 месяцев. Следовательно, величина кредита получится равной

$10^5 \cdot (1 + 0,0125)^{36} \approx 156394,38$ руб.; в) в данном случае необходимо решить дифференциальное уравнение $a' = a(t) \cdot 0,15$, где через $a(t)$ обозначена сумма кредита в момент времени t , время измеряется в годах. Разделим переменные $da/a = 0,15 dt$ и проинтегрируем: $\ln a = 0,15t + \ln C$, или $a(t) = Ce^{0,15t}$. Так как $a(0) = 10^5$, то частное решение имеет вид $a(t) = 10^5 e^{0,15t}$. Окончательная сумма кредита при $t = 3$ равна $a(3) = 10^5 e^{0,45} \approx 156831,22$.

Полученные ответы показывают, что при уменьшении временного промежутка начисления процентов сумма кредита возрастает и приближается к наибольшему непрерывному случаю. Значит, при выборе кредита более выгодны условия, в которых проценты начисляются реже.

В простейших задачах по расчету количества выпускаемой предприятием продукции предполагается возможность реализации практически любого количества продукции по предложенной производителем цене, т.е. при отсутствии конкуренции на рынке наблюдается дефицит данной группы товаров или же производится товар первой необходимости. В условиях же конкуренции или быстрого насыщения рынка количество реализованной продукции задается кривой спроса $p(y)$, выражающей зависимость цены p от количества предполагаемого товара y .

Рассмотрим задачу на выпуск продукции. Если в результате реализации продукции предприятие получает прибыль, то ему выгодно некоторую ее часть направлять на расширение производства, причем принято считать, что рост инвестиций приводит к пропорциональному увеличению скорости производства. Под скоростью производства подразумевается величина изменения объема выпускаемой продукции за единицу времени. Отношение величины инвестиций к общему доходу предприятия называют долей или нормой инвестиций, а отношение скорости производства к величине инвестиций – показателем отдачи инвестиций. Кроме внутренних инвестиций могут привлекаться и внешние инвестиции. Одновременно с инвестированием, повышающим производственные показатели, происходит объективный процесс убывания скорости производства, вызванный уменьшением производительности или полным выходом из строя оборудования предприятия за счет его постепенного изнашивания. Этот процесс характеризуется коэффициентом выбытия фондов, равным модулю отношения скорости производства к объему выпущенной продукции.

Деятельность предприятия можно описать дифференциальным уравнением $y' = l(mpy + u) - ky$, где $y(t)$ – объем выпущенной в момент времени t продукции, $p(y)$ – цена за единицу продукции; m – норма инвестиций; l – показатель отдачи инвестиций; k – коэффициент выбы-

тия фондов; $u(t)$ – внешние инвестиции. Величина mpy – объем внутренних инвестиций. Объем выпущенной за промежуток времени $[t_1, t_2]$ продукции определяется как определенный интеграл $\int_{t_1}^{t_2} y(t) dt$.

Задача 2. Руководством сталелитейного завода принята полугодовая программа развития, по которой десятая часть всей выручки предприятия направляется на расширение производства. Кривая спроса задается уравнением $p(y) = 330 - y$, где p – цена в долларах одной тонны стали; y – ее объем в тоннах, и что скорость производства составляет 1% от вложенных инвестиций. Найти объём реализованной продукции за время действия программы, если до ее начала продавалось 30 т стали в месяц.

Решение. Пусть $y(t)$ тонн – это масса выпущенной заводом стали в момент времени t , причём время измеряется в месяцах. Тогда доход завода в рассматриваемом месяце составит $(330 - y)y$ долларов, а скорость производства равна $0,01 \cdot 0,1(330 - y)y = 0,001 (330 - y)y$. Отсюда следует уравнение $y' = 0,001 (330 - y)y$, или $dy/((330 - y)y) = 0,001 dt$. Проинтегрируем отдельно левую часть:

$$\int \frac{dy}{y(330 - y)} = \frac{1}{330} \left(\int \frac{dy}{y} + \int \frac{dy}{330 - y} \right) = \frac{1}{330} \ln \left| \frac{Cy}{330 - y} \right|.$$

$$\text{Запишем общее решение } \frac{1}{330} \ln \left| \frac{Cy}{330 - y} \right| = 0,001t, \text{ или } \frac{Cy}{330 - y} = e^{0,33t}.$$

Из начального условия $y(0) = 30$ имеем $C = 10$ и $10y = (330 - y)e^{0,33t}$ – частное решение уравнения. Отсюда получим $y = 330 / (1 + 10e^{-0,33t})$.

За полгода действия программы масса выпущенной стали достигнет значения:

$$\begin{aligned} \int_0^6 \frac{330 dt}{1 + 10e^{-0,33t}} &= 330 \left(\int_0^6 \frac{1 + 10e^{-0,33t}}{1 + 10e^{-0,33t}} dt - \int_0^6 \frac{10e^{-0,33t}}{1 + 10e^{-0,33t}} dt \right) = \\ &= 330 \left(\int_0^6 dt + \frac{1}{0,33} \int_0^6 \frac{d(1 + 10e^{-0,33t})}{1 + 10e^{-0,33t}} \right) = 330t \Big|_0^6 + 1000 \ln(1 + 10e^{-0,33t}) \Big|_0^6 \approx 449,5 \text{ т.} \end{aligned}$$

Список источников

1. Минюк С.А., Березкина Н.С. Дифференциальные уравнения и экономические модели: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 2007. – 141 с.

Желонкин А.А.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗВИТИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются этапы развития вычислительной техники.*

***Ключевые слова:** операционная система, процессор*

В 1642 году Блез Паскаль изобрел машину для сложения чисел, которая называлась «Суммирующая машина» и была первым шагом в развитии вычислительной техники. Она могла складывать и вычитать числа до 6-8 разрядов. В 1818 году Шарль Ксавье Тома де Кольмар создал арифмометр – счетную машину, которая была технологичной.

В XIX веке арифмометры получили широкое применение, включали сложные расчеты, такие как баллистические таблицы. Работники, называемые счетчиками, использовали арифмометры, следуя определенным инструкциям, предшествуя тем самым понятию программирования.

В начале XX века были предложены новые идеи, такие как использование электромагнитных реле в счетных устройствах.

ЭВМ 1-ого поколения. Преимуществом ЭВМ стал значительный прорыв в скорости: речь шла уже о тысячах операций в минуту. Вторым преимуществом стала возможность серийного производства этих ЭВМ. Ярчайшие примеры – UNIVAC (универсальный автоматический компьютер) Джона Мочли (John Mauchly) и Дж. Преспера Эккерта (J. Prosper Eckert). Память на магнитной ленте могла нести 120 тысяч слов и 1 млн. 440 тыс. цифр. Советские машины МЭСМ и БЭСМ осуществляли от 2 до 3 тысяч операций в секунду. Их оперативная память едва достигала 2 Кб. В 1958 году на М-2 быстроедействие удалось довести до 20 тысяч операций в секунду, а объем оперативной памяти до 4 Кб.

ЭВМ 2-го поколения. В 1956 году американцы Уильям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Браттейн получили Нобелевскую премию по физике. Результатом их исследований стало создание полупроводникового триода, или транзистора электронного полупроводникового устройства, которое при помощи самого малого входного сигнала могло управлять мощными токами в выходной цепи – транзистор мог генерировать мощный сигнал, управлять им, преобразовывать. Все это раньше

требовало множества вакуумных ламп, а теперь устройство для управления сигналом умещалось на небольшой плате. Наряду с транзисторными схемами вскоре появились и устройства с магнитными сердечниками и барабанами: это еще не современный жесткий диск. Радикально уменьшился размер вычислительных машин, снизился расход электроэнергии и очень существенно возросла скорость вычислений. Новые скорости и возможности сделали возможным создание языков программирования совершенно нового уровня. Такими стали Фортран, Алгол и Кобол. Это и ускорило работу машин, и сделало программирование более доступным видом деятельности, именно со второго поколения ЭВМ можно считать программирование отдельной профессией. Новая технология позволила внести в сам процесс машинного мышления принципиальное новшество: операционную систему.

ЭВМ 3-го поколения. В самом конце 50-х годов Джек Килби, Курт Леговец и Роберт Нойс в разных американских компаниях решали три разных задачи. Точнее – они искали способы устранить три фундаментальные проблемы, которые стояли на пути развития микроэлектроники, а именно: как расположить на маленьком кристалле, как изолировать и как соединить нужным образом микроэлектронные устройства, способные заменить собой громоздкие протравленные платы с диодами и транзисторами. В СССР эти проблемы удалось решить в 1961 году в Таганрогском радиотехническом институте ученому и конструктору Леонарду Николаевичу Колесову.

Микросхема или интегральная схема представляет собой сложное устройство из сотен транзисторов, расположенных на одном полупроводниковом кристалле и способное управлять схемами движения сигналов огромной сложности. Полупроводниковая схема колоссально увеличила оперативную память. Центральный процессор получил возможность одновременно обращаться к нескольким периферийным устройствам, управлять ими и подступил к рубежу многозадачности. Лидерство прочно захватила компания IBM, которая сделала упор на программную и аппаратную совместимость машин.

В СССР в эти годы обозначилось отставание наших машин по качеству электронных комплектующих. Некоторое время отечественная вычислительная техника не допускала качественного отставания, но решалось это за счет габаритов, веса, сложности в эксплуатации – а в конечном итоге привело и к отставанию по скорости.

В 1969 году появились прообразы всемирной компьютерной сети, операционная система Unix и язык программирования C.

ЭВМ 4-го поколения. В 1969 году японская компания Nippon Calculating Machine, Ltd. разрабатывала новый настольный калькулятор для довольно сложных бухгалтерских вычислений. Intel 15 ноября 1971 года представила микросхему 4004. Это был первый в мире микропроцессор, который на одном кристалле 3х4 мм сосредоточил все возможности процессора большой ЭВМ, был самой инновационной ИС своего времени. Скорость этих машин достигла миллионов операций в секунду, оперативная память плавно перешла на мегабайты и на гигабайты. Стали возможны комплексы многопроцессорных компьютеров – именно так стали их называть в четвертом поколении. Именно в четвёртом поколении компьютер приобрел всю современную периферию: монитор, клавиатуру, мышь, принтер, сканер, появились 3D принтеры.

ЭВМ 5-го поколения. Особого упоминания заслуживает пятое поколение, программа разработки которого была принята в Японии в 1982 г. Предполагалось, что будут созданы принципиально новые компьютеры, ориентированные на решение задач искусственного интеллекта. С помощью языка Пролог и новшеств в конструкции компьютеров планировалось вплотную подойти к решению одной из основных задач этой ветви компьютерной науки – задачи хранения и обработки знаний.

Выводы. Во второй половине XX века наблюдался впечатляющий прогресс в области вычислительной техники, который существенно изменил мир и повлиял практически на все сферы человеческой деятельности. Этот период был отмечен значительным улучшением производительности компьютеров. Одним из ключевых событий этого времени было развитие интегральных микросхем, которые позволили значительно увеличить вычислительную мощность компьютеров и сократить их размеры. Технологии хранения данных также претерпели революцию во второй половине XX века. Вместимость жестких дисков значительно выросла, что позволило хранить и обрабатывать огромные объемы информации.

Ключевой момент состоял в развитии сетевых технологий, которые привели к возникновению интернета. Интернет стал глобальной сетью, обеспечивающей обмен информацией между компьютерами по всему миру. Это открыло двери для новых возможностей в области коммуникации, бизнеса, образования и многих других сфер жизни.

Список источников

1. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя // Инфра-М. – 1992. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://djvu.online/file/yFxQnb82hE9u9> (дата обращения: 8.04.2024).

Кузнецов В.И.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИГРЕ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается тема влияния вероятности на исход в различных играх, а также способы использования теории вероятностей для повышения шансов на победу.*

***Ключевые слова:** теория вероятностей, шансы, игра*

В играх часто используются случайности: где-то от этого зависит вероятность попадания, а может, это игра с костями, в которой бросок определяет количество шагов за текущий ход. Однако теория вероятностей часто работает не так, как ожидаем. Самый простой пример – подбрасывание монетки. Если орёл выпал уже три раза подряд, то будем ожидать, что дальше будет решка. Однако, предыдущие результаты никак не меняют вероятность следующих – она всё так же будет равна 50% для каждой из сторон.

Рассмотрим эту ситуацию подробнее на примере игры «**Орёл и решка**». В данной игре два игрока делают ставки на то, какой стороной упадёт монета. Представим ситуацию, когда орёл выпал 3 раза подряд. Какова в таком случае будет вероятность выпадения очередного орла?

Вероятность 4 орлов подряд вычисляется следующим образом:
 $(1/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) = 1/16$. Теперь вычислим вероятность выпадения решки: $(1/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) \cdot (1/2) = 1/16$.

В результате получили абсолютно такую же вероятность. В сумме эти два события дают вероятность $2/16$. Тогда остальные $14/16$ – это вероятности различных исходов в предыдущих бросках монетки. Из этого можно сделать вывод, что предыдущие броски никак не влияют на исход последующего. У ошибочного понимания данной ситуации есть своё научное название – **ошибка игрока** или **ложный вывод Монте-Карло** – распространённое ошибочное понимание случайности событий. Связано с тем, что, человек не осознаёт на интуитивном уровне того факта, что вероятность каждого последующего исхода не зависит от предыдущих исходов случайного события. Несмотря на то, что в первую очередь такое ложное убеждение связывают со сферой азартных игр, оно распространено и в других областях человеческой деятельно-

сти и ему подвержены многие люди. В рассмотренной игре «Орёл и решка» шансы на победу у обоих игроков всегда равны. Однако данную игру можно усложнить, чтобы на шансы игроков влиял их выбор.

Такая игра называется **игра Пенни**. Суть данной игры в том, что два игрока выбирают последовательность из результатов трёх бросков монетки. Сначала выбирает первый игрок, затем второй. Затем подбрасывается монета до тех пор, пока не совпадёт последовательность одного из игроков. Данная игра является **нетранзитивным парадоксом**, который был открыт Уолтером Пенни в 1969 году. Представим ситуацию, что первый игрок выбрал последовательность из орла, решки и орла. Второй – решку, орла и орла. После многократного подбрасывания монетки имеем следующую ситуацию: **орёл, решка, решка, орёл, решка, орёл**. В этот момент игра заканчивается, так как совпала последовательность первого игрока. В данной ситуации шансы на выигрыш у обоих игроков были одинаковые. Теперь рассмотрим ситуацию. Первый игрок выбрал последовательность из трёх орлов. Второй – решка, орёл, орёл. На первый взгляд может показаться, что вероятности будут одинаковые, однако, на самом деле здесь присутствует значительный перевес в пользу второго игрока. После двух подбрасываний монетки имеем: **орёл, решка**. Уже на данном этапе можно констатировать победу второго игрока. Потому что, как бы ни сложилась ситуация дальше, в любом случае, перед любыми тремя подряд орлами будет решка, что гарантирует победу второго игрока.

Рассмотрим ситуацию подробнее. Единственный шанс победить у первого игрока – сделать это за первые три броска монеты. Иначе, если выпадет хотя бы одна решка – это гарантированная победа второго игрока. Таким образом, первому игроку нужна последовательность из 3 орлов на первых трёх бросках. Вероятность этого исхода – $1/8$. Второго игрока же устраивают любые исходы кроме данного, поэтому вероятность его выигрыша будет $7/8$. По итогу соотношение вероятности победы второго игрока к первому будет 7 к 1 .

Рассмотрим другую ситуацию. Первый игрок выбрал последовательность из решки, решки, орла. Второй – орёл, решка, решка. В данном случае снова присутствует перевес в сторону второго игрока, однако, на этот раз, он не такой значительный. Подбросим монету дважды: **решка, решка**. И снова уже после второго броска можно констатировать победу одного игрока. На этот раз первого. В данной ситуации, если выпадет орёл, то первый игрок выиграет, если же выпадет решка, то ситуация останется точно такой же. Сколько бы раз подряд ни выпадала решка, однажды выпадет орёл и игра завершится победой первого

игрока. Теперь рассмотрим иной исход: **решка, орёл**. Снова уже после второго броска определён победитель. В данной ситуации у первого игрока отсутствуют шансы на победу, так как перед любыми подряд выпавшими двумя решками будет стоять орёл и выиграет второй игрок.

В таблице 1 представлены все варианты первого игрока и лучшие комбинации, которые может выбрать второй игрок.

Игрок 1	Игрок 2	Вероятность выигрыша 2 игрока
ООО	РОО	7:1
ООР	РОО	3:1
ОРО	ООР	2:1
ОРР	ООР	2:1
РОО	РРО	2:1
РОР	РРО	2:1
РРО	ОРР	3:1
РРР	ОРР	7:1

Таблица 1

Значение	Вероятность выпадения
2	1/36
3	2/36
4	3/36
5	4/36
6	5/36
7	6/36
8	5/36
9	4/36
10	3/36
11	2/36
12	1/36

Таблица 2

Помимо таких игр, исход которых зависит чисто от случая, теорию вероятностей можно применять и в более сложных играх.

Также в учёт можно брать вероятность выпадения различных значений на кубиках. Так, самое частое значение – это 7, за ним идут 6 и 8 и т. д. В таблице 2 представлены вероятности выпадения различных значений на игральном костяке.

Список источников

1. Колмогоров А.Н., Журбенко И.Г., Прохоров А.В. Введение в теорию вероятностей. – М.: Издательство МЦНМО, 2015. – 168 с.
2. Глеман М., Варга Т. Вероятность в играх и развлечениях: Элементы теории вероятностей в курсе сред. школы. – М.: Просвещение, 1979. – 176 с.
4. Нетранзитивный парадокс «Игра Пенни» / М.С. Колесников, Д.С. Корниенко, В.М. Самохина, М.Ю. Похорукова // Инновации и инвестиции. – 2020. – 12. – С. 135 – 137.
4. Cortney Taylor. Probabilities in the Game Monopoly / Cortney Taylor. URL: <https://www.thoughtco.com/probability-and-monopoly-3126560>. (Дата обращения: 09.04.2024).

Попов А.К.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧИ ОБ ОПТИМАЛЬНОМ МАРШРУТЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается задача нахождения кратчайшего пути в графе. Описаны основные алгоритмы для решения этой задачи, такие как алгоритм Дейкстры и алгоритм Беллмана-Форда, их теоретические основы и примеры практического применения.

Ключевые слова: кратчайший путь, теория графов, алгоритм Дейкстры, алгоритм Беллмана-Форда, алгоритм Флойда-Уоршелла, взвешенные графы

Задача нахождения кратчайшего пути в графе формулируется следующим образом. Пусть дан взвешенный граф $G = (V, E)$, где V – множество вершин, E – множество ребер, а вес каждого ребра $w(u, v)$ представляет собой ненулевую величину, соответствующую «стоимости» перехода от вершины u к вершине v . Требуется найти путь с наименьшей суммарной стоимостью из вершины s в вершину t .

Основные алгоритмы. **Алгоритм Дейкстры** – один из наиболее известных и часто используемых алгоритмов для нахождения кратчайшего пути в графе с неотрицательными весами ребер. Описание алгоритма. Установить расстояние до начальной вершины s равным нулю: $d(s) = 0$. Для всех остальных вершин v установить расстояние равным бесконечности: $d(v) = \infty$. Добавить все вершины в приоритетную очередь. Повторять, пока очередь не пуста. Извлечь вершину u с минимальным значением $d(u)$ из очереди. Для каждой смежной вершины v , если $d(u) + w(u, v) < d(v)$, обновить значение $d(v)$ и изменить приоритет вершины v в очереди.

Пример 1. Рассмотрим граф с четырьмя вершинами и ребрами со следующими весами: $w(A, B) = 1$; $w(A, C) = 4$; $w(B, C) = 2$; $w(B, D) = 5$; $w(C, D) = 1$. Для нахождения кратчайшего пути из вершины A в вершину D с помощью алгоритма Дейкстры начальное состояние: $d(A) = 0$, $d(B) = \infty$, $d(C) = \infty$, $d(D) = \infty$. Извлекаем вершину A , обновляем $d(B) = 1$, $d(C) = 4$. Извлекаем вершину B , обновляем $d(C) = 3$, $d(D) = 6$. Извлекаем вершину C , обновляем $d(D) = 4$. Извлекаем вершину D . Конец алгоритма. Таким образом, кратчайший путь из A в D проходит через C и имеет суммарный вес 4.

Алгоритм Беллмана-Форда решает задачу нахождения кратчайшего пути для графов, которые могут содержать ребра с отрицательными весами. Описание алгоритма. Установить расстояние до начальной вершины s равным нулю: $d(s) = 0$. Для всех остальных вершин v установить расстояние равным бесконечности: $d(v) = \infty$. Повторить $|V| - 1$ раз: Для каждого ребра (u, v) , если $d(u) + w(u, v) < d(v)$, обновить значение $d(v)$. Проверка на наличие циклов отрицательной длины: Для каждого ребра (u, v) , если $d(u) + w(u, v) < d(v)$, сообщить о наличии отрицательного цикла.

Пример 2. Рассмотрим граф с четырьмя вершинами и ребрами со следующими весами: $w(A, B) = 1$; $w(A, C) = 4$; $w(B, C) = -3$; $w(B, D) = 2$; $w(C, D) = 3$. Для нахождения кратчайшего пути из вершины A в вершину D с помощью алгоритма Беллмана-Форда начальное состояние: $d(A) = 0$, $d(B) = \infty$, $d(C) = \infty$, $d(D) = \infty$. Итерация 1: обновляем $d(B) = 1$; $d(C) = 4$. Итерация 2: обновляем $d(C) = -2$; $d(D) = 3$. Итерация 3: обновляем $d(D) = 1$. Проверка на наличие отрицательных циклов не обнаруживает изменений. Таким образом, кратчайший путь из A в D имеет суммарный вес 1.

Алгоритм Флойда-Уоршелла предназначен для нахождения кратчайших путей между всеми парами вершин в графе. Этот алгоритм работает как с положительными, так и с отрицательными весами ребер, но не допускает циклы отрицательной длины. Описание алгоритма. Создать матрицу расстояний D , где $D[i][j]$ инициализируется значением ребра (i, j) , если оно существует, или бесконечностью в противном случае. Для всех i установить $D[i][i] = 0$. Тройной цикл по всем вершинам. Для каждой вершины k . Для каждой вершины i . Для каждой вершины j . Обновить $D[i][j] = \min(D[i][j], D[i][k] + D[k][j])$.

Пример 3. Рассмотрим граф с четырьмя вершинами и ребрами со следующими весами: $w(A, B) = 3$; $w(A, C) = 8$; $w(A, D) = \infty$; $w(B, C) = 2$; $w(B, D) = \infty$; $w(C, D) = 1$; $w(D, A) = 4$. Матрица начальных расстояний D будет выглядеть как матрица (1). После применения алгоритма Флойда-Уоршелла матрица расстояний изменится на матрицу (2):

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 8 & \infty \\ \infty & 0 & 2 & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 1 \\ 4 & \infty & \infty & 0 \end{bmatrix} \quad (1) \quad D = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 5 & 6 \\ 6 & 0 & 2 & 3 \\ 5 & 8 & 0 & 1 \\ 4 & 7 & 9 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Кратчайшие пути между всеми парами вершин определены.

Пример 4. Рассмотрим взвешенный граф, представляющий сеть дорог между пятью городами: A, B, C, D и E . Веса ребер соответствуют

времени в часах, необходимому для преодоления пути между городами. Граф задан следующим образом: $w(A, B) = 2$; $w(A, C) = 5$; $w(B, C) = 1$; $w(B, D) = 3$; $w(C, D) = 2$; $w(C, E) = 3$; $w(D, E) = 1$. Найти кратчайший путь из города A в город E с помощью алгоритма Дейкстры.

Решение. Инициализируем расстояния от начальной вершины A до всех остальных вершин: $d(A) = 0$; $d(B) = \infty$; $d(C) = \infty$; $d(D) = \infty$; $d(E) = \infty$. Создаем приоритетную очередь и добавляем все вершины в нее.

Первый цикл. Извлекаем вершину A (так как $d(A) = 0$, она имеет минимальное расстояние) и обновляем расстояния до соседних вершин:

$$d(B) = \min(d(B), d(A) + w(A, B)) = \min(\infty, 0 + 2) = 2;$$

$$d(C) = \min(d(C), d(A) + w(A, C)) = \min(\infty, 0 + 5) = 5.$$

Обновленные расстояния: $d(A) = 0$; $d(B) = 2$; $d(C) = 5$; $d(D) = \infty$; $d(E) = \infty$.

Второй цикл. Извлекаем вершину B (так как $d(B) = 2$) и обновляем расстояния до вершин, соседних с вершиной B :

$$d(C) = \min(d(C), d(B) + w(B, C)) = \min(5, 2 + 1) = 3;$$

$$d(D) = \min(d(D), d(B) + w(B, D)) = \min(\infty, 2 + 3) = 5.$$

Обновленные расстояния: $d(A) = 0$; $d(B) = 2$; $d(C) = 3$; $d(D) = 5$; $d(E) = \infty$.

Третий цикл. Извлекаем вершину C (так как $d(C) = 3$) и обновляем расстояния до вершин, соседних с вершиной C :

$$d(D) = \min(d(D), d(C) + w(C, D)) = \min(5, 3 + 2) = 5;$$

$$d(E) = \min(d(E), d(C) + w(C, E)) = \min(\infty, 3 + 3) = 6.$$

Обновленные расстояния: $d(A) = 0$; $d(B) = 2$; $d(C) = 3$; $d(D) = 5$; $d(E) = 6$.

Четвертый цикл. Извлекаем вершину D (так как $d(D) = 5$) и обновляем расстояния до вершин, соседних с вершиной D :

$$d(E) = \min(d(E), d(D) + w(D, E)) = \min(6, 5 + 1) = 6.$$

Обновленные расстояния остаются теми же: $d(A) = 0$; $d(B) = 2$; $d(C) = 3$; $d(D) = 5$; $d(E) = 6$. Пятый цикл. Извлекаем вершину E , $d(E) = 6$. У вершины E нет соседних вершин для обновления.

Ответ: кратчайший путь из города A в город E проходит через вершины B и C с общей суммарной величиной 6 часов: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E$. Этот путь имеет минимальную суммарную стоимость среди всех возможных маршрутов.

Список источников

1. Управление большими системами: сборник трудов. Алгоритм решения динамической задачи поиска кратчайших расстояний в графе / А. Р. Ураков, Т. В. Тимеряев. – Уфа: УГАТУ, 2017. – 60 с.
2. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.

Соловьева А.С.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОЖИДАНИЕМ И ОГРАНИЧЕННОЙ ДЛИНОЙ ОЧЕРЕДИ

Аннотация. Система массового обслуживания с ожиданием и ограниченной длиной очереди – это математическая модель, используемая для анализа процессов обслуживания большого количества клиентов (заявок) в системе, где есть ограничения на длину очереди. В такой системе каждая заявка поступает на обслуживание (например, в кассу магазина, автосервис и т.д.), и может столкнуться с ситуацией, когда все обслуживающие устройства заняты, и ей приходится ожидать своей очереди. При этом ограничение на длину очереди подразумевает, что если количество заявок в очереди достигает определенного значения, новые заявки могут быть отклонены.

Ключевые слова. Система массового обслуживания, ограниченная длина очереди, моделирование процессов обслуживания, источники поступления заявок, пропускная способность, время обработки заявок, среднее время ожидания, вероятность отказа, управление ресурсами, оптимизация процессов, теория обслуживания.

В системах массового обслуживания с ожиданием количество заявок, стоящих в очереди, ограничено числом m , т.е. заявка, заставшая все каналы занятыми, становится в очередь, только если в ней находится менее m заявок. Если число заявок в очереди равно m , то последняя прибывшая заявка в очередь не становится и покидает систему не обслуженной.

Системы с ограниченной очередью являются обобщением двух СМО: при $m = 0$ получаем СМО с отказами, при $m = \infty$ СМО с ожиданием. Вероятность простоя каналов обслуживания

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \left(\frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \left(1 - \left(\frac{\rho}{n} \right)^m \right) \right)},$$

где n – число каналов, m – длина накопителя; ρ – интенсивность нагрузки.

Вероятность отказа в обслуживании равна вероятности P_{n+m} того, что в очереди уже стоят m заявок:

$$P_{отк} = P_{n+m} = \frac{\rho^{n+m} P_0}{n! n^m}.$$

Относительная пропускная способность есть величина, дополняющая вероятность отказа до 1, т.е. вероятность обслуживания

$$P_{обсл} = 1 - P_{отк}.$$

Абсолютная пропускная способность определяется равенством $A = \lambda \cdot (1 - P_{отк}) = \lambda P_{обсл}$, где λ интенсивность потока заявок, т.е. среднее число заявок в единицу времени.

Среднее число занятых каналов $\bar{k} = \frac{A}{\mu} = \lambda \cdot P_{обсл} / \mu = \rho \cdot P_{обсл}$; $\rho = \lambda / \mu$.

Средняя длина очереди, т.е. среднее число заявок в очереди

$$\bar{L}_{оч} = \frac{P_0 \rho^n \left(\frac{\rho}{n} - (m+1) \cdot \left(\frac{\rho}{n} \right)^{m+1} + m \left(\frac{\rho}{n} \right)^{m+2} \right)}{n! \left(1 - \frac{\rho}{n} \right)^2}.$$

Среднее время ожидания обслуживания в очереди $\bar{t}_{оч} = \frac{\bar{L}_{оч}}{\lambda}$.

Среднее число заявок в СМО $\bar{M} = \bar{L}_{оч} + \bar{k}$.

Среднее время пребывания заявки в СМО $\bar{t}_{смo} = \frac{\bar{M}}{\lambda}$.

Пример. Рассматривается работа таможенного пропускного пункта автомобилей на границе. Пункт имеет 3 поста. В среднем каждые 3 минуты к границе подъезжает автомобиль. За 1 час каждый пост в среднем может проверить и пропустить 10 автомобилей. Число мест в очереди и время пребывания в очереди практически не ограничено. Определить, существует ли стационарный режим работы пропускного пункта. Если да, то найти: 1) вероятности состояний системы $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$; 2) вероятность наличия очереди $P_{н.о.}$; 3) среднюю длину очереди $\bar{L}_{оч}$; 4) среднее число занятых каналов (постов) $\bar{k}$; 5) вероятность занятости канала (поста) $P_{зан}$; 6) среднее время ожидания машины в очереди $\bar{t}_0$; 7) среднее время простоя поста.

Решение. Из условия задачи число каналов $n = 3$; $\bar{t}_{обсл} = 1/20$ часа; $\lambda = 20$ машин в час; $\mu = 10$; $\rho = \lambda / \mu = 2$. Найдем

$$\sum_{i=0}^3 \frac{\rho^i}{i!} = 1 + \frac{\rho^1}{1} + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{6} = 1 + 2 + 2 + \frac{4}{3} = \frac{19}{3};$$

$$\frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} = \frac{\rho^{3+1}}{3!(3-\rho)} = \frac{16}{3} = \frac{8}{3}.$$

В итоге знаменатель дроби в формулах вероятностей состояний равен

$$\sum_{i=0}^3 \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^4}{3!(3-\rho)} = \frac{19}{3} + \frac{8}{3} = 9.$$

1) Найдем вероятности $P_0 = 1/9$; $P_1 = 2/9$; $P_2 = 2/9$; $P_3 = 4/27$.

Вероятность P_4 соответствует случаю занятости всех постов и одной машине в очереди, то есть $s=1$. Для вычисления P_4 используем формулу

$$P_{n+1} = \frac{\frac{\rho^{n+1}}{n!n^s}}{\sum_{i=0}^n \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}};$$

$$P_4 = P_{3+1} = \frac{2^4}{3! \cdot 3} \cdot \frac{1}{9} = \frac{8}{81}; \quad (\text{случай } s=2).$$

2) Вероятность наличия очереди определяем так:

$$P_{\text{н.о}} = 1 - (P_0 + P_1 + P_2 + P_3) = 1 - (1/9 + 2/9 + 2/9 + 4/27) = 8/27.$$

$$3) \text{ Определим среднюю длину очереди } \bar{L}_{\text{оч}} = \frac{2^4}{3 \cdot 3!(1-2/3)^2} \cdot \frac{1}{9} = \frac{8}{9}.$$

$$4) \text{ Так как } P_{\text{обсл}} = 1, \text{ то } \bar{k} = \rho \cdot P_{\text{обсл}} = \rho = 2.$$

$$5) \text{ Найдем вероятность занятости канала } P_{\text{зан}} = \frac{\bar{k}}{n} = \frac{2}{3}.$$

$$6) \text{ Среднее время простоя поста равно } \bar{t}_{\text{пр}} = \frac{1 - P_{\text{зан}}}{\mu \cdot P_{\text{зан}}} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ (ч.)}.$$

Из полученных результатов видно, что пропускной пункт хорошо выполняет свои функции, очередь невелика, и есть определенный резерв при увеличении потока автомобилей.

Список источников

1. Каштаева С. В. Исследование операций: учебное пособие. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. – 77 с.
2. Плескунов М.А. Теория массового обслуживания: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 264 с.
3. Солнышкина И.В. Теория систем массового обслуживания: учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 76 с.

УДК 621.311.25

Вагизов А.Р.

Научный руководитель: Красильникова С.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: СОЗДАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

***Аннотация.** В работе рассматривается возникновение и развитие ядерной энергетики в России.*

***Ключевые слова:** ядерная энергетика, уран-235, плутоний, нейтрон, атомный реактор, радиоактивные отходы*

Ядерная энергетика - это вид энергетики, занимающийся производством двух видов энергии: электрической и тепловой. Чтобы получить данный вид энергетики, используется цепная реакция, представляющая собой деление ядер урана-235 или плутония. Для того, чтобы ядра разделить, необходимо их столкновение с нейтроном (тяжелой элементарной частицей, которая не имеет электрического заряда), благодаря чему происходит образование новых нейтронов с осколками деления. Образовавшиеся частицы обладают большой кинетической энергией, благодаря которой при столкновении осколков с другими атомами данная энергия преобразуется в тепло.

Ядерный реактор – это установка, в которой осуществляется цепная ядерная реакция деления. Основная часть реактора – активная зона, где происходит деление ядер и выделяется ядерная энергия, имеет форму цилиндра. Здесь содержится ядерное топливо (уран, плутоний), которое размещено внутри тепловыделяющих элементов (ТВЭЛы). Тепловыделяющие элементы омываются теплоносителем – водой. В активной зоне очень высокий уровень радиоактивностей, поэтому его окружает радиационная защита.

В ходе цепной реакции тяжёлые ядра распадаются на более мелкие, которые в возбужденном состоянии становятся источниками нейтронов. Нейтроны продолжают дробиться, в результате чего высвобождается большая энергия. Это тепло может быть использовано для создания горячего пара, вращающего турбину электростанций [1]. На рисунке 1 показана схема работы ядерного реактора.

Производством ядерной энергетики занимаются на АЭС. Она широко находит свое применение в изготовлении энергетических установок, например, таких, как атомные ледоколы и атомные подводные лодки. В современном мире ядерная энергетика снабжает электроэнергией 15-20% производства в мире.

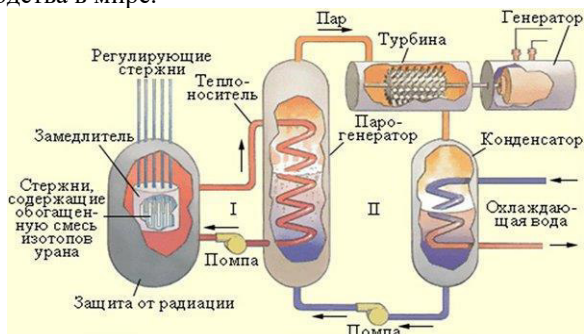


Рис. 1. Схема ядерного реактора

Первая в мире атомная электростанция – Обнинская АЭС, открыла широкую столбовую дорогу большой ядерной энергетике. За годы, прошедшие со дня ее пуска (с 1954), была проведена серьезная работа по созданию новых типов атомных энергетических реакторов. Эксплуатация Обнинской АЭС и проведенные на ней экспериментальные работы позволили решить многие задачи по дальнейшему совершенствованию схем будущих АЭС, увеличению их мощности. Тепловая мощность реактора была принята 30 тыс. кВт. В качестве теплоносителя использовалась обычная вода. Температура воды на входе в реактор составляла 190°C , на выходе – 280°C , давление 100 атм. Такой режим позволил получить пар 270°C , давление 12 атм. и обеспечил номинальную электрическую мощность 5 тыс. кВт.

Успешная эксплуатация Обнинской АЭС позволила развить технические идеи при строительстве на Урале Белоярской АЭС им. И. В. Курчатого. В 1958 году в Сибири была сдана в эксплуатацию АЭС мощностью 100 тыс. кВт, затем доведена до 600 тыс. кВт. Схема этой АЭС двухконтурная. Вода первого контура нагревается до $180\text{--}220^{\circ}\text{C}$ и поступает в парогенератор, где отдает свое тепло воде второго контура для нагрева.

Сибирская АЭС – классический пример двухцелевого реактора, где отходящее тепло при производстве плутония используется для получения электроэнергии [2].

В процессе деления ядер урана, происходящем в атомном реакторе, образуются радиоактивные продукты деления, в том числе газообразные и аэрозольные. После специальной очистки радиоактивные газы и аэрозоли сбрасываются через газоотводную трубу в атмосферу, а жидкие и твердые отходы - в специальные хранилища-могильники для длительного хранения или перерабатываются. В могильниках хранятся отходы тысячи и десятки тысяч лет. Ученые давно пришли к выводу, что самыми надежными местами для этого являются скальные породы на большой глубине [3].

На 11 АЭС России эксплуатируется 36 энергоблоков суммарной мощностью свыше 28,5 ГВт. Доля выработки электроэнергии АЭС составляет около 20% от всего производства электричества, при этом в Европейской части страны доля атомной энергии составляет 30%. За последние 20 лет на Российских АЭС не зафиксировано ни одного серьезного нарушения безопасности. Действующие АЭС в России: Балаковская, Белоярская, Билибинская, Калининская, Кольская, Курская, Ленинградская, Нововоронежская, Ростовская, Смоленская, ГНЦНИИАЭР [4]. В 2002 году был заглушен единственный реактор Обнинской АЭС. В 2008 году остановлен реактор Сибирской АЭС. В настоящее время особое внимание уделяется Запорожской АЭС, т.к. она находится в зоне боевых действий и является объектом повышенной опасности.

В рамках энергетической стратегии в России до 2030 года предусмотрено увеличение производства электроэнергии на АЭС в 4 раза, предстоит построить 40 новых реакторов, чтобы довести долю атомной энергии до 30%. Развитие атомной энергетики будет происходить за счет продления сроков эксплуатации действующих установок. Разрабатывается новая технология – плавучая АЭС малой мощности. [5]

Список источников

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомная_электростанция (13.03.2024).
2. Петросьянц А.М. «Ядерная энергетика». - М.: «Наука», 1981. - 250 с.
3. Фрэнклин Н.Л. «Отходы Ядерной Энергетики». М.: «Знания», 1977. № 12. С. 27-31.
4. <https://www.rosatom.ru/index.html/> Государственная корпорация по атомной энергетике «РОСАТОМ»: официальный сайт
5. Коблик А.С. «Перспективы развития атомной энергетики в рамках энергетического сотрудничества Россия - Европейский Союз».

Вершинин А.Э., Столяров А.А.

Научный руководитель: Андреева Л.А., ст. преподаватель.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ СВЕТОФИЛЬТРОВ НА СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛАМП

***Аннотация.** Представлены основные характеристики автомобильных ламп, спектральный анализ различных источников света, даны рекомендации по применению монохроматических светофильтров.*

***Ключевые слова:** электромагнитное излучение, фотоны, видимое излучение, светофильтр, спектральный анализ, физика*

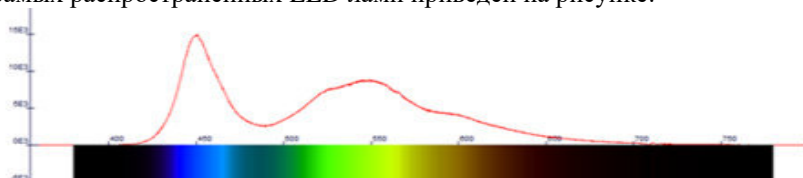
В современном мире широко распространены различные виды автомобильных ламп освещения, каждая из которых имеет свои характеристики и оказывает свою степень воздействия на человека. В данной исследовательской работе рассмотрена степень воздействия различных искусственных источников освещения, их спектры излучения, а также рассмотрены действие монохроматических светофильтров на спектры излучения. В ходе исследования получен спектр света, наиболее приятный для восприятия человеческим глазом.

В автомобилях используются 4 основных типа ламп: обычные лампы накаливания, галогенные, ксеноновые и светодиодные лампы. В лампах накаливания свет излучает вольфрамовая нить. Преимуществом такой лампы является низкая цена, но у них малый срок службы и низкая световая отдача. В основном применяются в задних фонарях, поворотниках и в салоне. В галогенных лампах (улучшенные лампы накаливания) не вакуум, а газ-галоген, в таких лампах больше температура спирали, световая отдача и больший срок службы. Используются в противотуманных фарах и головной оптике. Они светят ярко и направленно. В ксеноновых лампах источником света является электрическая дуга, для которой требуется большое напряжение, для этого используется специальный блок розжига. Инертный газ в лампу закачивают под большим давлением, до 30 атмосфер. Такие лампы светят ярко, но световой пучок не сфокусирован, нужны специальные отражатели или линзы. Неквалифицированная установка таких фар может привести к ослеплению встречных водителей. Самыми популярными в последнее

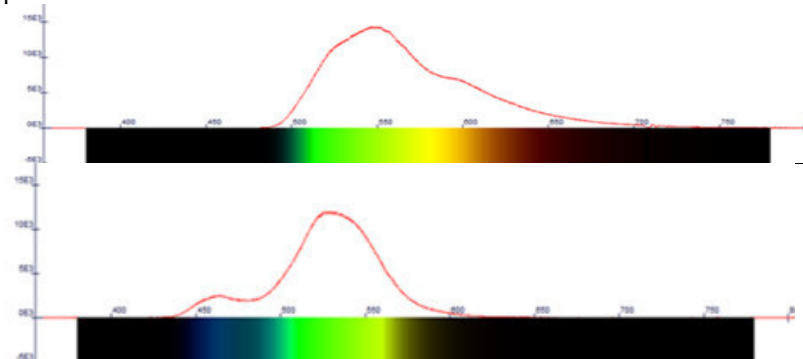
время стали светодиодные LED-лампы. В них нет газа под давлением или нитей накаливания. Источником света является светоизлучающий диод. LED-лампы прочные, надежные, энергоэффективные, имеют большую световую отдачу, примерно в 10 раз больше, чем у галогеновых и ксеноновых ламп.

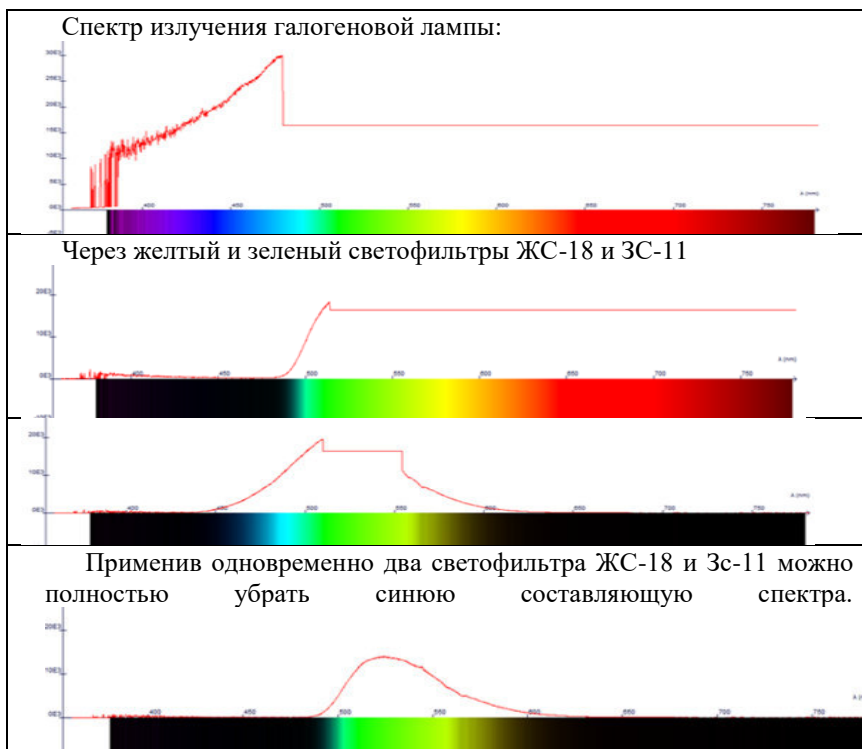
Глаза водителя находятся в постоянном напряжении. В плохую, дождливую погоду, в сумерках и ночью нагрузка на глаза возрастает, хуже видны объекты, а также на глаза воздействует ослепляющий свет фар встречных автомобилей. Этот свет вызывает на оболочке глаза белое пятно и временное резкое ухудшение зрения водителя, поэтому его реакция значительно замедляется. Чтобы снизить влияние негативных факторов на здоровье глаз, водителям стоит подбирать правильные очки для вождения в разных условиях. В тёмное время суток и в условиях плохой видимости следует использовать очки с просветляющим покрытием или с жёлтым тонированием, которое устраняет воздействие синей составляющей света. Эта составляющая снижает контраст, уменьшает резкость и снижает остроту зрения.

Рассмотрим спектр излучения некоторых автомобильных фар с помощью цифрового спектрометра высокого разрешения U22028. Спектр самых распространенных LED ламп приведен на рисунке:



Тот же спектр с применением желтого, а затем зеленого светофильтров ЖС-18 и ЗС-11





Наше исследование показало, что, применяя разные светофильтры, можно получить спектры нужных диапазонов. При этом можно удалить из спектра те диапазоны длин световых волн, которые вызывают быструю усталость глаз, в частности синий цвет. Самыми опасными врачи считают длины волн в диапазоне от синих до ультрафиолетовых. Цвета средневолновой зоны спектра (зеленый, желтый и их оттенки) уменьшают утомление и повышают уровень устойчивости зрения

Список источников

1. <https://hyperauto.ru/articles/encyclopedia/avtomobilnye-lampy-harakteristiki-i-osobennosti/> (2.04.2024)
2. <https://obluchenskaya-rb.ru/info/kakie-lampy-luchshe-dlya-glaz-vse-o-tipah-osveshheniya-vliyayushhih-na-zrenie> (дата обращения 11.12.2023)

Евдокимова К.А., Иванов Р.О.

Научный руководитель: Ладычук Д.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ СУХОГО ТРЕНИЯ В МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация. *Изучено явление сухого трения в механических системах, метод предельного угла использован для определения коэффициентов трения скольжения для различных материалов.*

Ключевые слова: *сухое трение, предельный угол, II закон Ньютона, закон Амонтона-Кулона, трибология, триботехника*

Известно, что при соприкосновении одного тела с другим возникает контактное взаимодействие, которое препятствует их относительному перемещению [1]. Это взаимодействие называется трением, а сила, его характеризующая - силой трения. Силы трения характеризуются тем, что они возникают только при попытке сместить одно тело относительно другого (статическое трение – трение покоя) или при перемещении тел относительно друг друга (динамическое трение скольжения, трение качения и вязкое трение). Действие сил трения всегда сопровождается превращением механической энергии во внутреннюю и вызывает нагревание тел и окружающей их среды. Силы трения имеют электромагнитную природу и определяются характером взаимодействия атомов и молекул в соприкасающихся слоях и, следовательно, зависят от того, насколько сильно тела прижаты друг к другу (зависят от силы нормального давления одного тела на другое) и состояния поверхности соприкосновения тел. Согласно закону Амонтона-Кулона [2], величина силы трения скольжения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей и пропорциональна величине силы нормального давления внешних сил, действующих на поверхность. Различаются внешнее (сухое) и внутреннее (вязкое) трение. Внешним трением называется взаимодействие между телами, препятствующее их относительному перемещению. Если соприкасающиеся тела неподвижны друг относительно друга, можно говорить о трении покоя. Сила трения покоя не имеет однозначной величины, она принимает такое значение, при котором выполняется второй закон Ньютона. При изменении внешнего воздействия соответственно меняется сила трения покоя.

При относительном перемещении тел, если сила, приложенная к телу параллельно поверхности, больше $F_{тр.пок.мах}$, тело скользит по поверхности другого. В зависимости от характера их относительного движения, можно говорить о трении скольжения или качения. Сила трения скольжения так же, как и сила трения покоя, направлена вдоль поверхности соприкосновения в сторону противоположную относительной скорости и пропорциональна силе давления тела на поверхность. Значения коэффициента трения скольжения несколько меньше коэффициента трения покоя, так как неподвижно стоящее тело труднее сдвинуть с места, чем затем равномерно перемещать по поверхности.

В работе для определения коэффициента трения покоя использовался метод предельного угла (рис.), в соответствии с которым измерялся угол наклона плоскости, при котором начинается скольжение лежащего на ней тела. Тело (в форме бруска) и плоскость подбирались из материалов, для которых необходимо определить значение μ .

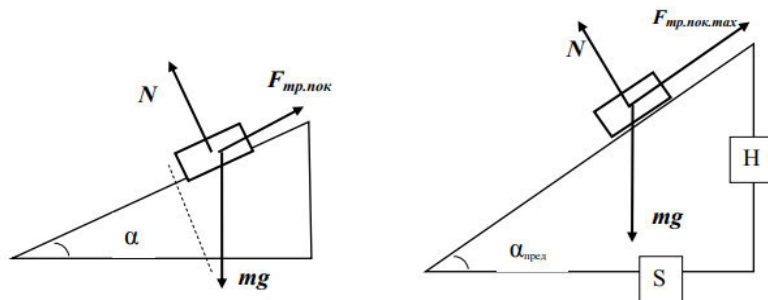


Рис. Определение коэффициентов сухого трения методом предельного угла

На брусок, лежащий на наклонной плоскости, составляющую малый угол α с горизонтом действует сила трения покоя $F_{тр.пок}$, которая находится по II закону Ньютона (при условии $a=0$):

$$F_{тр.пок.} = mgsin \alpha \quad (1)$$

При постепенном увеличении наклона плоскости происходит увеличение силы трения покоя. При некотором значении угла $\alpha_{пред.}$ начинается перемещение бруска, т.е. скольжение по наклонной плоскости. При этом сила трения покоя $F_{тр.пок.}$ достигает максимального значения:

$$F_{тр.пок.мах} = mgsin \alpha_{пред} = \mu N \quad (2)$$

Сила реакции опоры N равна:

$$N = mgcos \alpha_{пред} \quad (3)$$

Для предельного угла $\alpha_{пред}$ получается соотношение:

$$mg \sin \alpha_{пред} = \mu mg \cos \alpha_{пред} \quad (4)$$

или, после преобразований,

$$\operatorname{tg} \alpha_{пред} = \mu \quad (5)$$

т.е. коэффициент трения покоя численно равен тангенсу предельного угла $\alpha_{пред}$. Его можно рассчитать по отношению высоты наклонной плоскости H к длине ее основания S (рис.):

$$\mu = \frac{H}{S} \quad (6)$$

Экспериментальные значения μ для исследованных материалов приведены в таблице.

Таблица

Материал		Предельный угол,	Коэффициент
Поверхность	Брусok	$\alpha_{пред}$	трения, μ
Резина	Дерево	29,1	0,55
Дерево		19,4	0,35
Сталь		22,0	0,40
Бетон		24,4	0,45
Пластик		14,2	0,25

Полученные коэффициенты μ зависят от свойств соприкасающихся поверхностей (материалов, качества обработки поверхностей, чистоты, наличия смазки), а также от степени проникновения неровностей одной поверхности между неровностями другой поверхности.

Следует отметить, что на практике явление трения имеет негативный характер, поскольку оно приводит к быстрому износу соприкасающихся деталей в машинах и механизмах. Поэтому для его уменьшения используется ряд эффективных способов [3], таких как использование смазочных материалов, образующих разделительную пленку между трущимися поверхностями, выбор оптимальной шероховатости и материала поверхностей трения, замена скольжения качением, уменьшение силы нормального давления и площади контакта, электромагнитная и аэродинамическая разгрузка трущихся поверхностей.

Список источников

1. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Academia, 2008. - 557 с.
2. Лужнов Ю.М., Александров В.Д. Основы триботехники– М.: МАДИ, 2013 – 136 с.
3. Войнов К. Н. Триботехника и надёжность механических систем. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014 – 74 с.

Нигматулин Н.Ш.

Научный руководитель: Шарафутдинов А.В., доцент
Башкирский государственный аграрный университет

УСТРОЙСТВО, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЕ ПОЛОМКУ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Аннотация. В статье рассматривается устройство, предотвращающее поломку топливной системы дизельных двигателей.

Ключевые слова: гидродинамика, дизельное топливо, механические примеси, заряженные частицы, движение жидкости

Введение. В современной топливоподающей аппаратуре дизелей имеются прецизионные детали, зазоры в которых достигают 1,5-2,0 мкм. Это предопределяет очень высокие требования к чистоте дизельного топлива [2]. В условиях реальной эксплуатации техники с дизельным двигателем, определение содержания механических примесей в топливе на ранней стадии предотвратит преждевременный выход из строя элементов топливной аппаратуры [3].

Цель исследования: Создание датчика для определения механических примесей в дизельном топливе.

Материалы и методы исследования. Принцип работы данного устройства основан на передаче электрического заряда от положительно заряженной пластины к отрицательной [1]. Таким образом, при присутствии в дизельном топливе механических примесей, они соударяясь с отрицательно заряженной пластиной 3 (Рисунок 1), приобретают заряд и при дальнейшем движении, передают его к пластинам 2. Блок регистрации 1 считывает данную информацию и сигнализирует о наличии примесей в дизельном топливе.

Описание установки. Принцип работы установки следующий: дизельное топливо из бака 1 с помощью подкачивающего насоса 3 (рисунок 2) создает давление, которое регулируется с помощью регулятора напряжения 2. Далее топливо поступает в емкость 5, содержащую механическую примесь. После попадания примесей в датчик 6, определяющий содержание примесей в дизельном топливе, происходит столкновение и перенос зарядов.

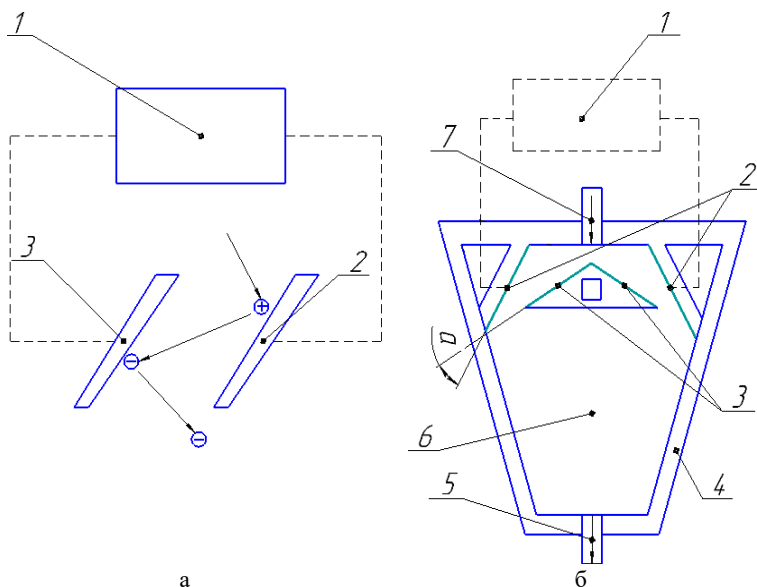


Рис. 1. Датчик сигнализации примесей:

а - принцип работы; б - принципиальная схема

1 - блок регистрации; 2 - положительно заряженные пластины;
3 - отрицательно заряженные пластины (рабочая поверхность устройства); 4 - корпус устройства; 5 - выводной канал топлива; 6 - рабочая область; 7 - входной канал подачи топлива.

Сигналы переносов зарядов поступают на аналого-цифровой преобразователь 8 и далее анализируются ПК 9. На выходе с датчика 6 происходит фильтрация топлива фильтром 10, предотвращающим попадания примесей к редукционному клапану 11 и в топливный бак 1. Датчик давления 4 необходим для обратной связи для регулирования давления подкачивающего насоса 3. Питание датчика сигнализации примесей 6 осуществляется блоком 7.

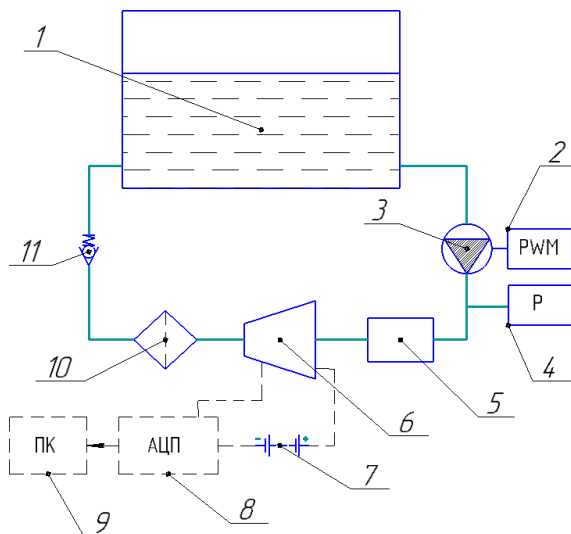


Рис. 2. Принципиальная схема установки определения механических примесей в дизельном топливе.

1 - топливный бак с дизельным топливом; 2 – регулятор напряжения; 3 - подкачивающий насос; 4 - датчик давления; 5 – емкость с механическими примесями; 6 - датчик сигнализации примесей; 7 - блок питания; 8 - аналого-цифровой преобразователь; 9 – персональный компьютер; 10 - топливный фильтр; 11 – редукционный клапан.

Вывод. Данное устройство, интегрированное в топливную систему сельскохозяйственной техники, позволяет определять механические примеси в дизельном топливе и предотвратит преждевременную поломку дизельной топливоподающей системы.

Список источников

1. Нигматуллин Ш.Ф., Самиков Р.Ф., Разяпов Р.Ш. Устройство для определения содержания воды и других примесей в дизельном топливе Патент на изобретение 2729170 С1, 04.08.2020.
2. Нигматуллин Ш.Ф., Махиянов И.С., Ямалетдинов М.М. Устройство экспресс анализа качества топлива, непосредственно на технике оснащенных дизельными двигателями // В сборнике: современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию БАШКИРСКОГО ГАУ 2020. С. 310-314.
3. Гришина И.Н., Башкатова С.Т. Современные требования, предъявляемые к качеству дизельного топлива в России. Технологии нефти и газа. 2006. № 5 (46). С. 10-13.

Созонова А.В., Калинин И.Н.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТОДОМ ЗВУКОВОГО РЕЗОНАНСА

***Аннотация.** Представлены рекомендации студентам к выполнению лабораторной работы по исследованию зависимости скорости звука на установке ФПТИ-7.*

***Ключевые слова:** механические колебания, упругая среда, продольные волны, звук, звуковой резонанс, температура, физика*

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде и воспринимаемые органами слуха, называют **звуковыми волнами**, или просто **звуком**. По частоте колебаний звуковые волны классифицируют следующим образом: инфразвуковые (0-16 Гц), слышимые (16 Гц-20 кГц), ультразвуковые (20 кГц-1000 МГц), и гиперзвуковые (свыше 1000 МГц).

Наличие упругой среды – обязательное условие для возникновения звуковых волн. **Звуковые волны – это продольные волны.**

Источники волн, колеблющиеся с одинаковой частотой и постоянной разностью фаз, называется **когерентными**. Волны, излучаемые когерентными источниками, также когерентны. В результате наложения (суперпозиции) когерентных волн наблюдается явление, называемое **интерференцией**. Оно заключается в том, что в одних местах пространства происходит усиление волнового движения, а в других – ослабление или полное поглощение его.

Действие установки ФПТИ-7 основано на явлении звукового резонанса в стеклянной трубке, заполненной воздухом, с закрытыми торцами. В одном торце трубки располагается телефон, питаемый электрическим генератором звуковой частоты (3 Гц), являющийся источником звуковых колебаний. В другом торце находится приемник звука – микрофон. Стоячая волна в трубе длиной L возникает, как было описано, при условии

$$L = n \frac{\lambda}{2},$$

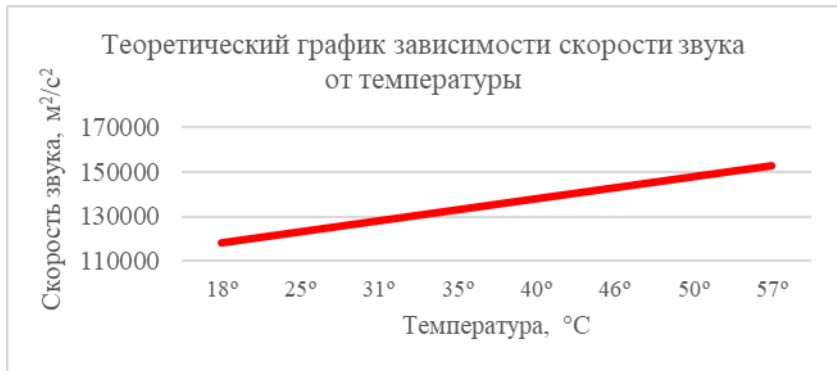
где $L = 0,51$ м – длина трубки; λ – длина звуковой волны; n – положительное целое число или номер резонанса ($n = 1, 2, 3, \dots$).

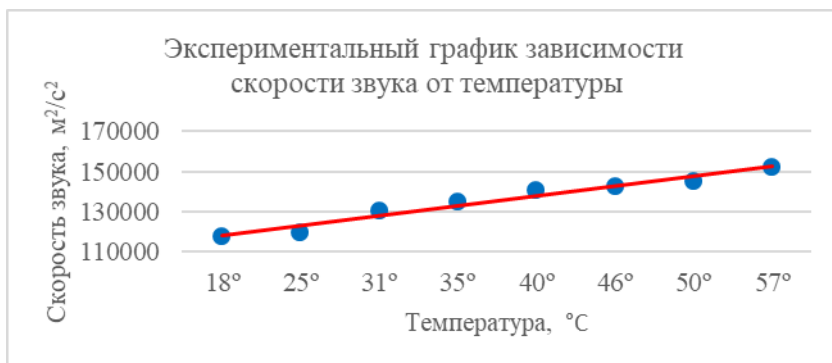
При резонансе резко возрастает амплитуда звуковых колебаний, воспринимаемых микрофоном. Напряжение с микрофона подается на микроамперметр, который служит для наблюдения резонанса звука в стеклянной трубке.

При резонансе стрелка микроамперметра отклоняется максимальным образом (но не до конца шкалы).

Скорость звука $V = \lambda \cdot \nu = \frac{2L}{n} \nu$, так как $\lambda = \frac{2L}{n}$. Следовательно, измеряя частоту звука, соответствующую резонансу, можно определить скорость звука.

Установка позволяет повышать температуру воздуха в стеклянной трубке до 70° и проводить измерения в этом диапазоне при различных температурах.





Вывод: В ходе работы были изучены вопросы распространения колебаний в упругой среде, явление интерференции. Также была измерена скорость звука методом резонанса при разных температурах. Построены теоретический и экспериментальный графики зависимости скорости звука от температуры. Экспериментальный график хорошо согласуется с теоретическим графиком.

Список источников

1. <https://studfile.net/preview/2156703/>
2. <file:///C:/Users/Mi/Downloads/lab05.pdf>
3. ORGANIZATION OF LABORATORY WORK IN PHYSICS WITH STUDENTS OF THE INSTITUTE OF MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING

УДК 539.3

Антонова А.В., Григорьева Ю.Б., Иванов С.П.
Поволжский государственный технологический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

Аннотация. В работе проводится теоретическое и экспериментальное исследование устойчивости стержневых систем с конечным числом степеней свободы.

Ключевые слова: устойчивость, степени свободы

Введение. В настоящей работе рассматривается устойчивость стержневых систем. При действии статически приложенных сил на систему, состоящую из абсолютно жестких стержней и связанных между собой упругими связями, она может находиться как в устойчивом, так и не в неустойчивом равновесии.

Исследуем устойчивость систем с двумя степенями свободы (рис.1).

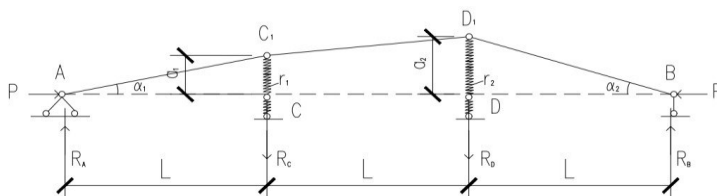


Рис. 1. Расчетная схема стержневой системы с двумя степенями свободы

Предполагаемая форма потери устойчивости представлена на рисунке 1. Принимаем жесткости упругих опор различными r_1 и r_2 . В результате потери устойчивости имеем реакции опор в точках C_1 и D_1 , равными $R_C = r_1 a_1$, $R_D = r_2 a_2$. Составляя уравнение равновесия для всей системы, получим:

$$R_A = \frac{1}{3}(r_2 a_2 + 2r_1 a_1); \quad R_B = \frac{1}{3}(r_1 a_1 + 2r_2 a_2).$$

Составляем уравнения равновесия для частей AC_1 и BD_1 (рис. 1):

$$\begin{aligned}\sum M_{C_1} &= 0, \quad (P - \frac{2}{3}r_1l)a_1 - \frac{r_2l}{3}a_2 = 0; \\ \sum M_{D_1} &= 0, \quad -\frac{r_2l}{3}a_1 + (P - \frac{2}{3}r_2l)a_2 = 0.\end{aligned}\quad (1)$$

Определяем нетривиальное решение системы (1). Составляем определитель из коэффициентов при неизвестных параметрах a_1 , a_2 , и раскрывая его при $r_1 = r$, $r_2 = nr$, $n = 1, 2, \dots$, получим квадратное уравнение относительно сжимающей силы P . Разрешая это уравнение, получим два корня

$$P_{1,2} = \frac{1}{2}l(1+n)r \pm \sqrt{\frac{l^2(1+n)^2r^2}{9} - \frac{nr^2l^2}{3}}. \quad (2)$$

Для определения формы потери устойчивости из 1-го уравнения (1) получим:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{r_2l/3}{P - 2r_1l/3} \quad (3)$$

Минимальной критической силе соответствует форма потери устойчивости (рис. 2, а), что совпадает с экспериментом. Второй критической силе соответствует форма (рис. 2, б).

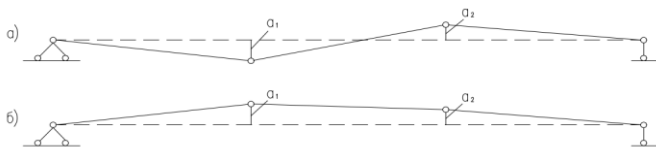


Рис. 1. Формы потери устойчивости

На рисунке 3 представлены графики изменения критических сил, вычисленные по формуле (2).

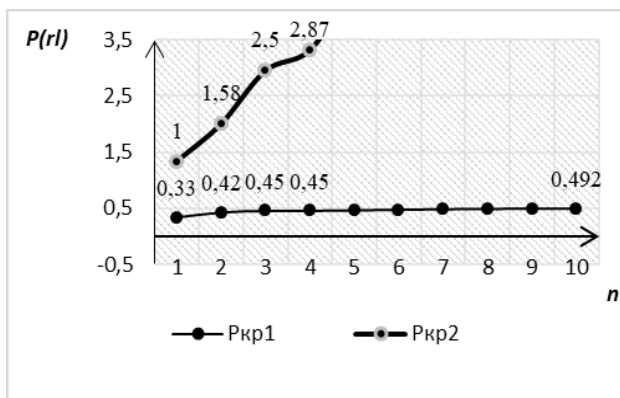


Рис. 3. Графики изменения критических сил в зависимости от изменения жесткостей пружин

Выполнен расчет на устойчивость в зависимости от изменения длины третьего крайнего стержня $m = l_3/l$. Получены графики изменения критических сил (рис. 4).

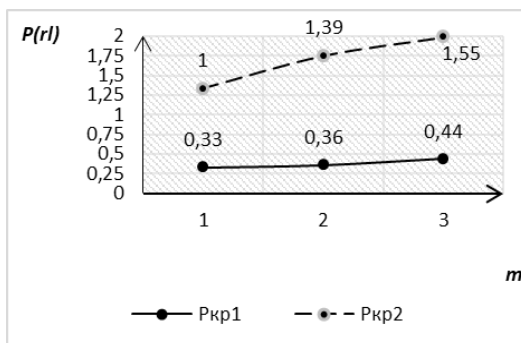


Рис. 4. Графики изменения критических сил в зависимости от изменения длины третьего стержня

Выводы: 1. С увеличением жесткости пружины в точке D первая критическая сила стремится к величине, равной $P_{кр1} = 0,5rl$, что соответствует потери устойчивости системы с одной степенью свободы (рис. 3). 2. С увеличением длины третьего стержня наблюдается незначительное увеличение величины первой и второй критической силы. (рис. 4). 3. Результаты, полученные теоретически и экспериментально совпадают.

Казанкина А.С., Иванов О.Г.

Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕРЖНЕЙ

Аннотация. Рассмотрена задача определения критической силы, ее зависимость от жесткостей стержней.

Ключевые слова: устойчивость, критическая сила, жесткость

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. В механике, а в частности строительной, необходимо знать критическое значение силы, действующей на конструкцию, при котором она ещё сохраняет устойчивое положение.

Задача.

Дана статически неопределимая рама с защемленными опорами (рис. 1). Требуется установить зависимость критической силы от жесткостей. Задача решается методом перемещений.

Эпюра (рис. 2) построена от единичного угла поворота $Z_1=1$.

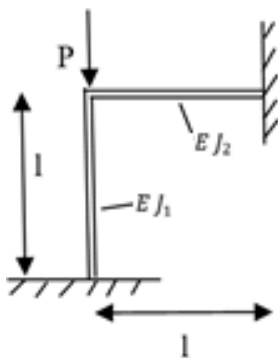


Рис. 1.

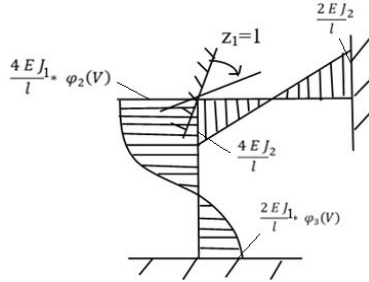


Рис. 2.

Критическая сила определяется по формуле:

$$P_{кр} = \frac{v^2 EJ_1}{l^2}$$

Каноническое уравнение метода перемещений при расчете на устойчивость имеет вид: $Z_1^* \Gamma_{11} = 0$. При потере устойчивости $Z_1 \neq 0$, тогда $\Gamma_{11} = 0$. Коэффициент Γ_{11} определяется статическим методом.

$$\Gamma_{11} = \frac{4EJ_2}{l} + \frac{4EJ_1}{l} \varphi_2(v) = 0, \quad \varphi_2(v) = -\frac{4EJ_2}{l} \frac{l}{4EJ_1} = -\frac{EJ_2}{EJ_1}$$

Введем безразмерные обозначения: $\frac{EJ_2}{EJ_1} = k_1$, $\frac{P_{кр}}{EJ_1} = P_{кр}^* \cdot \frac{1}{l^2}$.

Тогда $P_{кр}^* = v^2$. Здесь v определяется в зависимости от функции $\varphi_2(v)$ с помощью таблицы [1].

Результаты исследования представляются графически в зависимости $P_{кр}^*$ от k_1 (рис. 3).

Приняв $\frac{EJ_1}{EJ_2} = k_2$, получим $P_{кр} = \frac{v^2 EJ_1}{l^2} = \frac{v^2 k_2 EJ_2}{l^2}$.

Обозначив $\frac{P_{кр}}{EJ_2} = P_{кр2}^*$, тогда $P_{кр2}^* = v^2 k_2$ получим график зависи-

мости $P_{кр2}^*$ от k_2 (рис. 4).

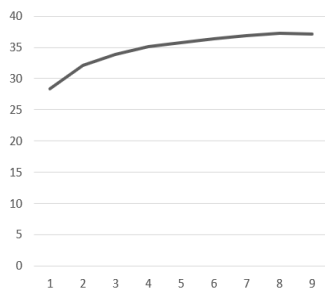


Рис. 3.

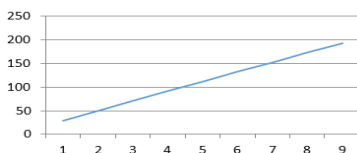


Рис. 4.

В первом случае (рис.3) увеличивается жёсткость горизонтального стержня по отношению к стойке (стоит отметить, что зависимость нелинейная), а во втором (рис.4) увеличивается жёсткость самой стойки по отношению к ригелю. С увеличением жесткостей увеличивается величина критической силы.

Список источников

1. Иванов С.П. Строительная механика: курс лекций / С.П. Иванов, О.Г. Иванов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 308с.

Киселёва А.А., Попова Д.С.

Научный руководитель: Куликов Ю.А., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ НЕСОВЕРШЕНСТВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ТРУБ

Аннотация. Представлены результаты расчёта многослойных криволинейных труб, изготовленных перекрёстной спиральной намоткой армирующих волокон. Показано влияние овальности поперечного сечения и разнотолщинности стенки, приобретаемые в процессе непрерывной намотки, на спектр низших собственных форм и частот.

Ключевые слова: криволинейная труба, собственные параметры, геометрические несовершенства

Наиболее сложными в технологическом отношении элементами композитных трубопроводов, изготовленных методом непрерывной силовой намотки, являются криволинейные участки. Характерными геометрическими неправильностями этих участков являются разнотолщинность стенки и овальность поперечного сечения (рис.1).

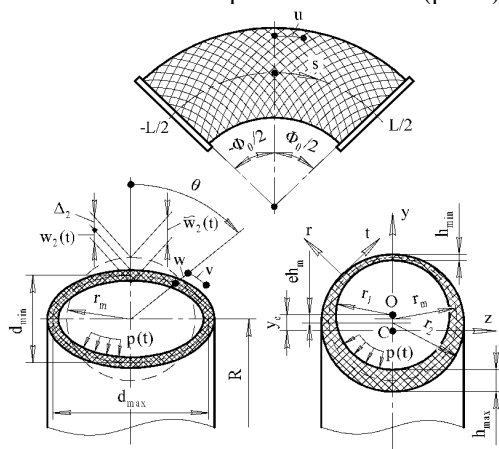


Рис.1. Расчетная схема криволинейной композитной трубы

Используя расчётную модель МКЭ [1], рассмотрим влияние овальности и разнотолщинности стенки на собственные частоты и формы колебаний. Представим, что стенка трубы образована перекрестной спиральной намоткой двух симметричных систем волокон с углами укладки $\varphi_m = \pm 60^\circ = \text{const}$. Материал – органопластик *Kevlar 49/PR-286*.

На рис.2 показаны первые пять собственных форм поперечного сечения с координатой $\Phi_0 = 0^\circ$ идеально правильной трубы с параметрами $r_m = 83,5$ мм, $\Phi_0 = 180^\circ$, $r_m/R = 1/10$, $h_m/r_m = 1/20$.

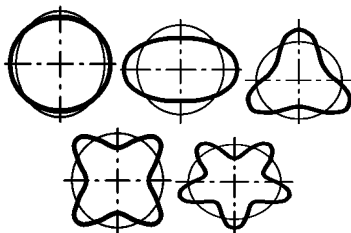


Рис. 2. Собственные формы идеально правильной трубы

В процессе изготовления при съёме криволинейной трубы с идеально круглой оправки в результате «упругой отдачи» её стенка деформируется. Деформирование стенки объясняется действием остаточных усадочных напряжений, которые возникают после отверждения связующего, и неоднородностями структуры волокнистого композита. При этом поперечное сечение трубы получает остаточные отклонения от правильной окружности и становится овальным.

Таблица 1

c	$d_{\max}, \text{м}$	$d_{\min}, \text{м}$	Собственные частоты, Гц				
			f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
0	0,167	0,167	33,1	470,2	1141,4	2148,3	3474,7
0,1	0,175	0,159	31,2	479,0	1143,1	2147,9	3473,1
0,2	0,183	0,1501	29,4	486,0	1141,2	2142,1	3466,0
0,3	0,191	0,141	27,5	491,4	1135,3	2131,2	3453,0

Исследуем влияние овальности на спектр собственных форм и частот колебаний. Обозначим $c = (d_{\max} - d_{\min})/d_m$ – характеристика овально-

сти, где d_{max} , d_{min} и d_m – соответственно максимальный, минимальный и средний диаметры поперечного сечения

В табл.1 в зависимости от параметра c приведены значения расчётных частот. Констатируем, что при $c \leq 0,1$ (при слабой овальности) отклонения формы сечения от окружности оказывают слабое влияние на собственные частоты. При сильной овальности это влияние становится более выраженным. Так, при $c = 0,3$ расчётная частота отличается от основной собственной частоты идеально правильной трубы на 17%. Для высших частот это влияние менее заметно. С ростом овальности собственные частоты f_1 , f_3 , f_4 и f_5 уменьшаются, а f_2 , наоборот, увеличивается.

На рис.3 построены первые пять собственных форм колебаний трубы с параметром $c = 0,3$. Сравнивая формы колебаний трубы с овальным сечением и с идеально круглым сечением (рис.2), видим качественное различие второй и третьей собственных форм колебаний.

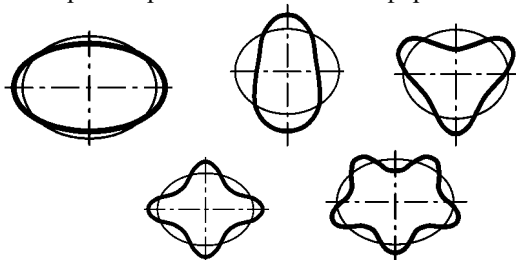


Рис. 3. Собственные формы трубы с овальным сечением

В свою очередь, анализ влияния изменения толщины стенки поперечного сечения показывает, что при $e = (h_{max} - h_{min})/2h_m \leq 0,1$, где h_{max} , h_{min} и h_m – максимальная, минимальная и средняя толщины соответственно, собственные частоты и формы колебаний композитной трубы практически не зависят от параметра разнотолщинности стенки.

Список источников

1. Куликов Ю.А., Коротков А.В. Динамика многослойных трубопроводов из композиционных материалов. Монография. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – 280 с.

Косарева Е.А., Иванов С.П.

Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В данной работе проводится расчет комбинированной системы. Исследуется распределение усилий в зависимости от изменения параметров системы.

Ключевые слова: комбинированная система, балка, стержни

Известно, что комбинированные системы применяются в различных областях техники и строительства. Такие системы хорошо перераспределяют усилия в элементах конструкции.

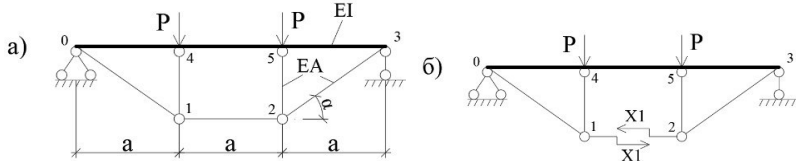


Рис. 1.

Цель работы заключается в исследовании распределения усилий в комбинированной системе (рис. 1, а) в зависимости от изменений геометрических параметров. На схеме дана балка, подкрепленная снизу дополнительной стержневой конструкцией.

Комбинированная система один раз статически неопределима. Основная система представлена на рисунке 1, б.

Запишем каноническое уравнение:

$$\delta_{11} \cdot X_1 + \Delta_{1p} = 0. \quad (1)$$

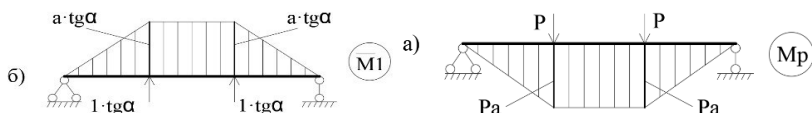


Рис. 2.

В дополнительной конструкции элементы 1-4 и 2-5 работают на сжатие. Для определения единичного перемещения δ_{11} учитываем деформации изгиба балки от действия сжимающих сил стержней 1-4 и 2-5 (рис. 2, б).

Составим таблицу определений усилий в стержнях дополнительной конструкции от силы $X_1=1$ (табл. 1).

Таблица 1

№ стержня	l_i	$\bar{N}_i$	N_p	$\bar{N}_i \cdot N_p$	$\bar{N}_i^2 \cdot l_i$
0-1	$a/\cos\alpha$	$1/\cos\alpha$	0	0	$a/\cos^3\alpha$
1-2	a	1	0	0	a
2-3	$a/\cos\alpha$	$1/\cos\alpha$	0	0	$a/\cos^3\alpha$
1-4	$a \cdot \operatorname{tg}\alpha$	$-1 \cdot \operatorname{tg}\alpha$	0	0	$a \cdot \operatorname{tg}^3\alpha$
2-5	$a \cdot \operatorname{tg}\alpha$	$-1 \cdot \operatorname{tg}\alpha$	0	0	$a \cdot \operatorname{tg}^3\alpha$
Итого	-	-	-	-	$a(2/\cos^3\alpha + 2\operatorname{tg}^3\alpha + 1)$

Определяем перемещения:

$$\delta_{11} = (\bar{M}_1)^2 + (\bar{N}_1)^2 = \frac{5}{3} \cdot \frac{a^3 \cdot \operatorname{tg}^2\alpha}{EI} + \frac{a}{EA} \cdot \left(\frac{2}{\cos^3\alpha} + 2\operatorname{tg}^3\alpha + 1 \right);$$

$$\Delta_{1p} = (\bar{M}_1 \cdot M_p) = -\frac{5}{5} \cdot \frac{Pa^3 \operatorname{tg}\alpha}{EI}. \quad (2)$$

Из канонического уравнения (1) с учётом (2) получим:

$$X_1 = \frac{P}{\operatorname{tg}\alpha + \frac{3}{5} \cdot \frac{EI}{EA} \cdot \frac{1}{a^2 \operatorname{tg}\alpha} \cdot \left(\frac{2}{\cos^3\alpha} + 2\operatorname{tg}^3\alpha + 1 \right)}. \quad (3)$$

Определим значения X_1 при углах $\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ$ и соотношения $l/A=0,1a^2$. Строим конечную эпюру моментов (рис. 3)

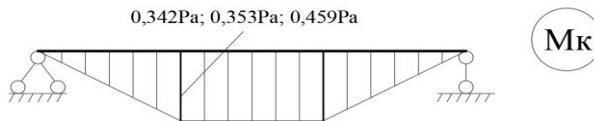


Рис. 3.

Построим график изменения усилия X_1 в зависимости от угла α (рис. 4).

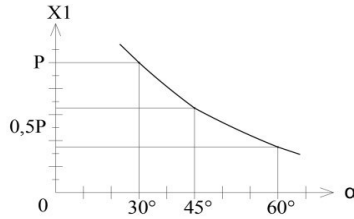


Рис. 4.

Положим, что стержень 1-2 изготовлен короче на величину Δ . Каноническое уравнение в этом случае: $\delta_{11} \cdot X1 + \Delta_{1\Delta} = 0$, где $\Delta_{1\Delta} = -1 \cdot \Delta = -\Delta$.

$$\text{Тогда } X1 = -\frac{\Delta_{1\Delta}}{\delta_{11}} = \frac{\Delta}{\frac{5}{3} \cdot \frac{a^3}{EI} + \frac{a}{EA} \cdot \left(\frac{2}{\cos^3 \alpha} + 2tg^3 \alpha + 1 \right)}. \quad (4)$$

Строим исправленную эпюру (рис. 5):

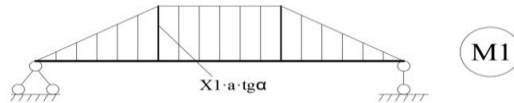


Рис. 5.

Приравнявая изгибающие моменты из рисунков 2,а и 5

$$Pa = X1 \cdot a \cdot tg \alpha,$$

$$P = \frac{\Delta \cdot tg \alpha}{\frac{5}{3} \cdot \frac{a^3 \cdot tg^2 \alpha}{EI} + \frac{a}{EA} \cdot \left(\frac{2}{\cos^3 \alpha} + 2tg^3 \alpha + 1 \right)},$$

$$\text{получаем } \Delta = P \left[\frac{5}{3} \cdot \frac{a^3 \cdot tg \alpha}{EI} + \frac{a}{EA \cdot tg \alpha} \left(\frac{2}{\cos^3 \alpha} + 2tg^3 \alpha + 1 \right) \right]. \text{ При таком}$$

значении Δ балка не будет испытывать деформацию изгиба.

Выводы: С уменьшением угла α изгибающий момент, возникающий в сечении балки, увеличивается. При определенной величине монтажной неточности Δ стержня 1-2, после закрепления его в узлах 1 и 2 стержень становится предварительно напряженным. Вследствие этого несущая балка будет разгружаться.

Смолякова В.Д., Иванов О.Г.

Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ

Аннотация. Рассматривается зависимость круговой частоты свободных колебаний от длины стержня и отношения жесткостей частей стержня в колебательной системе с одной степенью свободы.

Ключевые слова: частота, колебание, жесткость

Свободные колебания – это возмущения системы, происходящие при отсутствии внешнего воздействия. Если положение каждой точки системы полностью определяется значением одного параметра, то говорят, что система имеет одну степень свободы.

Рассмотрим частный случай, определяющий поведение широкого класса механических систем с одной степенью свободы – балку, одним концом заделанную в стене, а другим – связанную с грузом массой m (рис. 1).

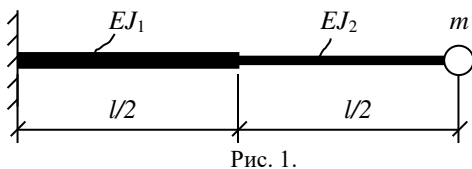


Рис. 1.

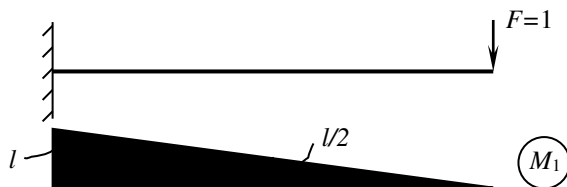


Рис. 2.

Уравнение свободных колебаний относительно амплитуды записывается в виде:

$$(\delta_{11} \cdot m - \frac{1}{\omega^2}) \cdot y = 0.$$

При колебаниях амплитуда $y \neq 0$. Тогда частота свободных колебаний системы с одной степенью свободы определяется по формуле:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\delta_{11} \cdot m}}$$

Единичное перемещение δ_{11} находим методом Верещагина. Для этого строим эпюры изгибающих моментов от действия единичных сил (рис. 2.), приложенных по направлениям возможных перемещений грузов при колебаниях.

$$\delta_{11} = \sum \int \frac{M_1 \cdot M_1}{EJ_i} = \frac{l^3}{24} \left(\frac{1}{EJ_2} + \frac{7}{EJ_1} \right) = \frac{l^3}{24EJ_2} \left(1 + 7 \frac{EJ_2}{EJ_1} \right)$$

Обозначим $\frac{EJ_1}{EJ_2} = k$, тогда:

$$\delta_{11} = \frac{l^3}{24EJ_2} \left(1 + \frac{7}{k} \right) = \frac{l^3}{24EJ_2} \frac{k+7}{k}$$

Частота свободных колебаний:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\frac{ml^3}{24EJ_2} \frac{k+7}{k}}}$$

В безразмерной форме:

$$\omega^{**} = \omega \sqrt{\frac{ml^3}{24EJ_2}} = \sqrt{\frac{k}{k+7}}.$$

Построим график зависимости круговой частоты стержня от соотношения жесткостей его частей (рис.3.).

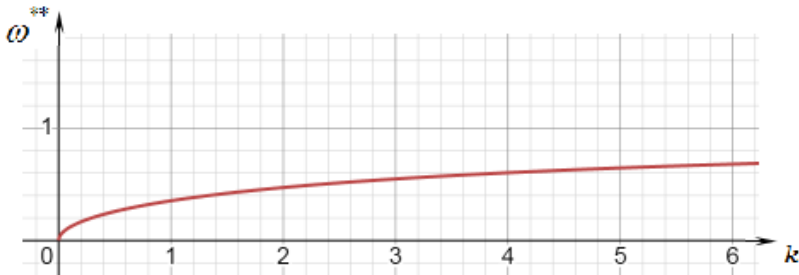


Рис. 3.

При $k=1$ $EJ_1=EJ_2=EJ=const$: $\omega = \sqrt{\frac{3EJ}{ml^3}}$

Построим график зависимости приведенной круговой частоты от длины стержня $\omega^* = \omega \sqrt{\frac{m}{EJ}} = \sqrt{\frac{3}{l^3}}$ (рис.4).

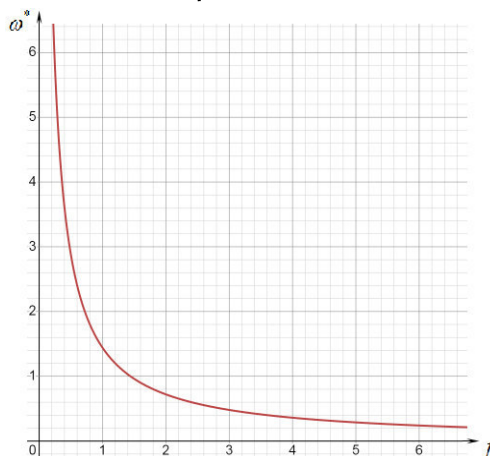


Рис. 4.

Из анализа полученных результатов рис. 3 видно, что с увеличением соотношения жесткостей системы увеличивается частота свободных колебаний балки, а с увеличением длины (рис. 4) частота свободных колебаний уменьшается. Причем, зависимости нелинейные.

Список источников

1. Иванов С.П. Строительная механика. Часть III. Устойчивость, динамика и предельное состояние: курс лекций / С.П. Иванов, О.Г. Иванов. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2010. – 108 с.
2. Леонтьев Н.Н. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник / Н.Н. Леонтьев и др. – М: изд-во АСВ, 1996. – 541 с.
3. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики. Учеб.пособие для вузов / Г.К. Клейн и др. - М: Высшая школа, 1972.

РАСЧЕТЫ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается применение расчетов с учетом физической нелинейности материалов в современной инженерии.

Ключевые слова: физическая нелинейность, нелинейная зависимость, материалы, нагрузка

В современном инженерном проектировании и конструировании материалы часто подвергаются действию высоких механических нагрузок, что приводит к физической нелинейности и изменению их свойств. Расчеты с учетом физической нелинейности материалов являются неотъемлемой частью процесса разработки новых конструкций и технологий, обеспечивая безопасность и надежность эксплуатации.

Физическая нелинейность — это нарушение линейной зависимости между нагрузкой и перемещениями конструкции, вызванное возникновением нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями конструкции в целом или ее элементов.

Для железобетонных конструкций физическая нелинейность вызывается неупругими деформациями бетона и арматуры в элементах и узловых сопряжениях, а также возникновением и развитием в них трещин. Величина физической нелинейности деформирования материалов зависит от уровня и знака возникающих в них напряжений. Для учёта физической нелинейности используются численные методы. Они позволяют задавать деформационные свойства отдельных частей конструкции независимо от остальных элементов.

Физическая нелинейность материалов представляет собой изменение их свойств в зависимости от уровня деформации, напряжения, температуры и других факторов. При расчёте конструкций различают следующие виды нелинейностей: физическая; геометрическая; конструктивная; генетическая (инженерная).

Физическую нелинейность можно записать в виде:

$$\sigma = E\varepsilon - E_1\varepsilon^3 \quad (1)$$

– одна из форм нелинейной (кубической) зависимости, составленная по образцу параболической зависимости Ф. И. Герстена: $\sigma = A_1 \varepsilon - A_2 \varepsilon^3$

Первую константу определяют из условия $A_1=E$, т. е, таким образом, чтобы из (1) при малых деформациях получился закон Гука. Для определения второй константы $A_2=E_1$ можно составить различные условия.

Задача: Рассмотрим напряженно-деформированное состояние двух-стержневой фермы (Рис. 1, а). Пусть двухстержневая система растягивается силой F (тонкой линией показан вид до деформации, пунктирной - после деформации). Найти связь между нагрузкой F и вертикальным перемещением в точке A при учете физической нелинейности. Обозначим усилие в стержнях через N . Геометрическую нелинейность не учитываем, т.е. расчет происходит по недеформированной схеме.

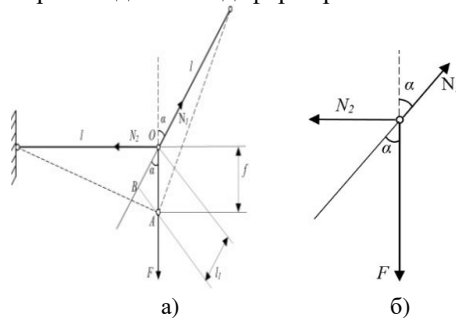


Рис. 1

Составим силовую схему (Рис. 1, б). Составляя условия равновесия, получим:

$$N_1 = \frac{F}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Также $\sigma = \frac{N_1}{A}$ (3), где σ – напряжение, возникающее в стержне, A – площадь сечения стержня.

Относительное удлинение:

$$\varepsilon = \frac{l_1}{l} \quad (4)$$

Подставив формулы 3, 4 в выражение 1 получим:

$$\frac{N_1}{A} = E \frac{l_1}{l} - E_1 \left(\frac{l_1}{l} \right)^3$$

Заменяв продольную силу N_1 , полученным из уравнения равновесия выражением (2), учитывая $l_1 = f \cos \alpha$, получаем:

$$\frac{F}{A \cos \alpha} = E \frac{f \cos \alpha}{l} - E_1 \left(\frac{f \cos \alpha}{l} \right)^3$$

Можно сделать вывод о том, что с увеличением приложенной к системе стержней силы F вертикальное перемещение f увеличивается не по линейному закону.

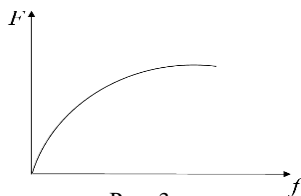


Рис. 3

Построим график зависимости перемещения от степени физической нелинейности. Из (1), учитывая (2), (3) и (4) получим:

$$\frac{E_1}{E} = \frac{1}{\varepsilon^2} - \frac{\sigma}{E\varepsilon^3} = \frac{1}{\varepsilon^2} - \frac{N_1}{AE\varepsilon^3} = \frac{1}{\varepsilon^2} - \frac{F}{\cos \alpha AE\varepsilon^3} = \frac{l^2}{f^2 \cos^2 \alpha} - \frac{Fl^3}{AEf^3 \cos^4 \alpha}$$

Обозначим $\frac{E_1}{E} = k$, $\frac{f}{l} = f_1$, где k – показатель степени физической нелинейности. Тогда:

$$k = \frac{1}{f_1^2 \cos^2 \alpha} - \frac{F}{AEf_1^3 \cos^4 \alpha} = \frac{1}{f_1^2 \cos^2 \alpha} \left(1 - \frac{F}{AEf_1 \cos^2 \alpha} \right)$$

Подставим значения коэффициента в (5), приняв $\alpha = 0^\circ$, $\frac{F}{EA} = 10^{-2}$, построим график зависимости f_1 от k .

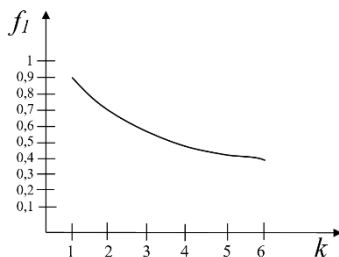


Рис. 4

Вывод: При $k=0$ получаем $E_1=0$, т.е. не учитывается физическая нелинейность при этом $f_1=0.01$, перемещение с учетом физической нелинейности получается больше, чем без учета.

Исходя из графика видно, что с увеличением показателя степени физической нелинейности (k), уменьшается вертикальное перемещение (f_1).

Список источников

1. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. //М., Стройиздат — 1978. — 204 с

Хитров Д.Е., Шлычков С.В.

*Поволжский государственный технологический университет***ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА НА УПРУГО-ДИССИПАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ**

Аннотация. Проведены экспериментальные исследования на образцах из древесины березы по установлению упруго-диссипативных свойств. При этом установлена заметная разница величины логарифмического декремента механических колебаний в зависимости от геометрических размеров образцов. Для проверки достоверности поставленных экспериментов проведен численный анализ динамического поведения образцов. Для проведения динамических расчетов использован программный комплекс ANSYS. С помощью метода конечных элементов построены дискретные модели образцов. В диапазоне низших и средних частот построены амплитудно-частотные характеристики образцов с использованием экспериментально установленных упруго-диссипативных свойств. Установлено хорошее соответствие между результатами эксперимента и решением методом конечных элементов.

Ключевые слова: упругие постоянные, метод конечных элементов, логарифмический декремент колебаний

Введение. Древесина – это распространенный конструкционный материал, который широко используется во многих отраслях промышленности. Однако, можно заметить существенную разницу величины декремента колебаний для одной и той же породы древесины в разных источниках. В этой связи корректное моделирование ее свойств представляется затруднительным. Данная работа ставит своей целью выявление закономерностей влияния геометрических и физических параметров на логарифмический декремент колебаний. В работе рассматриваются образцы, изготовленные из древесины березы, таким образом, что волокна древесины ориентированы вдоль его длины. Они имеют различные типоразмеры: круглое и прямоугольное поперечные сечения, различные диаметры и соотношения сторон (рис. 1, б). Исследовано 13 образцов длиной от 13 до 18 см, массой от 0,6 до 2,3 г, с площадью поперечного сечения от 7 до 20 мм². С помощью методики [1] определены модули упругости и логарифмический декремент колебаний.

Эксперимент. Описание устройства для идентификации упругих свойств и анализа диссипативных характеристик описана в [2]. Для передачи электромагнитного воздействия на образцы из древесины березы

использованы металлические колпачки массой $m = 0,48$ и $0,31$ г. (рис. 1, а), плотно надетые на свободный конец образца. На основе полученных затухающих кривых определена собственная частота колебаний (f_1) и логарифмический декремент δ

$$\delta = \ln\left(\frac{1}{d}\right); d^{k-1} = \frac{A_k}{A_1}. \quad (1)$$

Здесь k – это количество условных периодов затухающих колебаний, в течение которых измеряется декремент. В данном случае $k = 11$. Для оценки упругих свойств (модуль упругости вдоль волокон древесины) использована формула [2]

$$E = \frac{f_1^2 \cdot l^3 \cdot (m + 0,24m_0 l)}{3 \cdot I_z}. \quad (2)$$

Здесь I_z – момент инерции поперечного сечения, m – масса колпачка, m_0 – погонная масса образца, l – длина образца.

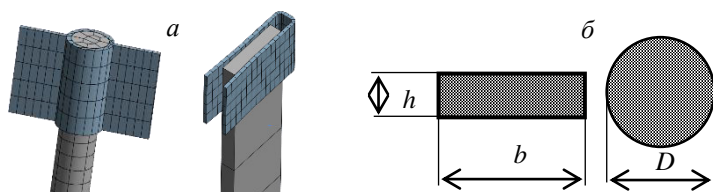


Рис. 1. а) Дискретные модели образца с металлическим колпачком на конце, б) Поперечные сечения образцов с указанием характерных варьируемых размеров: h , b , D .

Для проверки достоверности результатов динамических экспериментов решается задача динамики, определяется спектр собственных частот защемленного одним концом стержня с колпачком на другом конце.

Расчетная модель образца строится на базе метода конечных элементов (МКЭ) с помощью программного комплекса ANSYS (см. рис. 1). Физико-механические свойства древесины учитываются на основе модели ортотропного тела [3]. Для построения КЭ моделей использован объемный КЭ Solid-186. Он способен аппроксимировать пространственные тела сложной конфигурации и имеет 20 узлов с 3 степенями свободы в каждом. В результате было построено несколько дискретных моделей, насчитывающих до 10000 КЭ. Расчетные собственные частоты хорошо согласуются с данными экспериментов. Результаты отражены на рис. 2. Желтым круглым маркером определена группа образцом (8-13) с различными диаметрами, красными большими квадратами

определены образцы (1-4) с прямоугольным сечением и варьируемым основанием, у образцов 5-7 менялась высота прямоугольного сечения.

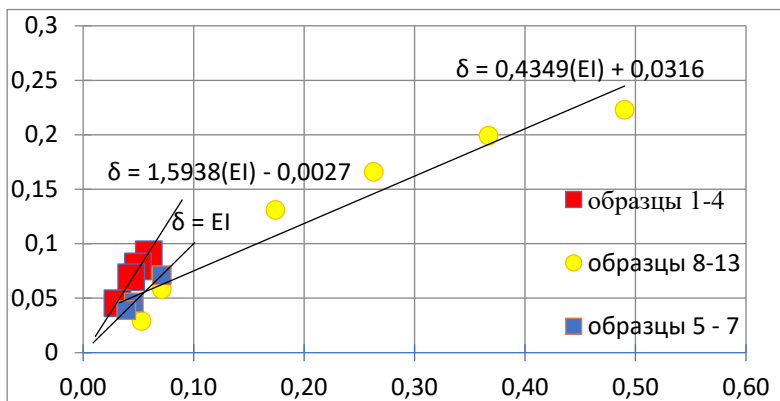


Рис. 2. Зависимость логарифмического декремента колебаний от изгибной жесткости образцов

Анализ результатов позволяет сделать выводы:

- с увеличением размеров поперечного сечения образцов из древесины величина логарифмического декремента колебаний возрастает;
- быстрота возрастания декремента колебаний (характер зависимости) связана с формой поперечного сечения образца.

Наиболее существенные изменения декремента получаются в случае заметного изменения момента сопротивления изгибу при прочих равных условиях. Такие образцы для совершения одного колебания требуют больших энергетических затрат и потери энергии за цикл колебаний получаются больше.

Список источников

1. Патент на изобретение Российская Федерация. Способ определения упруго-диссипативных характеристик древесины [Текст]/ Шлычков С.В.; заявитель и патентообладатель Поволжский гос. технолог. ун-т. – №2715222; заявл. 07.02.2019; зарегистр. в Реестре изобретений 26.02.20.
2. Шлычков С.В, Тарасова О.Г. Идентификация упруго-диссипативных свойств древесины// Вестник Поволжского государственного технологического университета. – 2022, №3 – С. 34-42.
3. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 247 с.

УДК 62.97

Альмухаметов А.А., Григоренко А.Ю.
Научный руководитель: Гусев Д.А., канд. техн. наук
Башкирский государственный аграрный университет

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ЛИСТОВОЙ ДЕТАЛИ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

***Аннотация.** В данной статье приводится пример создания чертежа сложной детали, в программе КОМПАС 3D, выполненной из листового металла. Крышка зернодробилки – диск и кольцо.*

***Ключевые слова:** создание чертежа, листовая деталь, КОМПАС 3D, сложная деталь, моделирование, развертка*

Существует большое количество способов изготовления деталей. Выбор способа зависит от назначения детали, ее местоположения в узле механизма. На выбор способа производства влияет материал, из которого изготовлена деталь. Рассмотрим изделие – крышка и разберем процесс ее изготовления. Крышка состоит из двух деталей диск и кольцо, соединенных между собой с помощью точечной сварки.



Рис. 1. Диск крышки и кольцо изготовлены из листового материала

Листовой металл - это металл в виде листов и широких полос, которые изготавливаются методом прокатки. Он может быть изготовлен из различных типов металлов: латунь, сталь и т.д. Конструкция изделий из листового металла имеет свои ограничения, но использование этого конструкционного материала имеет достаточно много преимуществ, чтобы превзойти недостатки. Финальный вид изделия достигается, пу-

тем гибки, резки или сварки, если это необходимо для получения окончательной формы.

Для создания чертежа данной детали необходимо было понять, как она изготавливалась. Обычно процесс изготовления начинается с заготовки листового металла, на которой производят вырезание технологических отверстий и форм металла с помощью штамповки или пресс-ножниц. Затем листовой металл сворачивают в кольцо и делают сгиб в верхней части, используя ротационную вытяжку. Однако, возможны и другие способы изготовления.

Листовые модели имеют интересную особенность - поскольку большинство элементов модели получены, с помощью гибки, саму деталь можно разогнуть и получить развертку.

Чертежи деталей выполнялись в программе КОМПАС 3D. Процесс создания чертежа в программе Компас 3D начинается с выполнения булевых операций над объемными элементами детали. Необходимо также определить расстояние от края листа до места, где будет проходить ребро изгиба нижней части детали (кольцо).

Чтобы создать сложную форму детали, необходимо выполнить развертку листового сгиба и вычислить расстояние в высоту, которое нужно добавить. Это можно сделать с помощью сгиб - развёртки, которая позволяет узнать дополнительное расстояние для производства обкатки.

Моделирование листовой детали начинается с создания листового тела - первого элемента детали. Затем к нему добавляются все остальные элементы, такие как сгибы, выступы и лапки, в которых в дальнейшем можно формировать отверстия и вырезы

Перед построением листового тела необходимо создать эскиз, определяющий его форму. Листовое тело формируется путем выдавливания эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

В дальнейшем мы можем проводить различные операции с готовой крышкой, такие как нанесение краски, приварка ручек, нанесение условных обозначений для установки данной крышки.

Особенность в том, что при выполнении чертежа листовой детали, выполненной в программе КОМПАС 3D, необходимо учитывать особенности конструкции окончательной детали. И так как, функционал программы КОМПАС 3D не позволяет выполнить развёртку детали, имеющей элементы ротационной вытяжки, требуется дополнительные построения

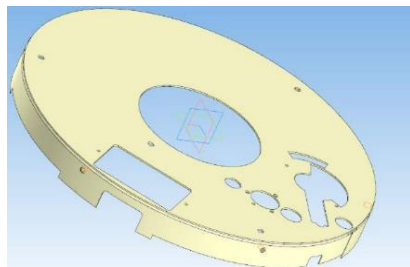


Рис. 2. Полученный результат

Для того чтобы выполнить полноценный чертеж детали, потребовалось выполнить две 3D модели детали кольцо для крышки.

Список источников

1. Тархова Л.М. Создание и применение в учебном процессе интерактивных информационно-справочных и учебных материалов// В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. 2012. С. 110-111.
2. Тархова Л.М. Проектирование и компиляция электронных информационно- справочных материалов по инженерной графике// Информационные технологии моделирования и управления. 2005. № 7 (25). С. 950-955.
3. Тархов С.В., Тархова Л.М. Нанесение размеров на чертежах//электронное учебное пособие по инженерной графике по материалам ГОСТ 2.307-68 "Нанесение размеров и предельных отклонений" / Уфа, 2011.
4. Неговора А.В., Ахметьянов И.Р., Гусев Д.А. Исследование влияния формы на прочностные характеристики композитных баллонов для сжатого природного газа //Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (56). С. 117-124.

Бахарева Е.В., Галкина М.В.

Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЗАВИСИМОСТЬ ВИДА КОНИЧЕСКИХ СЕЧЕНИЙ ОТ УГЛА НАКЛОНА СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ

Аннотация. Рассматриваются конические сечения в зависимости от угла наклона секущей плоскости и их практическое применение при решении задач начертательной геометрии.

Ключевые слова: конус, гипербола, парабола, эллипс, окружность, пара прямых

Вид конических сечений зависит от угла наклона секущей плоскости к оси вращения [1] и ее положения относительно плоскостей проекций. Если секущая плоскость (рис.1):

- горизонтальная плоскость уровня и $\beta=90^\circ$, то в сечении – окружность;
- проходит через вершину конуса и $\beta < \alpha$, то в сечении - пара прямых;
- фронтально - проецирующая плоскость, не проходящая через вершину конуса, $\beta > \alpha$, то в сечении - эллипс;
- параллельна одной из образующих конуса и $\beta=\alpha$ то в сечении - парабола;
- горизонтально-проецирующая плоскость, не проходящая через вершину конуса, и $\beta=0^\circ$, то в сечении - гипербола.

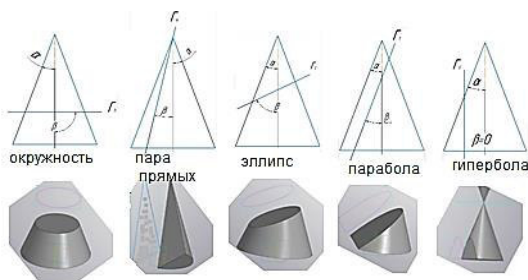
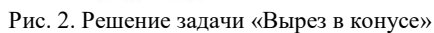


Рис. 1. Зависимость вида сечения конуса от угла наклона секущей плоскости конуса (где α - угол наклона между образующей и осью вращения конуса, β – угол наклона между секущей плоскостью и осью вращения)



61

Кроме того, знания конических сечений применяются и при решении задач «Вырез в конусе», которые могут содержать в себе сразу несколько таких кривых. В данной задаче вырез в конус фактически образован призматической поверхностью, грани которой являются секущими плоскостями. Для решения задачи нужно набрать необходимое количество опорных и промежуточных точек на каждой грани, задающей вид. Затем установить недостающие проекции этих точек на других плоскостях проекций. После определения видимости задача считается решенной.

В данной статье на примере рассмотренной задачи, представленной на рис. 2, заданы все 5 возможных конических сечений в вырезе конуса.

Выводы. Угол наклона секущей плоскости оказывает влияние на форму конических сечений: окружность, пара прямых, эллипс, парабола, гипербола. Конические сечения применяются при решении практических задач. Рассмотрение нашей задачи может стать полезным при решении подобных задач.

Список источников

1. Зеленин Е.В. Курс начертательной геометрии с задачами и упражнениями. / Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. - 392 с.

УДК 004.92

Бачурина И.А.

Научный руководители: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК СТАНДАРТНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ ДЕТАЛИ «ВАЛ» В КОМПАС 3D

Аннотация. В статье рассматривается процесс создания конструктивных элементов вала с использованием библиотек стандартных конструктивных элементов в КОМПАС-3D.

Ключевые слова: КОМПАС 3D, конструктивные элементы, библиотеки стандартных элементов

Библиотеки стандартных конструктивных элементов в КОМПАС-3D представляют собой наборы уже готовых моделей и элементов, которые часто используются при проектировании различных изделий. Эти библиотеки содержат разнообразные элементы, такие как винты, гайки, пружины, профили, крепежные детали и другие стандартные конструктивные элементы.

Основная цель библиотек стандартных элементов - облегчить работу и ускорить процесс создания моделей, предоставляя пользователю возможность быстро вставлять готовые элементы в свои проекты. Вместо того чтобы каждый раз создавать один и тот же элемент заново, пользователь может воспользоваться библиотекой и выбрать нужный элемент из списка.

Кроме того, библиотеки стандартных конструктивных элементов позволяют создавать более точные и удобные для использования модели. Так, например, при использовании стандартного винта из библиотеки пользователь может быть уверен, что размеры и параметры этого винта верны, что важно для дальнейшей сборки и работы с моделью.

В целом, библиотеки стандартных конструктивных элементов в КОМПАС-3D помогают проектировщикам и инженерам экономить время, упростить процесс создания моделей и улучшить качество работ.

При создании детали «Вал» можно воспользоваться библиотеками для моделирования таких конструктивных элементов как отверстия, канавки, шпоночные пазы и т.д.

Рассмотрим использование библиотек стандартных конструктивных элементов на примере создания центрального отверстия.

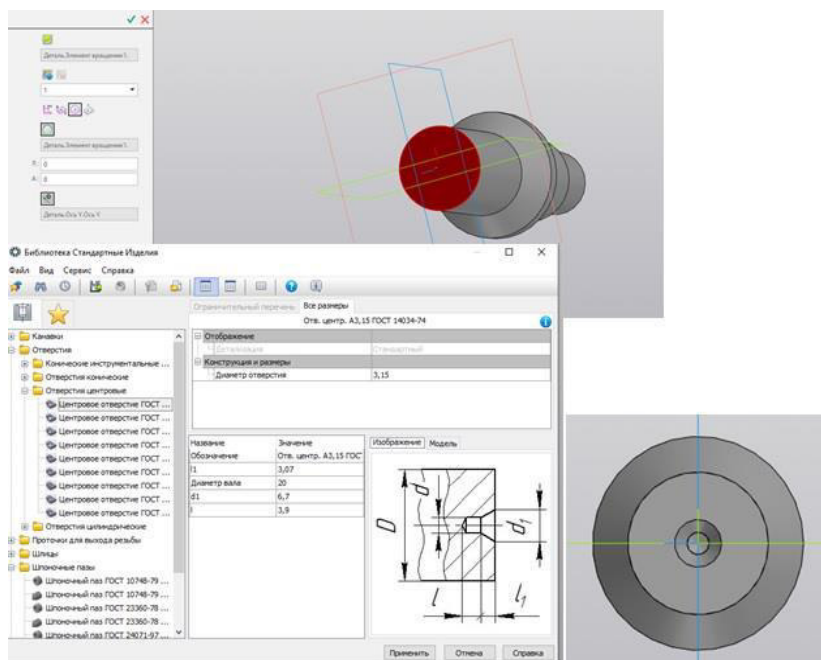


Рис. 2. Создание центрального отверстия

После этого необходимо выбрать поверхность, на которой будет отверстие и выбрать нужный диаметра отверстия, остальные размеры проставлять не нужно, т.к. это стандартный элемент (рис.2). Нажимаем кнопку «Применить», на выделенной поверхности вала появляется отверстие.

Таким образом можно добавить любой стандартный конструктивный элемент, который есть в библиотеках КОМПАС-3D.

Список источников

1. Приемы работы в КОМПАС 3D // режим доступа https://kompas.ru/source/info_materials/

Белокуров А.С., Утяганов Ю.И.

Научный руководитель: Тархова Л.М., канд. техн. наук, доцент
Башкирский государственный аграрный университет

РЕИНЖИНИРИНГ ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D СКАНИРОВАНИЯ

***Аннотация.** Проведен анализ получения чертежей для реинжиниринга детали различными способами и сравнение качества полученных чертежей.*

***Ключевые слова:** реинжиниринг, 3D сканирование, чертеж*

Актуальность темы направлена в первую очередь на реализацию потенциалов по импортозамещению всевозможных деталей и узлов техники на территории России. Исполнение проекта позволит добиться производства и разработки изделий для удовлетворения потребительского спроса на детали из полимерных материалов для различной техники, которые более недоступны на территории РФ, с помощью технологий реверс-инжиниринга.

Для более подробного раскрытия темы, была поставлена задача, выполнить реинжиниринг крышки зерновой мельницы. Провести 3D сканирование крышки, и соответственно получить чертеж в программе Компас 3D.

Реверсивный инжиниринг деталей представляет собой разработку конструкторской документации на основе готового образца изделия и последующее воспроизведение изделия. Задачей реверс-инжиниринга оборудования является максимально быстрое получение технической документации, по которым будет начато производство какого-либо изделия.

Рассматриваются 5 этапов реинжиниринга.

1 этап. Предоставление изделия и информации о нем. Выполняется анализ детали, определяется его форма и материал. Деталь – крышка, получена литьем из пластмассы.

2 этап. Для усовершенствования деталей, необходимо знать параметры изделия. Предлагается 2 типа замера параметров:

- классический при помощи стандартных измерительных инструментов.

- 3D сканирование с последующей обработкой специализированным программным продуктом, в нашем случае - ручной сканер Artec Eva Lite 3D.

3 этап. Разработка чертежей, по которым создается рабочий прототип.

4 этап. Создание рабочего прототипа, чтобы в реальных условиях испытать его возможности, и иметь возможность доработки.

5 этап. Разработка документации и чертежей.

Рассмотрим основные области применения 3D-сканирования и реинжиниринга.

1. Улучшение существующих деталей

Цель реинжиниринга - использование оцифрованных деталей для создания новых и улучшенных вариантов вместо их простого воспроизведения.

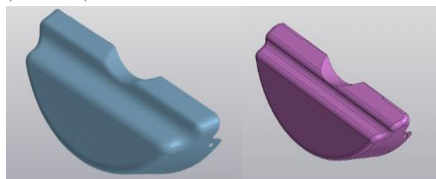
2. Создание совершенно новых деталей

Инструментом для реинжиниринга деталей является 3D сканирование. Детали сложной формы могут иметь множество изгибов, углов и участков разной геометрии, что делает их трудными для точного измерения и реконструкции. 3D-сканеры обеспечивают высокую точность сканирования, позволяя получить детальное и точное представление о сложной форме детали.

Деталь крышка тонкостенная, имеет внутреннюю полость, большое количество радиусов перехода. Для создания чертежа детали необходимо создать трехмерную модель.

Выполним сравнительный анализ чертежей детали крышка, полученной путем замера с использованием классических мерительных инструментов, а также выполненных с использованием 3D сканера.

В процессе работы, сделано множество сканов детали, с разных сторон, с разных ракурсов, чтобы в последующем обработать каждый скан и соединить в единое целое.



3D модель детали

а) получена сканированием, б) с использованием мерительных инструментов

Для сканера предусмотрена программа Artec Studio. В этой программе совмещаются между собой отсканированные сохраненные варианты. Для упрощения работы в плане совмещения различных сканов, воспользовались специальными маркерами для 3D сканирования. Совмещенный вариант, уже был отредактирован в этой же программе, были сглажены шумы, неровности.

В дальнейшем крышка, была перенесена в Компас 3D, где соответственно были получены чертежи.

Проведя сравнение чертежей детали, полученной с 3D модели различными способами, можем утверждать, что модель, полученная сканированием, имеет минимальное количество погрешностей, в отличии от модели, полученной классическим замером.

Заключение.

1. В результате сканирования получена точная модель детали, учитывающая все конструктивные особенности.

2. Выполнено сравнение, трехмерной отсканированной модели и модели путём ручного замера.

3. Получен чертёж отсканированной модели.

4. Деталь, полученная сканированием, наиболее полно отображает конструктивные особенности детали сложной формы.

Исходя из всего перечисленного можно сделать вывод, что 3D сканирование актуально для деталей сложной формы, оно обеспечивает более точный контур сложного изделия, имеющего большое количество переходов, радиусов и внутренней полости.

Список источников

1. Тархова Л.М. Создание и применение в учебном процессе интерактивных информационно-справочных и учебных материалов// В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. 2012. С. 110-111.

2. Тархов С.В., Тархова Л.М. Нанесение размеров на чертежах//электронное учебное пособие по инженерной графике по материалам ГОСТ 2.307-68 "Нанесение размеров и предельных отклонений" / Уфа, 2011.

3. Неговора А.В., Ахметьянов И.Р., Гусев Д.А. Исследование влияния формы на прочностные характеристики композитных баллонов для компримированного природного газа //Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (56). С. 117-124.

Булдакова Ю.М., Богатырева С.А.
Поволжский государственный технологический университет

АНИМАЦИЯ РАБОТЫ ПРУЖИНЫ В КОМПАС-3D

Аннотация. В статье описываются приемы работы в приложении «Механика: Анимация» системы трехмерного проектирования КОМПАС-3D на примере моделирования процесса растяжения-сжатия пружины.

Ключевые слова: моделирование процессов, компьютерная графика, анимация, твердотельное моделирование, сборка, система КОМПАС-3D

В современные системы автоматизированного проектирования (САПР) интегрированы приложения, библиотеки и утилиты, которые упрощают задачу конструктора по разработке проектов любой сложности. В среде проектирования КОМПАС-3D имеется приложение «Механика: Анимация», основная задача которого создание видеороликов для наглядного представления принципов работы или сборки механизма.

Перед началом работы в системе КОМПАС-3D требуется подключить приложение «Механика: Анимация» [1]. Для этого во вкладке «Приложения» выбираем пункт «Конфигуратор». В появившемся окне из списка компонентов выбираем «Механика» → «Механика: Анимация» → «Подключить». Для работы с Анимацией необходимо открыть документ КОМПАС-3D – трехмерную модель сборки (*.a3d). Анимация не работает с другими документами системы.

Первым делом в документе «сборка» необходимо создать параметрическую модель пружины (рис.1). При построении эскиза поперечного сечения проволоки ставим управляющий размер диаметра d , численные значения при этом могут быть любыми. Признаком управляющего размера является прямоугольная рамка вокруг его значения, а соответствующие размерам имена переменных отображаются под размерными линиями. С помощью команды «Спираль цилиндрическая» создаем кривую, указав способ построения «По числу витков и шагу» в поле «Число витков» вводим значение n , в поле «Шаг» – p , «Диаметр» – D . Для выдавливания сечения проволоки по созданной пространственной кривой, воспользуемся командой «Элемент по траектории».

Теперь изменяя хотя бы одно из значений входного параметра n , p , D будет изменяться форма осевой линии пружины, значение параметра

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Сборка (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-1)				
n	3	4		количество витков
p	5	5		шаг пружины
d	2	2		диаметр проволоки
D	12	12		диаметр пружины
▶ Начало координат				
▶ Деталь				
▶ Сопряжения				
▼ Смещенная плоскость:1				
v38		0	Исключить	
v39	$n \cdot p + d$	17	Расстоян...	
▶ Сечение 1				
▶ Сечение 2				

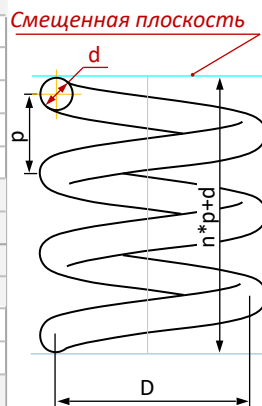


Рис. 1. Фрагмент панели переменных в сборке

d – размер сечения. Для перестроения модели пружины требуется обратиться к команде «Перестроить» или нажать клавишу «F5».

При моделировании сборки требуется, используя команду «Смещенная плоскость», создать вспомогательную плоскость, расположенную на расстоянии, которое определяется выражением: $n \cdot p + d$, от базовой плоскости XY. С помощью команды «Сечение» выполним отсечение части детали плоскостями: XY и «Смещенная плоскость:1».

На основании полученной трехмерной модели разрабатывается анимация процесса растяжения-сжатия пружины (рис.2) и создаётся видео-

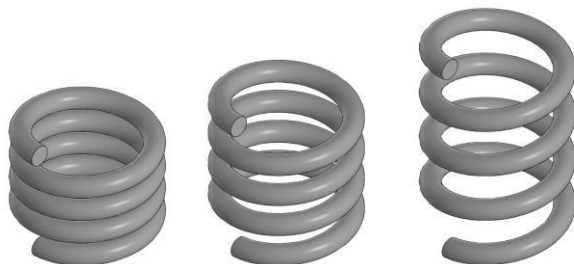


Рис. 2. Анимация процесса растяжения-сжатия пружины

файл для просмотра. Для этого понадобится изменение всего одной переменной p , а сам сценарий анимации будет включать в себя два шага: «Шаг №1» – растяжение, «Шаг №2» – сжатие.

В открывшемся окне «Механика: Анимация» (рис.3) всегда присутствует «Шаг №1», для создания очередного шага анимации необходимо выполнить команды меню «Шаг» → «Добавить шаг». На каждом шаге анимации необходимо выбрать переменную p для начала работы с переменной, необходимо выбрать команды меню «Компоненты и переменные» → «Выбрать переменную». Появится окно выбора переменных. Интервал изменения переменной и время деформации необходимо откорректировать на каждом шаге, используя команды меню: «Параметры» → «Переменные» → «Редактировать параметры».

После создания сценария анимации можно воспроизвести работу пружины. Для этого надо выполнить команду меню «Воспроизведение». На экране появится управляющая панель с кнопками «Пуск» («▶»), «Стоп» («■»), «Пауза» («||») и «Создавать видеоролик» («●»). Функция записи позволяет записать анимацию в видеофайл, доступный для просмотра в видеопроигрывателе без использования среды Компас-3D.

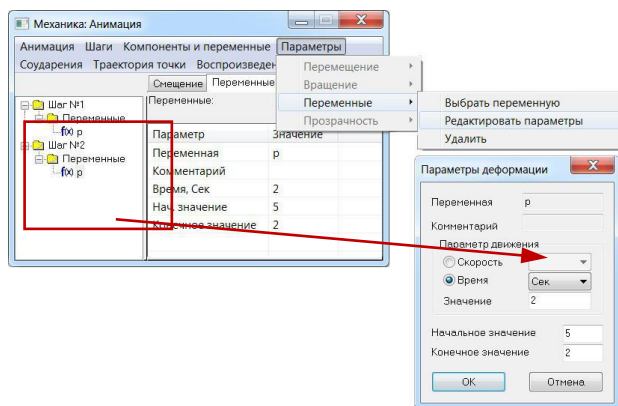


Рис. 3. Сценарий анимации работы пружины

Список источников

1. Механика: Анимация. Инструкция по работе [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/1200009490?section=status> (дата обращения 01.04.2024)

Булдакова Ю.М., Винокуров Д.А.
Поволжский государственный технологический университет

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СБОРКА В КОМПАС-3D

Аннотация. Рассматривается пример построения параметрической сборки деревянной лестницы-стремянки в учебной версии КОМПАС-3D v21. Раскрываются параметрические возможности CAD-системы как на уровне деталей, так и на уровне сборки.

Ключевые слова: компьютерная графика, параметризация, твердотельное моделирование, сборка, система КОМПАС-3D

В настоящее время CAD-системы широко используются для решения различных практических задач, например, при изготовлении изделий из пиломатериалов, к которым, казалось бы, современные машиностроительные системы автоматизированного проектирования (САПР) мало применимы. Для демонстрации того, как универсальная машиностроительная САПР эффективно применяется для решения задач в столярном деле, и как при этом могут использоваться ее параметрические возможности, рассмотрим пример моделирования деревянной лестницы-стремянки в системе КОМПАС-3D (рис. 1). Отметим, что данная статья посвящена именно моделированию и параметризации, и не является пособием по проектированию деревянных конструкций.

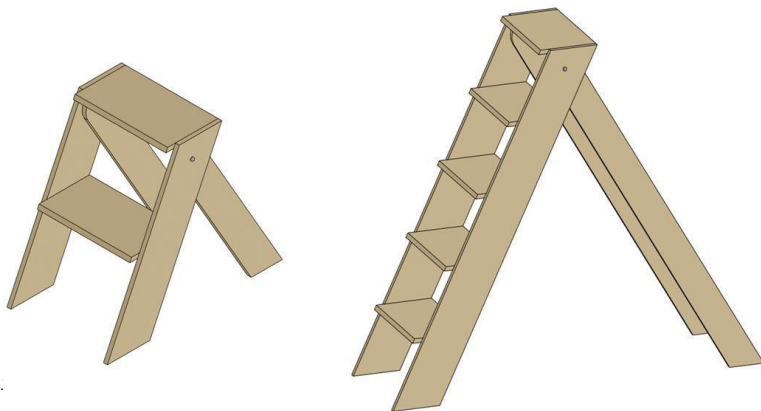


Рис. 1. Параметрическая сборка лестницы-стремянки в КОМПАС-3D v21

Перед созданием сборки [1] в системе КОМПАС-3D необходимо построить параметрические модели типовых деталей, из которых состоит конструкция лестницы (рис.2): тетивы, опоры и ступени.

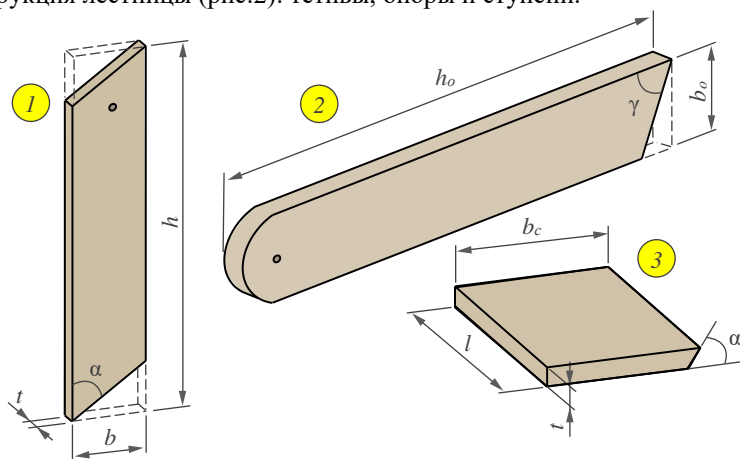


Рис. 2. Параметры комплектующих лестницы-стремянки
1 – тетива, 2 – опора, 3 – ступень

Создавая эскиз деталей ставим управляющие размеры для этого на панели быстрого доступа активируем «Параметрический режим» и при нанесении размеров задаем соответствующие значения, например, h и b , которые будут управлять длиной и шириной доски тетивы, численные значения могут быть любыми. При использовании команды «Элемент выдавливания» выбираем способ определения глубины выдавливания «На расстоянии» и вводим новую переменную t , которая будет управлять толщиной доски. Применяя команду «Сечение», создадим уклон тетивы и опоры через переменные α и γ , соответственно. Признаком управляющего размера является прямоугольная рамка вокруг его значения, а соответствующие размерам имена переменных отображаются под размерными линиями. Далее источником значений переменных в моделях деталей будут служить ссылки на значения переменных в сборке, что позволит, изменяя параметры сборки, изменять параметры деталей, входящих в эту сборку.

Далее начинается формирование сборки из ранее подготовленных деталей. Сразу после вставки компонента в сборку его ориентация системы координат совпадает с ориентацией системы координат сборки. Пользователю доступны разнообразные команды, позволяющие позиционировать компонент в сборке и связать его с другими компонентами.

Для точного указания взаимного положения компонентов задается сопряжения между гранями, ребрами, плоскостями: совпадение, параллельность, на расстоянии.

При моделировании сборки требуется создать массивы ее компонентов: вдоль кривой, по сетке. Изменение количества копий и расстояний между ними осуществляется при помощи переменных: n , c , l и t .

Для управления параметрами лестницы-стремянки в сборке создаем такой же набор переменных, как и в моделях комплектующих. В таблице «Панели переменных» задаем выражения для размеров (рис.3). Вводим зависимости одних параметров от других, например,

$$h = (n * c) / \text{сind}(\alpha) + b / \text{tand}(\alpha), \tag{1}$$

где n – количество ступеней, c – высота шага лестницы, α – угол подъема, сind и tand – функции синус и тангенс, соответственно, с аргументом в градусах.

Теперь изменяя хотя бы одно из значений входного параметра n , c , b , α будет изменяться длина доски тетивы h в соответствии с формулой (1). Для перестроения модели сборки требуется обратиться к команде «Перестроить» или нажать клавишу «F5».

	Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Сборка (Тел-0, Сборочных единиц-0, Деталей-8)					
	n	2	2		количество ступеней
	c	500	500		шаг ступеней
	b	250	250		ширина доски
	t	25	25		толщина доски
	a	35	35		угол наклона тетивы
i	h	(n*c)/сind(a)+b/tand(a)	1395.82..		длина доски

Рис. 3. Фрагмент панели переменных в сборке

Таким образом, параметрическое моделирование обеспечивает возможность вариантного проектирования в сжатые сроки, а также позволяет обнаружить ошибки на ранних стадиях проектирования и оперативно внести необходимые изменения.

Список источников

1. ГОСТ 23887-79 Сборка. Термины и определения [Электронный ресурс]. – <https://docs.cntd.ru/document/1200009490?section=status> (дата обращения 01.04.2024)

Гаевой Е.И.

Научный руководитель: Гусев Д.А., канд. техн. наук
Башкирский государственный аграрный университет

КОНФИГУРАЦИИ КПП РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Аннотация. Статья посвящена сравнению различных видов КПП на отечественных авто. Целью исследования является компоновка деталей к наиболее подходящему агрегату.

Ключевые слова: сравнительный анализ, замена, поиск решений, трансмиссия, модель агрегата, процесс

Одной из составных частей автомобиля является коробка переключения передач (КПП). Ее предназначение – преобразование крутящего момента с двигателя на колеса, а также выполнение функции отбора мощности для других агрегатов. Это позволяет обеспечить оптимальную силу тяги и скорость движения автомобиля. Кроме того, коробка помогает разъединять коленчатый вал двигателя от ведущих колес, что обеспечивает холостой ход автомобиля или его полную остановку.

В настоящее время, в связи с нарушениями логистических связей, возникают сложности с поставками КПП на производство автомобилей. Следовательно необходимо находить выход из сложившейся ситуации различными способами.



Рисунок 2 Вариатор Jatco

На автомобиле Lada Granta, устанавливался КПП (Япония), но в настоящее время их поставки были прекращены, а на такую конфигурацию был спрос у потребителя. В сложившейся ситуации имеются 2 возможных варианта решения данной проблемы.

Первый вариант - организовать производство таких же изделий: будет создан надежный агрегат отечественного производства, но производство и разработка займут много времени и потребуют больших финансовых вложений.

Второй вариант - замена имеющимися: затраты минимизированы, ускоренный выпуск автомобилей в этой компоновке, но имеется вероятность несовместимости конфигураций изделия.



Рисунок 3. Вариатор WLY(WanLiYang) и вариатор от Opel

В качестве примера рассмотрим КПП WLY(WanLiYang) и вариатор от Opel, показанные на рис. 2. Они отличаются своими размерами и габаритами. Рассмотрим возможность замены предлагаемыми КПП (вариатор Jatco), тем самым решим главную проблему, предложим решения и сделаем выводы.

Главная проблема – совпадение присоединительных и установочных размеров. Предлагается:

- 1) Создать 3D модель агрегатов, в том числе габаритные.
- 2) Создать 3D модель пространства, куда устанавливается КПП.
- 3) Разработать комплект переходных/сменных деталей.

Проанализировав характеристики рассматриваемых КПП, наиболее подходящим оказался китайский вариатор WLY(WanLiYang) модели CVT18. Он прошел определенные доработки под автомобили модельного ряда ВАЗ, опытные образцы уже вышли с конвейера. Ресурс и надежность данной КПП зарекомендовала себя на рынке китайского автопрома.

Таким образом, замена имеющимися агрегатами значительно упрощает и ускоряет процесс автоматизации и разработки новых конфигураций, помогая инженерам в кратчайшие сроки внедрять наиболее подходящие и надежные механизмы.

Список источников

1. Неговора А.В. Применение теплоносителя смешанного типа для повышения эффективности тепловой подготовки автотракторной техники [Текст] / Неговора А.В., Гусев Д.А. // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 16-4. С. 196-198.
2. Tarkhova L., Tarkhov S., Gusev D., Akhmarov R., Talypov M., Urmanov V. Digital technologies in the training of engineering personnel for the agro-industrial complex//В сборнике: II International Conference “Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology” (VMAEE-II-2023). New York, 2023. С. 20042.
3. Тархова Л.М. Компьютерная графика в проектировании деталей и узлов сельхозтехники [Текст] / Тархова Л.М. // В сборнике: Инновационно-промышленный салон. Ремонт. Восстановление. Реновация. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Башкирский государственный аграрный университет. 2011. С. 39-41.
4. Тархова Л.М. Проектирование и компиляция электронных информационно- справочных материалов по инженерной графике //Информационные технологии моделирования и управления. 2005. № 7 (25). С. 950-955.
5. Ахметьянов И.Р., Гусев Д.А., Ибрагимов Р.Р. Проектирование топливных ёмкостей сложной формы из композитного материала Journal of Advanced Research in Technical Science. 2021. № 24. С. 83-85.
6. Gusev D.A., Valiev A.R., Urmanov V.G., Kim A.B. Application of modern software products for research of the process of thermal preparation of autotractor equipment//Journal of Advanced Research in Technical Science. 2019. № 16. С. 82-86.
7. Никитин Е.В., Безденежных В.А., Галлямов Ф.Н., Тархова Л.М. Создание цифровых двойников производства//В сборнике: Студент и аграрная наука. материалы XV Всероссийской студенческой научной конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет» Совет молодых ученых университета. 2021. С. 85-89.

Гилязов Д.Т.
Научный руководитель: Веденькин Д.Н., преподаватель
Высший колледж "Политехник"

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ 3D СБОРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИЙ ГИБКИХ УЗЛОВ В SOLIDWORKS

Аннотация. В статье дан обзор создания трёхмерной сборки с использованием гибких узлов.

Ключевые слова: трёхмерные сборки, система автоматизированного проектирования, SolidWorks, узлы, способы сборки, компоненты

Современное высокотехнологичное производство подразумевает под собой применение САПР. Использование данных систем в производстве ускоряет процессы проектирования и создания конструкторской документации. Не смотря на это, процесс проектирования при наличии большого числа компонентов в сборке, остаётся всё также трудоёмким, а поиск рациональных методов всё также актуальным.

В программе SolidWorks есть функции: "Копировать сопряжения" и "Гибкий узел", которые позволяют в разы ускорить и оптимизировать процесс сборки узлов и компонентов. Рассмотрим данные функции на примере трёхмерной сборки "Блок двигателя - V12"(рис. 1). Предварительно создав узел шатунно-поршневой группы двигателя (рис.2), переместим его в главную сборку: Блок двигателя V12(рис. 3).

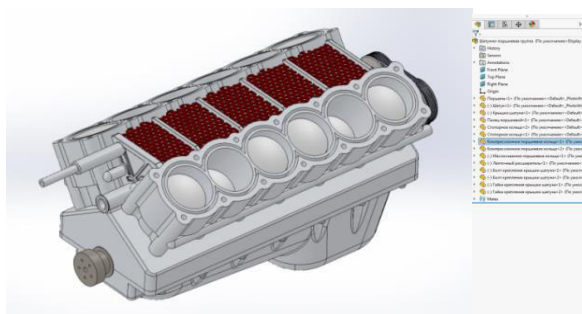


Рис. 1. Блок двигателя V12

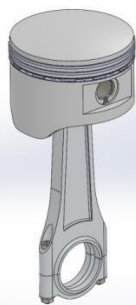


Рис. 2. Создание узла

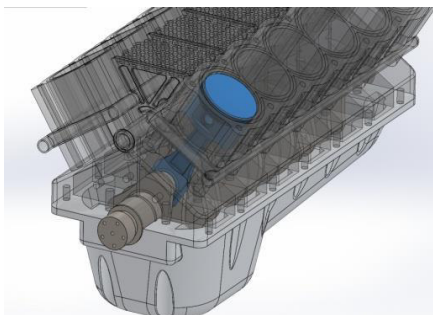


Рис. 3. Перемещение узла

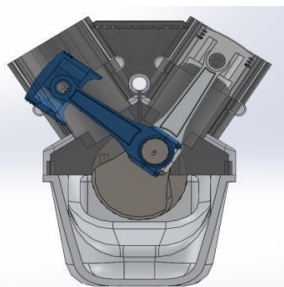


Рис. 4. Расположение узла

При создании сопряжения для одного узла "Шатунно-поршневая группа" возникает проблема, при которой невозможно разместить остальные узлы в правильном положении относительно отверстий блока цилиндров (рис. 4), а в дальнейшем и создать сборочный чертёж (имеющий ассоциативную связь с главной сборкой).

Данная проблема является следствием неподвижного узла в контексте главной сборки. Для её решения в дереве конструирования нужно выбрать узел, показанный на (рис. 5).

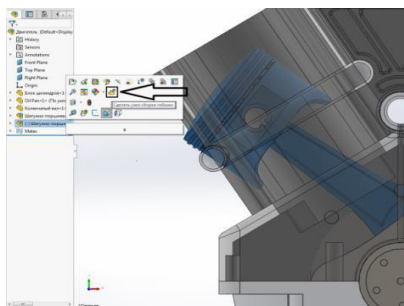


Рис. 5. Создание гибкого узла

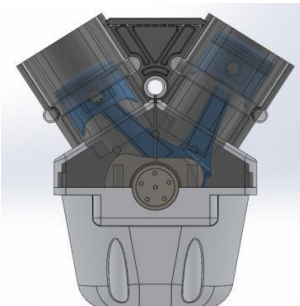


Рис. 6. Гибкий узел в сборке

В появившемся окне выберем функцию "Сделать узел сборки гибким". После этого, добавим сопряжение, обеспечивающее соосность между отверстием детали "Блок цилиндров" и узлом "Шатунно-поршневая группа" (рис. 6).

Дальнейшее распространение узлов в главной сборке предполагает под собой использование функции "Линейный массив". Но недостатком данной функции является тот факт, что дочерние компоненты массива

выполняют синхронное перемещение вслед за родительским узлом (рис.7).

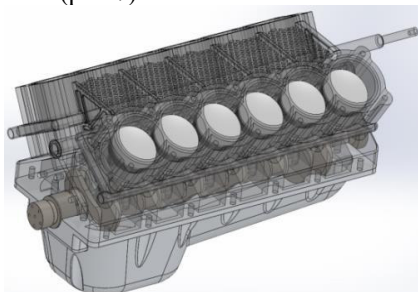


Рис. 7. Линейный массив узла

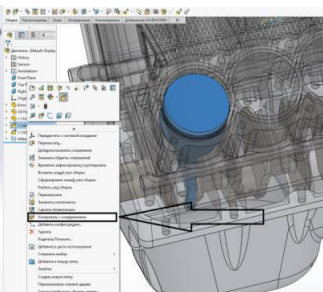


Рис. 8. Копирование сопряжений

Для её решения так же выберем в дереве конструирования узел "Шатунно-поршневая группа" и используем функцию "Копировать с сопряжениями"(рис.8). Затем, выбрав круглые поверхности подсорбки - "Шатунно-поршневая группа", узел выставляется в нужное положение (рис. 9).

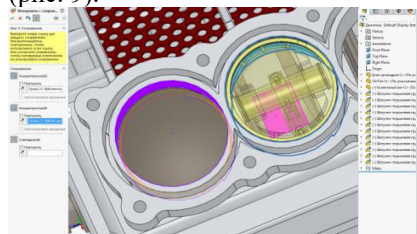


Рис. 9. Алгоритм выбора сопряжений

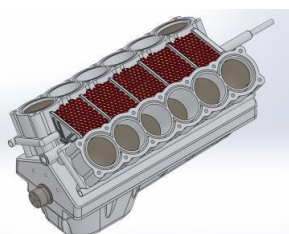


Рис. 40. Итоговый результат

Таким же способом располагаем оставшиеся узлы в главную сборку (рис. 10).

Данную сборку можно было создать, используя и другие способы, но описанный способ позволяет быстро и эффективно разместить узлы с правильным функционалом и геометрическим расположением.

Благодаря функциям: "Копировать сопряжения" и "Гибкий узел", мы получили сборку, с помощью которой можно создать ассоциативный сборочный чертёж.

Список источников

1. Sham T. SolidWorks for Designers, 14th Edition
Издательство: CADCIM Technologies, 2016г.-1715 стр.

Гусева Н.А.

Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ «КОРПУС» В КОМПАС 3D

***Аннотация.** В данной работе выполнено сравнение способов создания 3D модели детали в Компас 3D V23 с целью выявления наиболее эффективного.*

***Ключевые слова:** 3D модель, способы моделирования*

С развитием информационных технологий и программного обеспечения для проектирования, инженеры стали использовать компьютерные программы для создания электронных чертежей и моделей. Это значительно упростило и ускорило процесс проектирования, а также позволило легче вносить изменения в проекты. Современные инженеры должны обладать навыками работы с CAD и другими специализированными программами для создания качественных конструкторских документов.

Целью работы является выявление эффективных способов построения 3D модели детали «Корпус» в КОМПАС 3D.

Для достижения поставленной цели были определены **задачи**:

- 1) проанализировать формы заданной детали (рис. 1);
- 2) создать модель детали различными способами построения;
- 3) сравнить эффективность каждого способа и выявить наименее трудоемкий.

Форма данной детали «Корпус» составная: в основании – цилиндрическая поверхность с двумя параллельными срезами и двумя сквозными цилиндрическими отверстиями, второй уровень детали – восьмигранная призма. Через центр детали проходит ступенчатое сквозное цилиндрическое отверстие: верхняя ступень диаметром 18 мм и глубиной 25 мм, нижняя – 10 мм. Ребра жесткости представлены в форме треугольных призм.

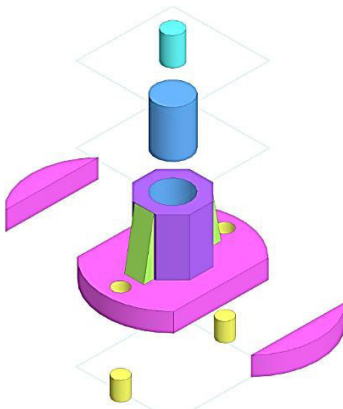
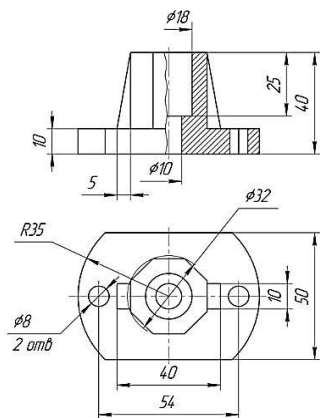


Рис.1. Анализ геометрических форм по исходным данным

Сравнение способов. По ходу работы получилось выделить 2 способа создания модели «Корпус», используя операции «выдавливание» и инструменты «геометрия» в КОМПАС 3D, представленные на рисунках 2 и 3, соответственно.

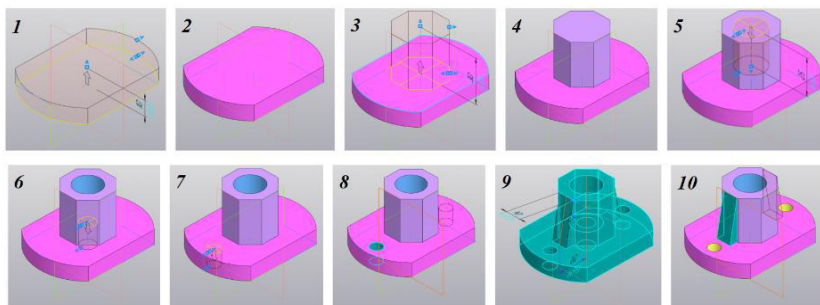


Рис.2. Способ первый

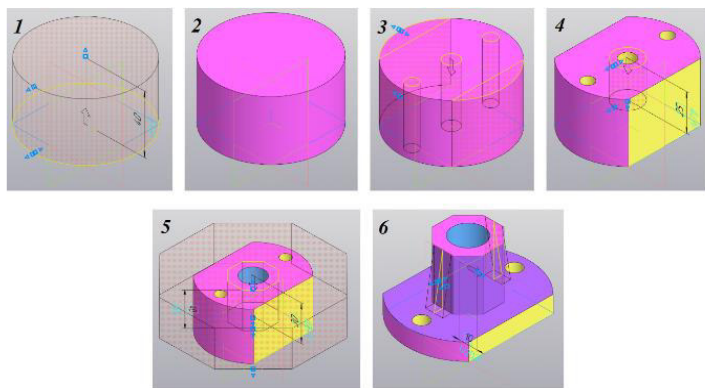


Рис.3. Способ второй

Выводы. Когда речь идет о создании моделей, особенно сложных и подробных, выбор правильного алгоритма построения играет важную роль. Это позволяет сэкономить время и усилия, одновременно обеспечивая высокое качество получаемых результатов. Таким образом, после анализа алгоритмов построения моделей и рассмотрения различных критериев, можем уверенно сказать, что второй способ является наиболее удобным и эффективным для создания модели детали «Корпус» в КОМПАС 3D.

УДК 621.88.082

Корюкин М.И., Ломакина Е.А.

Поволжский государственный технологический университет

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ В КОМПАС 3D

Аннотация. Рассмотрено построение специальной резьбы на модели в программе КОМПАС 3D.

Ключевые слова: специальная резьба, создание резьбы, КОМПАС 3D

В рамках данной работы рассмотрено построение детали со специальной резьбой в программе КОМПАС 3D для дальнейшей распечатки на 3D-принтере.

Имеется резьбовая пара из пластмассы. Одна из деталей резьбовой пары имеет повреждение и эксплуатировать ее в дальнейшем по назначению не представляется возможным. Принято решение создать 3D-модель поврежденной детали в КОМПАС 3D и напечатать ее на 3D-принтере.

Создадим в КОМПАС 3D поврежденную деталь. Деталь имеет простую форму и создается за несколько операций. Так как внутри отверстия имеется нестандартная резьба, то добавить ее из библиотеки не получится. Для решения этой задачи в КОМПАС 3D есть возможность вырезать любой профиль резьбы по траектории. Для этого достаточно создать эскиз и задать траекторию движения этого эскиза.

Создадим резьбу на модели. Для этого необходимо создать цилиндрическую спираль. Способ построения «По числу витков и высоте». Указываем шаг и высоту нестандартной резьбы (см. рис.1).

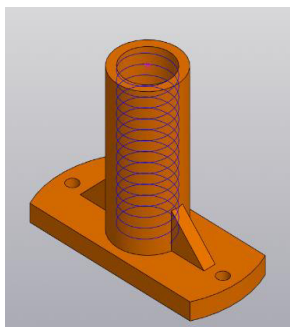


Рис.1 Создание цилиндрической спирали в отверстии детали

На плоскости ZX создаем эскиз. Ставим точку начало спирали.

Создаем эскиз профиля резьбы. Профилем резьбы является равно-сторонний треугольник с углом 60° при вершине (см. рис. 2, а). Копируем его в буфер обмена и вставляем в эскиз модели детали (см. рис. 2, б).

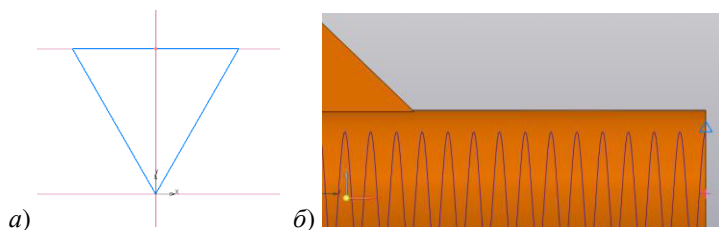


Рис.2 Создание профиля резьбы

На панели «Элементы тела» вызываем команду «Вырезать выдавливание» → «Вырезать по траектории». Указываем в дереве модели эскиз профиля резьбы и спираль цилиндрическую. Для лучшей визуализации скрываем спираль в «Дереве» (см. рис.3).

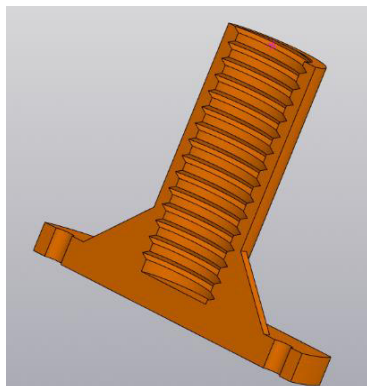


Рис. 3 Модель детали с нестандартной резьбой

Сохраняем деталь в формате Stl для последующей печати.

Заключение. Таким образом, используя КОМПАС 3D удалось создать модель поврежденной детали со специальной резьбой для дальнейшей 3d печати.

Список источников

1. КОМПАС-3D. Руководство пользователя. – СПб.: ЗАО АСКОН, 2018

Крестовников И.А.

Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ «ВАЛ» В КОМПАС 3D, 3D MAX И BLENDER

Аннотация. Рассматривается сравнение трех программ «КОМПАС-3D V23», «3D MAX» и «Blender» на примере создания трехмерной модели детали типа «Вал».

Ключевые слова: 3D модель, КОМПАС-3D, 3D MAX и Blender

Сегодня для визуализации, наряду с аксонометрическими проекциями создаваемого объекта, используется создание его трехмерной модели.

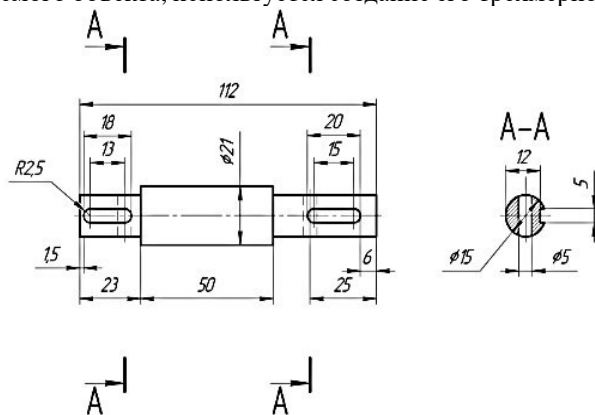


Рис.1. Исходные данные

Цель работы: проанализировать способы создания трехмерной модели детали в различных компьютерных программах.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) выполнить эскиз детали с натуры без учета механической обработки (рис.1);
- 2) по эскизу «Вал» создать ее модель в системе трехмерного моделирования Компас 3D, графических редакторах 3D MAX и Blender;
- 3) сравнить количество операций на ее построение в каждой из них.

Способы по созданию трехмерной модели детали «Вал». Анализ геометрической формы заданной детали позволил определить, что она является составной и представляет собой сумму трех цилиндров. Вал имеет два стандартных шпоночных паза и два цилиндрических сквозных отверстия.

Создание трехмерной модели «Вал» в Компас 3DV23, 3DMAX и Blender представлены на рисунках 2, 3 и 4, соответственно.

Для её создания в Компас 3D применены следующие комбинации операций: в пункте "Дерево" выберем плоскость для нанесения эскиза детали, с помощью инструмента "Автолиния" создадим эскиз вала, затем применим "Элемент вращения" для придания объемной формы; далее добавим пазы с помощью библиотеки и, отметив центры для сквозных цилиндрических отверстий заданного диаметра, вырежем их инструментом "Вырезать выдавливанием".

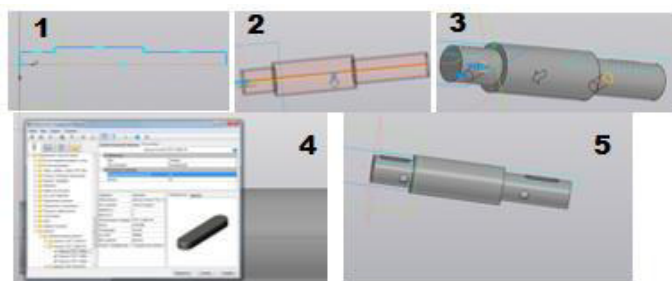


Рис.2. Создание трехмерной модели детали «Вал» в Компас 3D

Создаем деталь в 3D MAX с помощью операций: Cylinder для первой части "Вала", Extrude для основной части, и еще одного Cylinder. Для канавки используем Cube, Convert to Mesh, применяем Chamfer, опускаем в цилиндр и применяем Boolean. Создаем отверстие с помощью маленького цилиндра, делаем его сквозным с помощью модификатора Compound Objects и Boolean.

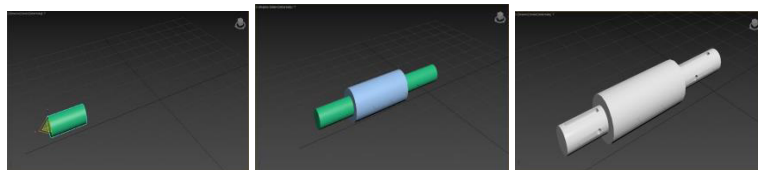


Рис.3. Создание трехмерной модели детали «Вал» в 3DMAX

Для моделирования вала в программе Blender: создаем цилиндр с помощью shift+A, выбираем Mesh ->. Цилиндр. после чего проделать такие же действия с другими частями детали. Используем Bool Tool для создания канавок и отверстий. Создаем отверстие с помощью маленького цилиндра.

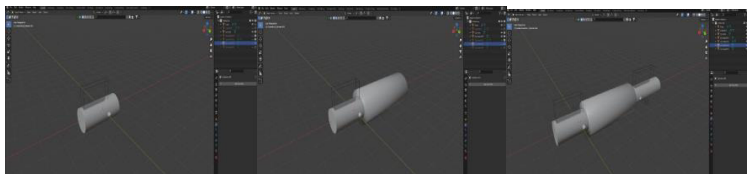


Рис.4. Создание трехмерной модели детали «Вал» в Blender

Выводы. В работе был проведен анализ возможностей создания трехмерной модели детали «Вал» в «КОМПАС-3D», «3DMax» и «Blender», учитывая следующие факторы:

- набор инструментов и возможности моделирования;
- удобство работы с интерфейсом;
- поддержка различных форматов файлов и совместимости с другими программами.

В результате выяснено, что первая программа предназначена для создания моделей и чертежей и применяется для решения инженерных задач, а вторая и третья сосредоточены на дизайне. Основное преимущество КОМПАС-3D - русскоязычный интерфейс и наличие встроенной библиотеки стандартных изделий и крепежных элементов.

Для создания трехмерной модели «Вал» в указанных компьютерных программах были затрачены примерно одинаковые временные ресурсы.

Мухаметов Р.Р.

Научный руководители: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент;

Поволжский государственный технологический университет

ВОЗМОЖНОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СОВРЕМЕННЫХ САПР

***Аннотация.** В статье рассматриваются возможности отечественных САПР для визуализации технологических процессов.*

***Ключевые слова:** технологический процесс, визуализация техпроцессов, Компас 3D, NanoCAD, T-Flex CAD*

В современном мире визуализация технологических процессов играет важную роль. С использованием современных инструментов визуализации, таких как компьютерные программы и специализированные приложения, можно наглядно представить сложные технологические процессы. Это позволяет улучшить понимание и контроль над процессами производства, оптимизировать рабочие процессы, улучшить качество продукции и повысить эффективность работы предприятия в целом.

Технологический процесс (сокращенно ТП) – это упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата. [2]. Визуализация техпроцессов - это процесс создания графического представления технологических процессов или операций с использованием различных инструментов и методов, таких как блок-схемы, диаграммы потоков данных или графические модели [1].

Главная задача визуализации технологического процесса (ВПТ) – обеспечить наглядность. Это нужно как самим конструкторам, так и внешним пользователям. Без двух- и трехмерного иллюстрирования не обходится сегодня ни одна профильная выставка и отраслевая конференция. Рассмотрим возможности визуализации технологических процессов в отечественных программах: КОМПАС 3D, NanoCAD, T-Flex CAD.

Программа Компас 3D – разработана российской компанией АСКОН. Имеет все необходимые функции САПР для производства, в частности для обеспечения станков с ЧПУ. Создаваемые в программе трехмерные модели импортируются и поддерживаются в большинстве

современных контроллеров промышленного оборудования. Без проблем работает на ПК средних возможностей, 64-разрядная.

NanoCAD — базовая система автоматизированного проектирования под Windows, предназначенная для разработки и выпуска рабочей документации (чертежей), разработка российской компании ООО «Нанософт разработка». Обладает AutoCAD-подобным интерфейсом и относится к классу САПР-платформ, так как содержит и развивает в первую очередь базовые классические САПР-функции, а на её основе через открытый API могут создаваться специализированные приложения для выполнения различных узкоспециализированных проектных задач (машиностроительные, строительные, инженерные, землеустроительные и т.д.).

T-Flex CAD – отечественная САПР программа снабжена всеми нужными инструментами для чертежей и моделирования, аналитики и сборки пакетов КД. В комплекс включены средства работы с 2D и 3D-моделями. Базовая работа с системой не требует даже навыков программирования, т.к. многое делается автоматически. Есть большой набор бесплатных библиотек для стандартных деталей и инструмент создания приложений автоматизации работы предприятия.

Сходства в визуализации техпроцессов

1) Создание трехмерных моделей: Программы позволяют создавать трехмерные модели объектов с использованием различных инструментов и функций. Это позволяет визуализировать техпроцесс в трехмерном пространстве и более наглядно представить его ход.

2) Создание технических чертежей: Программы позволяют создавать двумерные технические чертежи на основе трехмерных моделей. Это может быть полезно для визуализации процессов с использованием меньшего количества информации и упрощенных изображений.

3) Возможность экспорта моделей и изображений: Программы позволяют экспортировать трехмерные модели и изображения в различные форматы, такие как STL, DWG, DXF и другие

Особенности и различия в визуализации техпроцессов.

Компас 3D

1) Анализ и оптимизация процессов: Компас 3D позволяет анализировать и оптимизировать технические процессы, чтобы найти наилучшие решения. Мы можем использовать инструменты анализа и симуляции, чтобы проверить работоспособность и эффективность процессов, а также искать способы их улучшения.

2) Компас 3D готов предоставить пользователю разные комплексы для визуализации техпроцессов, такие как комплексы для машиностроения, строительства и приборостроения.

T-FLEX CAD

1) Возможность создания производственных схем и симуляций. Вы можете визуализировать процесс изготовления изделий и выполнить симуляцию технологических операций для оптимизации техпроцессов.

2) Проектирование в виртуальной реальности. T-FLEX VR дает пользователям возможность не только проводить визуальный анализ изделия, проверять его эргономичность, оценивать дизайн, но и вести реальное проектирование в виртуальном пространстве. Находясь в VR-сцене, пользователь продолжает все так же работать с параметрической моделью T-FLEX CAD. Это является важным отличием и ключевым преимуществом T-FLEX CAD и T-FLEX VR перед другими САПР с заявленной поддержкой VR-технологии визуализации.

NanoCAD

1) Панель визуализации позволяет производить самые тонкие настройки в трехмерных объектах.

2) Ограничивающая призма. Область, за пределами которой графика не будет отображаться. Удобно использовать в случаях, когда проектируются детали насыщенных 3D-моделей.

Визуализация технологических процессов – это достаточно сложная задача, имеющая высокую трудоемкость и требующая высококвалифицированных сотрудников. Несмотря на это она востребована и имеет огромное значение при обучении персонала предприятия, при разработке и внедрении новых производств, при управлении производством.

Список источников

1. Визуализация технологических процессов // режим доступа <https://okpress.ru/uslugi/dizaynerskie-uslugi>

2. Производственные и технологические процессы // режим доступа <https://btpit36.ru/mod/page/view.php?id=1759>

СОЗДАНИЕ РАЗВЕРТКИ ИЗ 3D МОДЕЛИ

Аннотация. Рассмотрено создание развертки из 3D модели в программе КОМПАС 3D.

Ключевые слова: 3D модель, развертка, КОМПАС 3D

На производстве при конструировании деталей из листового материала могут применяться сложные геометрические формы, получаемые с помощью гибки. При изготовлении листовых заготовок для таких деталей применяют методы начертательной геометрии, чтобы правильно раскроить лист металла. Для понимания формы и размеров листовой заготовки нужно развернуть поверхность листовой детали и совместить ее с плоскостью. Полученная фигура будет называться разверткой.

Программа КОМПАС 3D имеет возможность моделирования деталей, получаемых из листового материала с помощью гибки с возможностью автоматизированного создания развертки. Также есть возможность учитывать специфику материала и особенности производства.

В рамках данной работы рассмотрено построение твердотельной модели в программе КОМПАС 3D с дальнейшим автоматическим созданием листового тела и его развертки.

На рисунке 1 (а) представлена твердотельная модель.

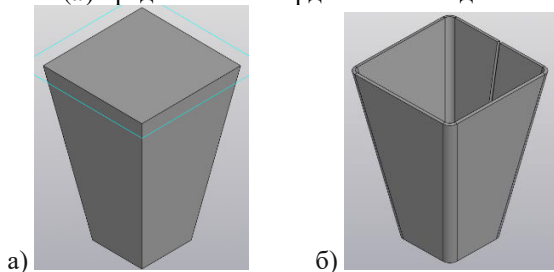


Рис. 1. Создание листового тела из твердотельной модели
а - твердотельная модель; б – листовое тело

После построения модели детали можно приступить к преобразованию ее в листовое тело (см. рис.1, б). Для этого необходимо выбрать команду «Преобразование в листовое тело». В появившемся окне выберем исходную грань, задаем толщину и направление добавления мате-

риала, указываем сгибы в создаваемом листовом теле, а также их параметры, задаем параметры замыкания углов. Для завершения построения нажимаем кнопку «Создать объект». Таким образом мы получили листовое тело на основе твердотельной модели.

Для отображения листовой детали в разогнутом виде нажимаем команду «Развернуть». В появившемся окне выбираем плоскость развертки и нажимаем «ОК» (см. рис. 2).

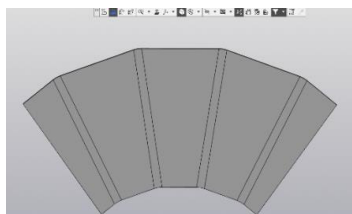


Рис. 2. Создание развертки

Кроме этого в КОМПАС-3D можно автоматически сгенерировать отчет о модели с помощью команды раздела меню «Диагностика» (см. рис. 3).

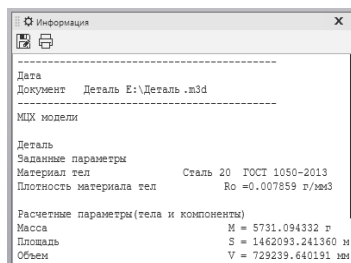


Рис. 3. Массо-центровочные характеристики модели

Таким образом, использование КОМПАС 3D для создания развертки из 3D модели позволяет: повысить производительность, наглядность и редактируемость созданной модели; минимизировать ошибки при построении 3D модели детали; получить массо-центровочные характеристики модели (ЦХМ) и другие характеристики детали; передать модель листового тела в САМ системы.

Список источников

1. КОМПАС-3D. Руководство пользователя. – СПб.: ЗАО АСКОН, 2018.

Орлов А.А., Сушко Д.А., Фурман Е.Д.
Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФОТОРЕАЛИСТИЧНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ В КОМПАС 3D

Аннотация. В статье представлено создание 3D моделей деревянной ложки, садового кресла, балясины в учебной программе Компас 3D V23 для фотореалистичной визуализации товаров народного потребления.

Ключевые слова: 3D модель, способы моделирования, Компас 3D

Начертательная геометрия и инженерная графика способствует развитию пространственного мышления. 3D моделирование играет важную роль в технологии деревообработки, позволяет визуализировать идеи и концепции, облегчает процесс создания сложных объектов и обеспечивает более глубокое понимание процесса.



Рис. 1. Образцы моделей товаров народного производства

Цель работы: создать фотореалистичные трехмерные модели для визуализации товаров народного потребления в КОМПАС 3D.

Фотореалистичная модель – модель, которая просматривается с 360 градусов, имеет максимальное качество в визуализации, практически отсутствуют отличия между оригинальным и натуральным изделием [1].

3D-визуализация – это процесс, где происходит обработка и отрисовка элементов компьютерной графики с применением специального программного обеспечения и инструментария, предназначенного для работы с 3D [2, 3].

Результаты. При формообразовании моделей товаров народного потребления (рис.1) применили операции «выдавливания» и «вращения» в КОМПАС 3D (рис. 2).

Так для создания чашеобразной части деревянной ложки использовалась форма «овоид», она создавалась с помощью команд «геометрия» затем операцией поверхность вращения, в дальнейшем мы обрезаем её пополам. Сама же рукоятка формировалась путём прямоугольной плоскости, в которой с помощью команды «сплайн по точке» задавалась форма ручки. В последующем мы разбивали плоскость и усекали ненужные части. Разделили её на три части. За этим действием использовали инструмент «дуга» и командой выдавливание получили объёмную часть рукоятки.

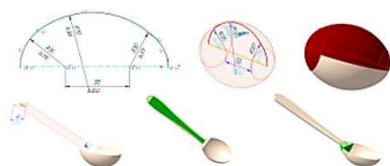


Рис. 2. Этапы создания модели деревянной ложки в Компас 3D

Для создания геометрической формы деревянного садового кресла (рис.1) в КОМПАС 3D использовали инструменты «геометрия» и операции «выдавливания» (рис. 3).



Рис.3. Создание модели садового кресла в Компас 3D

Для создания формы модели балясины (рис.1) в КОМПАС 3D использовали инструменты «геометрия» и операции «вращения» (рис. 4).



Рис.4. Создание модели балясины в Компас 3D

Для фотореалистичной визуализации созданных моделей в Компас 3D выбирается текстура, которую имеет изделие, в «Библиотеке фотореалистике», фон, который можно выбрать в разделе «Трёхмерные сцены», настраивается свет в блоке «Схемы освещения», определяется гладкость поверхности (рис. 5) [3].

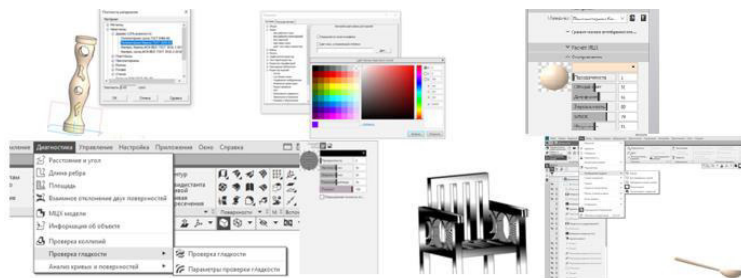


Рис.5. Придание фотореалистичной визуализации моделей в Компас 3D

Выводы. Операции «вращение» и «выдавливание» в Компас 3D V23 используются для формообразования моделей изделия. Для фотореалистичной визуализации созданных моделей деревянной ложки, садового кресла и балясины для текстуры выбран пиломатериал берёза ГОСТ 2695-83, фон экрана сменили на белый цвет, затем для создания блика устанавливали определённый процент таких параметров как яркость, прозрачность. В панели «Диагностика» использовали проверку гладкости для придания более точного вида товара народного потребления.

Список источников

1. Фотореалистичные 3D модели [Электронный ресурс] // <https://rceperm.ru/uslugi/tsifrovye-tehnologii/sozdanie-fotorealisticnykh-3dmodely> (дата обращения 23.03.2024)
2. 3D-визуализация: правила создания и инструменты [Электронный ресурс] // <https://gb.ru/blog/3d-vizualizatsiya/> (дата обращения 25.03.2024)
3. Проектирование в Компас 3D становится более фотореалистичным [Электронный ресурс] // <https://sapr.ru/article/16195> (дата обращения 27.03.2024)

Орлова Я.Р., Плюхина А.А
Научный руководитель: Фоминых И.А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТЕНЕЙ ОБЪЕКТОВ

***Аннотация.** Рассматриваются особенности построения собственной и падающей тени объекта в зависимости от направления световых лучей в перспективе.*

***Ключевые слова:** собственная и падающая тени, картина, световые или солнечные лучи, композиция, линия горизонта, точка схода*

В перспективном рисунке, композиции правильное выявление светотени усиливает передачу объемности предметов, глубину изображаемого пространства и потому является важнейшим средством получения реалистического изображения. С помощью падающих теней можно уравновесить или придать динамичность композиционному решению изображения на поле чертежа, подчеркнуть монументальность и изысканность геометрической формы объекта, передать настроение. Для оптимального выполнения наглядного изображения любого объекта, необходимо научиться правильно выбирать направление световых лучей.

Рассмотрим основные варианты построения тени с использованием солнечных лучей. Освещенность изображаемого предмета, собственная тень, направление и размер падающей тени зависят от выбранного положения солнца (направления световых лучей).

Солнце находится сзади зрителя слева или справа. На рис. 1 солнце находится слева. В этом случае выбирается точка S схода проекций световых лучей ниже линии горизонта, справа. Чем ниже будет расположена эта точка, тем короче будет падающая тень объекта. Точка S1 схода вторичных проекций лучей располагается по вертикали на линии горизонта. Точки падающей тени получаются в пересечении проекций лучей из проекций точек объекта с их вторичными проекциями на предметной плоскости. Построенные тени подчёркивают объёмность призматического сооружения.

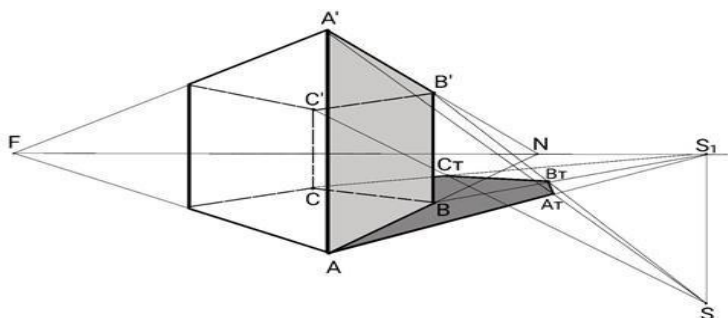


Рис. 1

Солнце находится за зрителем (см. рис. 2.). Точка схода для перспектив солнечных лучей находится ниже линии горизонта, а точка схода для их горизонтальных проекций - на горизонте. Предмет обращен к зрителю освещенной стороной, тени же падают в глубину картины. Падающая тень арки повторяет её форму, привлекая внимание зрителя.

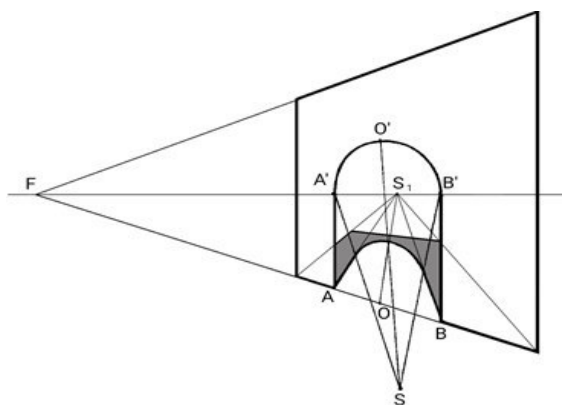


Рис.2

Солнце находится перед зрителем (см. рис. 3.). Тень, падающая от предмета, направлена на зрителя. Сам предмет обращен к зрителю теневой стороной, которая, как правило, больше освещенной. Ее размеры зависят от формы предмета и его положения относительно картины. Точка схода проекций лучей находится выше линии горизонта, в центре. Вторичные проекции лучей сходятся на линии горизонта. В этом

случае построение тени изображения приобретает тёмные, контрастные с фоном цвета, придающие картине напряженность восприятия.

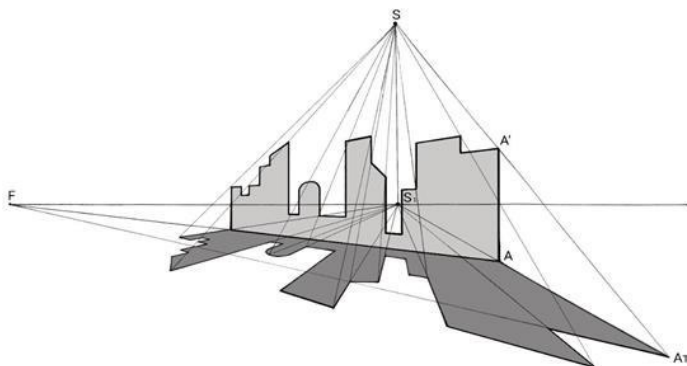


Рис. 3

Световые лучи направлены параллельно картинной плоскости. В этом случае перспективы параллельных лучей, наклоненные под определенным углом к предметной плоскости, на картине изображаются параллельными, а их проекции - параллельными основанию картины. Такое направление лучей применяется в учебных целях, так как позволяет строить собственные и падающие тени больших размеров и не тратить время на подбор направления световых лучей.

В практике преимущественно применяется первое положение лучей, при котором изображенные на наглядной проекции грани объекта освещены, или находятся в собственной тени. Падающие тени можно строить слева и справа от объекта, корректируя их размер, выбором точки схода проекций световых лучей. Второе положение лучей позволяет подчеркнуть форму и глубину изображения объекта. Так же тени могут служить для передачи настроения картины. Используя различные направления световых лучей, можно получить оптимальное изображение объекта с тенями, соответствующее поставленной задаче – произвести положительное впечатление на зрителя.

Пушкарева В.С.

Научный руководитель: Слагаева-Яровикова Л.А., канд. пед. наук,
доцент

Поволжский государственный технологический университет

ВРЕМЯ ПОД КОНТРОЛЕМ: КАЛЕНДАРЬ КАК КЛЮЧЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается календарь, его виды и роль в жизни человека. Также проводится анализ дизайнов календаря. По итогам исследования совместно с преподавателем разработан оригинальный фирменный дизайн календаря Поволжского государственного технологического университета.*

***Ключевые слова:** календарь, фирменный стиль, планирование, календарные месяцы, дизайн*

Календарь всегда был неотъемлемой частью жизни каждого человека. В наши дни основная масса людей узнает дату и месяц в смартфоне. Мало кто пользуется бумажным вариантом. Такая версия находится в основном в офисах на столах и стенах либо других пространствах, где рабочий процесс организован достаточно четко.

На сегодняшний день календарь выступает для человека не только ключевым ориентиром во времени, но и прекрасным предметом украшения любого интерьера. Правильно подобранный дизайн календаря придает свежесть рабочему месту. Печать квартальных календарей с логотипом компании является важным шагом в её развитии.

При анализе было выявлено, что большинство календарей не имеет фирменного стиля, так как обычно их печатают крупные компании для продвижения собственного дела. По формату, размерам и утилитарному предназначению календари делятся на настенные, квартальные, настольные, карманные и креативные. [2]

Настенные могут иметь форму вертикального или горизонтального прямоугольника или квадрата. Бывают однолистовые (на фоне какого-либо изображения располагается текст календаря) и перекидные на пружине по месяцам (на каждой странице находится по одному месяцу года).

Квартальные календари имеют форму вертикального прямоугольника с тремя пружинами и листами, по три месяца на каждом в соответствии с кварталами.

Настольные календари больше популярны в офисах и на письменных столах дома. Они подразделяются на два вида:

1. складной домик с треугольной крышей, где на одной стороне располагается изображение, а на другой — календарные месяцы.

2. домик на пружине — перекидной календарь по месяцам, где на каждой странице представлено изображение и календарный месяц.

Карманные календари предназначены для ношения в кармане и кошельке, поэтому они имеют компактный формат, чаще всего прямоугольник с закруглёнными углами.

Существуют креативные календари, они могут иметь самую разнообразную форму, свой оригинальный неповторимый дизайн.

Также был проведён анализ цветовой палитры. В календарях от крупных производителей сохраняются основные цвета, которые присутствуют в логотипе, для передачи фирменного стиля компании. [3]

На основе проведённого исследования был выбран вид календаря и его будущий дизайн. Он будет в форме перекидного домика на пружине по месяцам. Так как календарь разрабатывается для Поволжского государственного технологического университета, нужно учесть его фирменный стиль. Было принято решение остановиться на строгом минималистичном оформлении в тёмно-синем и белом цветах. Именно такие соответствуют стилю университета.

Календарь создавался в первую очередь в рамках конкурса “Узорная буква” с иллюстрациями студентов Волгатека, поэтому необходимо было использовать эти рисунки в оформлении страниц с месяцами. В дополнение к основным страницам была разработана страница обложки, а также 2 страницы с дополнительной информацией. В итоге получилось 16 страниц перекидного календаря на пружине в виде домика.

Подводя итоги, можно отметить, что календарь играет огромную роль в жизни человека. Он помогает планировать, организовывать и контролировать время, помогает нам быть более продуктивными, эффективными и успешными в наших делах. Без календаря было бы трудно представить нашу жизнь в современном мире, поэтому, пользуясь им, мы можем вести более сбалансированную и полноценную жизнь. [1]

Список источников

1. Володомонов Н.В. Календарь: прошлое, настоящее, будущее. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Наука (ГРФМЛ), 2017. - С. 33-35.
2. Полак И.Ф. Время и календарь. - М.: Гостехиздат, 2011. - 44 с.
3. Климишин И.А. Календарь и хронология. - Изд. 3. - М.: Наука, 2013- С. 351-355. - 478 с.

Романов Д.А.

Научный руководитель: Турецких С.О., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕРЫ ПРОСТАНОВКИ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ ДЕТАЛИ «ВАЛ» С УЧЕТОМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

***Аннотация.** Рассматривается разбор простановки размеров с учётом механической обработки валов.*

***Ключевые слова:** вал, виды, механическая обработка*

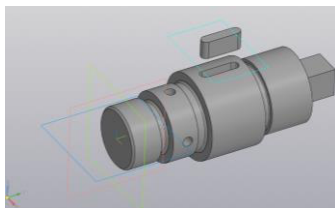
ГОСТ 2.307-2011 регламентирует требования к оформлению чертежей, схем и других документов, используемых при проектировании и изготовлении продукции, определяет правила для обеспечения единообразия и понятности в представлении конструкторской информации.

Цель работы: рассмотреть примеры простановки размеров на чертеже вала с учетом механической обработки.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи:** 1) изучить общие требования простановки размеров для деталей типа «Вал»; 2) рассмотреть примеры простановки размеров с учетом механической обработки для детали «Вал» (рис.1).

Результаты исследования. Выбор положения детали на чертеже определяется согласно ГОСТ 2.305 – 2008 [2]. Вал необходимо расположить так, чтобы большая часть элементов на главном виде изображалась как видимая [2]. Для правильного установления размеров на чертеже вала стоит учитывать различные способы обработки при создании данной детали, которые можно подразделить на следующие виды: 1) Определенные виды обработки детали на токарном или токарно-винтовом станке: а) обтачивание цилиндрической поверхностью — таким способом обрабатывают деталь для получения фасок, галтель. Простановка размеров галтель выполняется в соответствии с ГОСТ 12080-66 [3]; б) протачивание канавки — обозначение на чертеже проточки может осуществляться прямым измерением с натуры детали (рис. 2, выносной элемент А); 2) протачивание размеров «под ключ» (рис. 2, сечение Г) выбирается согласно параметрам по ГОСТ 6424-73 [4]; 3) путем сверления по ГОСТ 10902-77 [5], с помощью которого получают цилиндрические и конические отверстия (рис. 2, сечение Б); путём

Все эти размеры и характеристики должны быть нанесены на чертеже с соответствием с ГОСТ, чтобы персонал мог правильно выполнить изготовление детали в соответствии с заданными параметрами [8].



Пример простановки размеров (без учета шероховатости поверхности, допусков и посадок) на валу (рис. 1) представлен на рис. 2.

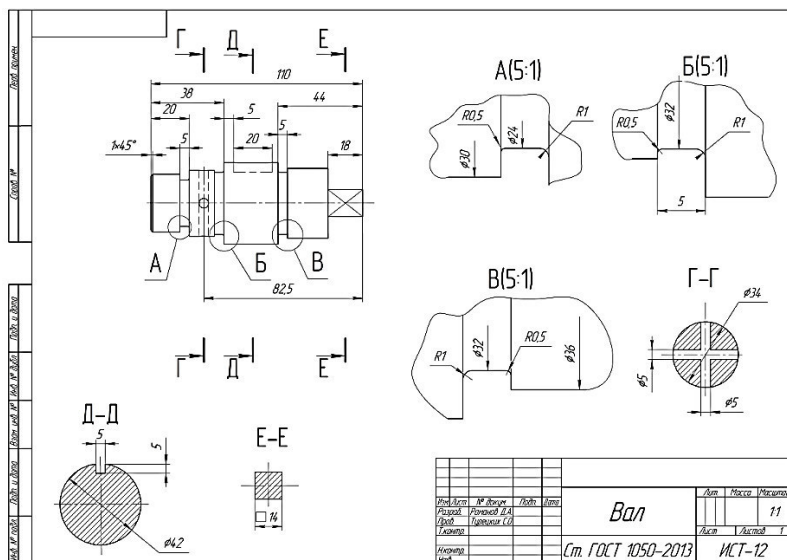


Рис. 2. Чертеж вала

Вывод. Правильное обозначение размеров, форм, толщин и других характеристик деталей позволяет избежать недоразумений и ошибок на производстве. Это важно для самих конструкторов и для рабочих, занимающихся изготовлением и сборкой. Поэтому важно следовать стандартам и требованиям ГОСТ, также внимательно относиться к корректному обозначению параметров.

Список источников

1. ГОСТ 2.307-2011. «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений» [электронный ресурс] URL: <https://www.minexp.ru/assets/files/GOST/gost-2-307-2011/gost-2-307-2011.pdf?ysclid=lu8yh918r5743148105> (дата обращения: 26.03.2024)
2. ГОСТ 2.307-68. «Нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852120.pdf> (дата обращения: 02.02.2024)
3. ГОСТ 12080-66 «Основные размеры, допускаемые крутящие моменты» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294838/4294838842.pdf> (дата обращения: 13.02.2024)
4. ГОСТ 6424-73 «Зев (отверстие), конец ключа и размер «под ключ» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/419/41960.pdf> (дата обращения: 15.03.2024)
5. ГОСТ 10902-77 «Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294839/4294839993.pdf> (дата обращения: 18.02.2024)
6. ГОСТ 22360-78 «Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294830/4294830700.pdf> (дата обращения: 25.02.2024)
7. ГОСТ 24071-97 «Сегментные шпонки и шпоночные пазы» [электронный ресурс] URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294830/4294830120.pdf> (дата обращения: 14.03.2024)
8. Ханов, Г. В. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ / Г. В. Ханов, Е. Н. Асеева, Н. В. Федотова; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 96 с.

Сафин Р.И.

Научный руководители: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСПОЛНЕНИЙ МОДЕЛЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ В КОМПАС 3D

Аннотация. В статье рассматриваются возможности КОМПАС 3D при создании в одном файле документ-модели нескольких вариантов построения модели; приводятся примеры разработки чертежей деталей с применением исполнений модели.

Ключевые слова: КОМПАС 3D, исполнения модели, исходная модель, зависимое исполнение, зеркальное исполнение, рабочий чертеж детали

При создании конструкторской документации нередко возникает потребность использования нескольких вариантов детали, обладающих общими конструктивными признаками, но имеющих некоторые различия между собой. Создание отдельных разрозненных файлов моделей детали с небольшими различиями неудобны в хранении и использовании. В программе КОМПАС 3D есть возможность в одном документе-модели содержать данные о нескольких вариантах построения модели. Эти варианты называются исполнениями модели.

Все исполнения модели содержатся в одном групповом документе в виде отдельных моделей. Основное исполнение создается по умолчанию при создании модели. Это исполнение является исходным вариантом модели и используется для создания других исполнений этой модели, называется исходное исполнение модели [1]. В системе предусмотрена возможность создания следующих исполнений модели:

- Независимое исполнение. Объекты независимого исполнения доступны для редактирования и удаления. На них не влияют изменения элементов исходного исполнения.
- Зависимое исполнение. Объекты зависимого исполнения связаны с соответствующими объектами исходного исполнения. Изменения и удаления элементов исходного исполнения передается в зависимое.

- Зеркальное исполнение. Зеркальное исполнение представляет собой вариант модели, полученный ее зеркальным отражением относительно плоскости XY системы координат исходного исполнения.

Порядок создания исполнений модели такой:

1. Создаем модель детали, эта модель является основным исполнением. В свойствах модели обязательно указываем обозначение, состоящее из базовой части, номера исполнения и кода документа.

2. В заголовке «Панели дерева модели» находим кнопку . Нажав кнопку, включаем отображение «Дерева исполнения модели». Создаем исполнение нажатием на кнопку . На панели параметров появятся элементы задания параметров исполнения.

3. Работаем с параметрами. В поле «Обозначение» отображается обозначение исполнения, сформированное по умолчанию. Оно может включать базовую часть, переданную из исходного исполнения, а также автоматически сформированный номер исполнения. Проверяем состояние переключателя «Зависимое исполнение». Если переключатель находится в положении I (включено), то будет создано зависимое исполнение, а если в положении 0 (отключено) – независимое. Если требуется указать дополнительные сведения о создаваемом исполнении, вводим пояснительный текст в поле «Комментарий».

4. В завершении создания исполнения, нажимаем кнопку «Создать объект». Выбираем нужное нам исполнение, редактируем его, исходя из необходимых нам задач.

На рис. 1 представлен пример рабочего чертежа детали «Корпус», при создании которого использовались различные исполнения модели. При создании основных видов и разрезов использовалось исходное исполнение 1; при создании изометрической проекции с вырезом $\frac{1}{4}$ – исполнение 2. Исполнение 2 является зависимым. В случае внесения изменений в исходное исполнение 1, произведенные изменения будут отражаться и в исполнении 2.

Также примером использования исполнений модели являются детали, у которых есть единство конструкции при различных размерах. Рассмотрим деталь «Полумуфта». Исполнения модели имеет одну конструкцию, но возможны различные диаметры соединяемых валов, поэтому размеры ступицы и отверстия в ступице являются переменными. На чертеже подобной детали располагается таблица исполнений, она генерируется автоматически по команде «Создать таблицу исполнений».

Различные исполнения моделей могут быть использованы в сборочных единицах, тогда есть возможность создания спецификации по модели с исполнениями.

Исполнения модели в КОМПАС 3D является удобным и эффективным инструментом, позволяющим адаптировать модели под различные задачи, ускорить работу и повысить производительность.

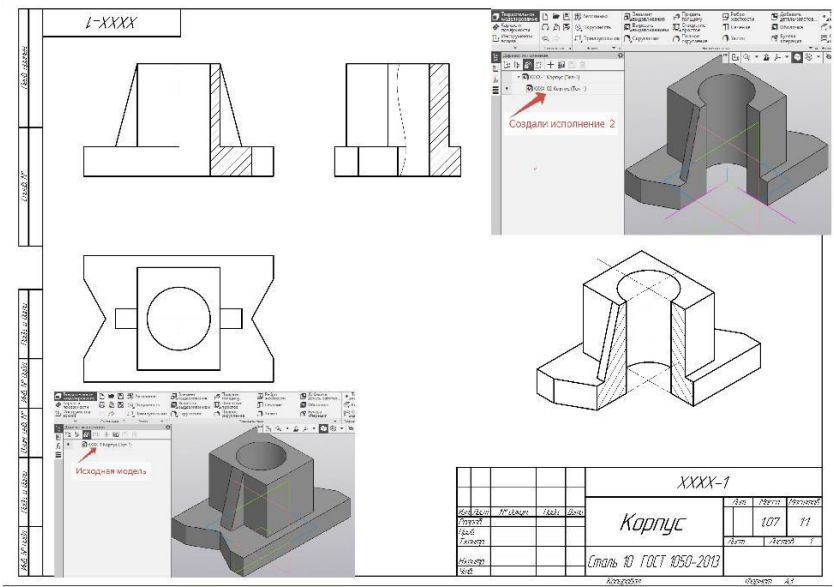


Рисунок 1. Использование исполнений при выполнении рабочего чертежа детали «Корпус»

Список источников

1. Исполнения и варианты модели КОМПАС 3D v22 // режим доступа <https://help.ascon.ru/KOMPAS/22/ru-RU/be1459828.html>

Хазгалеева О.С.

Научный руководитель: И.Р. Бакулина, канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технический университет

КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОБЛАСТИ ЭСКИЗА В КОМПАС-3D ПРИ СОЗДАНИИ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ

Аннотация. *Отличительной особенностью процедур создания твердотельных моделей является их многовариантность. Существует возможность оптимизации дерева построений. В работе рассмотрены несколько вариантов создания объемной модели детали.*

Ключевые слова: *твердотельное моделирование, эскиз, формообразующие операции*

В данной статье рассмотрен пример построения объемной модели геометрического объекта. Построение таких моделей может быть одним из заданий при изучении курса инженерной и компьютерной графики.

При использовании трехмерного компьютерного моделирования:

- вырабатываются навыки создания виртуальных моделей;
- становится более наглядной работа с построением изображений;
- повышается активность студентов в процессе обучения;
- развивается пространственное воображение;
- ускоряется процесс разработки чертежей.

Отличительной особенностью процедур создания твердотельных моделей является их многовариантность. При создании пространственных образов студенты проявляют индивидуальные различия, и сценарий построения модели может быть на первом этапе не всегда оптимальным.

Рассмотрим пример построения трехмерной модели путем выполнения булевых операций над объемными элементами без оптимизации (рис. 1).

На первом этапе выбирается плоскость, в которой будет создаваться эскиз основания детали и строится контур при помощи эскиза "прямоугольник". В результате получается плоская фигура (рис. 1а). Для придания объемной формы плоская фигура перемещается в пространстве. На панели "Элементы тела" выбираем операцию "Элемент выдавливания". Фиксируется необходимое расстояние и формируется объемный элемент. После создания основания детали создаются остальные части по схожему принципу. Для этого создаётся новый эскиз и операцией

"Элемент выдавливания" формируется объемный элемент (рис. 1б, 1в). И на заключительном этапе создается очередной эскиз в вертикальной плоскости и выполняется операция "вырезать выдавливанием" для получения сквозного отверстия (рис. 1г).

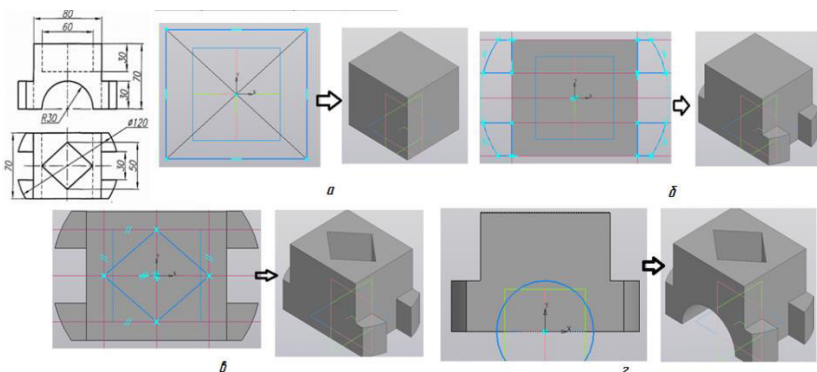


Рис.1 Примеры выполнения операции над объектами в КОМПАС-3D:
а – дерево построенный без оптимизации; б - создание эскиза основания;
в – операция "выдавливание";
г – добавление боковых элементов; д, е – вырезание отверстий;

При создании пространственных образов дерево построений можно оптимизировать для сведения операций к минимуму. В результате этого количество построенных эскизов должно уменьшиться. Во втором примере отличается этап построения эскиза основания. Для построения первого эскиза выбрана горизонтальная плоскость, в которой построен контур, повторяющий очертания вида сверху детали. Таким образом, мы получаем эскиз с несколькими областями, к каждой из которых можно применить операцию «выдавливание» и задать при этом разное расстояние.

Рисунок 2 иллюстрирует этапы построения модели детали с применением к областям одного эскиза различной толщины выдавливания.

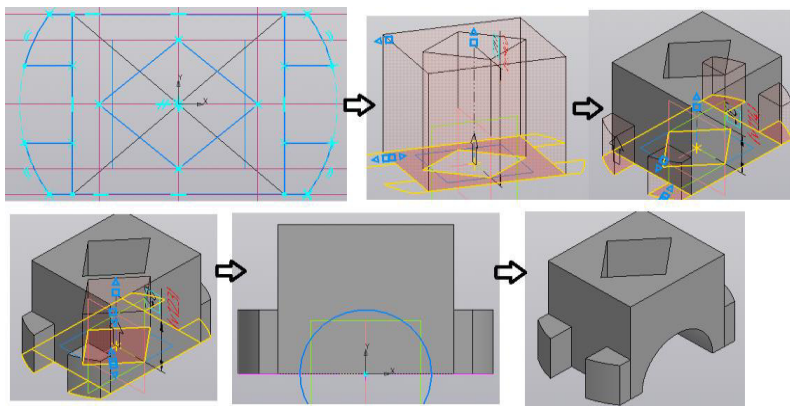


Рис.2 Пример выполнения операции над объектами в КОМПАС-3D с применением областей одного эскиза

Во втором примере дерево построений отличается количеством эскизов. В отличие от первого примера были объединены 3 эскиза. Далее для придания объемной формы плоской фигуре выбираем операцию "Элемент выдавливания". Последний эскиз создается так же, как и в первом примере.

Таким образом, трехмерный графический редактор – это универсальный инструмент для реализации различных сценариев построения моделей, в котором есть возможность оптимизировать дерево построения для дальнейших удобств.

Следует заметить, что сценарии построения моделей у начинающего пользователя чаще всего далеки от оптимальных. Оптимальность построения модели связана с минимизацией количества формообразующих операций, выполняемых пользователем для создания модели. В то же время процесс твердотельного моделирования чаще всего весьма увлекателен для студента и помогает развивать пространственное воображение.

Царегородцева А.Е., Окунева А.А.

Научный руководители: Моисеева О.А., канд. пед. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ КОМПАС 3D И BLENDER ДЛЯ СОЗДАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D МОДЕЛЕЙ ИЗДЕЛИЙ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

***Аннотация.** Представлен способ совместного использования программ КОМПАС 3D и Blender для создания 3D модели полки.*

***Ключевые слова:** КОМПАС 3D, Blender, 3D моделирование, электронная модель изделия*

В современном мире 3D моделирование играет важную роль. Оно широко используется в дизайне, промышленности, архитектуре, сфере маркетинга. При создании конструкторской документации в САПР выполняются и электронные модели деталей изделия, и его электронная модель сборки. Электронные конструкторские документы, выполненные в виде моделей, содержат все конструкторские данные изделия [2], но передать все эстетические и декоративные характеристики в САПР не получается. С этими задачами справляются графические дизайнерские программы. Поэтому для совершенствования эстетических характеристик 3D моделей изделий, выполненных в КОМПАС 3D, воспользуемся программой Blender.

КОМПАС-3D – российская импортонезависимая система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. Комплексная система автоматизированного проектирования направлена на создание проектов машиностроения и строительства любой степени сложности, позволяет создавать изделие от идеи до полного проекта с готовыми документами.

Blender 3D – бесплатный программный продукт, предназначенный для создания и редактирования трехмерной графики. Программа распространена на всех популярных платформах, имеет открытый исходный код и доступна совершенно бесплатно всем желающим, а также есть версия на русском языке. Эти особенности сделали ее популярной как среди начинающих пользователей, так и среди настоящих профессионалов моделирования. Софт нередко выбирается в качестве основно-

го рабочего инструмента для больших и серьезных проектов. Функции приложения: 3D моделирование, создание анимации, текстуры, рисование, инструменты визуализации, видеоредактор, игровой движок [1].

Созданные в КОМПАС 3D модели деталей, входящих в состав изделия, сохраняем в формате, который поддерживается в Blender. В работе использовался формат STL [3]. Создаем новый файл в Blender, импортируем в него модель детали в формате STL и приступаем к работе над дизайном. Необходимо помнить о том, что если импортировать файл модели сборки изделия, то в блендере модель будет цельной. Т.е. если вы захотите раскрасить разными цветами отдельные детали полки, то у вас не получится, модель единая. Для того чтобы у каждой детали изделия была своя текстура, цвет, рисунок, необходимо импортировать каждую модель детали в общий файл в Blender, и уже там их собрать в изделие. При импорте файла есть вероятность некорректного отображения модели, что потребует доработки модели уже в Blender.

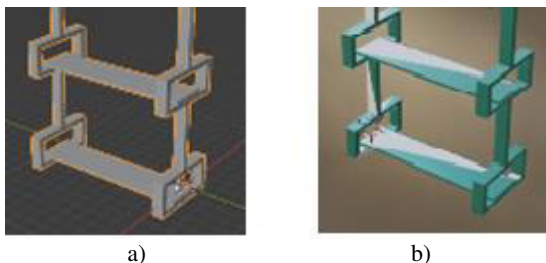


Рисунок 1. а – модель изделия до обработки в Blender; б – модель изделия после обработки в Blender

Для того, чтобы придать детали цвет или текстуру воспользуемся инструментами Blender и выполним следующие операции: сначала надо нажать на **tab**, затем нажимаем на клавишу настройки материалов. В открывшемся окне настраиваем все параметры цвета и текстуры материала так, как нам необходимо. Можно посмотреть, как выглядит предварительный материал, открываем «Предпросмотр».

Для того, чтобы создать какую-либо текстуру, можно использовать картинку с текстурой. Сначала тянем нижнюю панель вверх, чтобы открыть новое окно. Далее слева выбираем тип редактора, нам нужен «Редактор шейдеров». Создаем новый материал. Сочетанием клавиш **Shift + A** вызываем меню выбора, выбираем «Текстура» и «Изображение текстура». Размещаем в ранее открытом окне появившуюся рамку. Соединяем «цвет» и «основной цвет», нажав на «открыть» ищем сканчанную картинку текстуры, текстура готова.

В программе Blender придаем модели цвет, текстуру, задаем свет, сцену, получаем светотени, все это делает модель более реалистичной и позволяет приблизить модель к реальному изделию.

Список источников

1. Blender 3d — программа для 3D-моделирования // режим доступа <https://blend3d.ru/>
2. ГОСТ 2.052-2006 ЕСКД «Электронная модель изделия»
3. Формат модели для Blender: основы и применение // режим доступа <https://uchet-jkh.ru/i/format-modeli-dlya-blender-osnovy-i-primenenie>

УДК 515.2

Шахтарин Н.В.

Научный руководитель: Полушина Т.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. *Представлено решение задачи нахождения натуральной величины отсека плоскости, выполненное двумя способами.*

Ключевые слова: *преобразование чертежа, способ замены плоскостей проекций, способ плоско-параллельного движения.*

ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» предписывает использовать ряд стандартных изображений на чертеже. Среди них – дополнительный вид. При рассмотрении такого изображения очевидно, что в основе получения его лежит проецирование видимого элемента детали на дополнительную плоскость проекций, не параллельную ни одной из основных плоскостей проекций. Теоретически о таком проецировании дают представление способы преобразования чертежа, изучаемые в разделе «Метрические задачи» курса «Начертательная геометрия». В ГОСТ 2.305-2008 мы видим практическое применение указанной темы.

При решении теоретической задачи по установлению истинного вида (натуральной величины) элемента детали возникает вопрос, какой из

способов преобразования чертежа будет более эффективен. Для примера решим задачу нахождения натуральной величины фигуры, например, треугольника, двумя способами: способом замены плоскостей проекций (рис. 1) и способом плоско-параллельного перемещения (движения) (рис. 2).

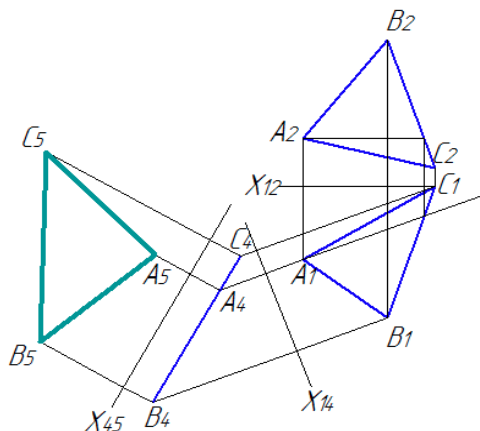


Рис. 1

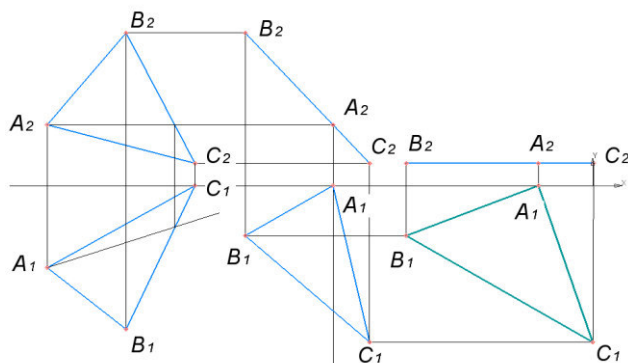


Рис. 2

И в том, и в другом случае в качестве исходных данных выбран треугольник с одинаковыми координатами его вершин.

При некотором навыке решения метрических задач на решение задачи нахождения натуральной величины треугольника способом замены

плоскостей проекций было потрачено 7 минут. Способ плоско-параллельного перемещения потребовал для решения задачи времени почти в два раза больше: 15 минут. В основном этот разброс во времени связан с тем, что способ замены требует в целом построения четырех проекций треугольника. Тогда как при плоско-параллельном перемещении геометрической фигуры таких проекций шесть.

И еще одно, на первый взгляд неочевидное, преимущество способа замены в том, что разработчик чертежа вправе выбрать место для изображения проекции на чертежном листе. Способ же плоско-параллельного движения обязывает соблюдать проекционную связь между изображениями на чертеже, что в конечном итоге приводит к необоснованному увеличению формата чертежа.

Вывод. Проведенный анализ способов преобразования чертежа при нахождении истинной величины плоской фигуры позволяет отдать предпочтение способу замены плоскостей проекций, что и нашло свое отражение в формулировке ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» при построении дополнительного вида на чертеже детали.

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 544.723.2

Акбулатова Г.Р.

Научный руководитель: Смирнов А.К. канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ В СИСТЕМЕ “ЛИГНИН ГИДРОЛИЗНЫЙ – Pb(II) – H₂O”

Аннотация. Настоящая работа посвящена изучению закономерностей сорбции ионов свинца (II) на энтеросорбенте торговой марки «Полифепан».

Ключевые слова: катионы свинца (II), сорбция, сорбционная емкость, лигнин гидролизный

Введение: Свинец как промышленный яд был известен еще со времен греков, как профессиональный токсикант для шахтеров при добыче свинцовых руд [1]. Попадая в организм человека в повышенных концентрациях, вызывает наиболее значительные изменения в нервной системе, крови, почках и других органах, приводит к различным нарушениям в состоянии здоровья.

Одним из способов нейтрализации и выведения тяжелых металлов из организма является энтеросорбция. Энтеросорбент «Полифепан» обладает высокой сорбционной емкостью, обусловленной активной поверхностью частиц и развитой пористой системой. Он состоит из природного лигнина. Лигнин гидролизный медицинский применяется для поглощения токсичных веществ и микроорганизмов, связывает до 800–900 млн клеток кишечной палочки. Важно, что лигнины не травмируют слизистую оболочку кишечника и обладают репаративными свойствами, что позволяет использовать их при диареях различной этиологии [2].

В начале эксперимента было подобрано оптимальное соотношение объема и сорбента, дающего высокие значения сорбции – характеристики эффективности сорбента. Рассчитывали значения сорбции из растворов с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л в диапазоне модуля от 25 до 1000 мл/г. Обнаружено, что с ростом значения модуля, сорбционная емкость падает. Также можно отметить то, что с увеличением модуля, величина сорбции растет.

С целью определения сорбционной емкости по отношению к ионам свинца (II) и характера сорбционного процесса нами были получены

изотермы из водных растворов $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с начальными концентрациями (C_0) от 10^{-6} до 10^{-1} М рисунок 1. Концентрацию ионов свинца определяли фотометрически согласно [3].

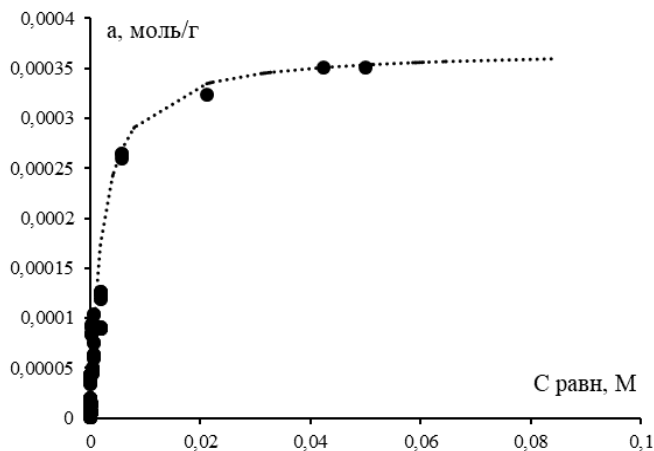


Рис. 1. Изотерма сорбции при комнатной температуре

Кроме того, в работе была проведена сравнительная оценка сорбционных свойств основного сорбента “Полифепан” с сорбентом на основе коллоидного диоксида кремния – “Полисорб МП”. Процесс сорбции осуществляли при 25°C . При этом была показана более высокая сорбционная способность энтеросорбента на основе гидролизного лигнина по сравнению с сорбентом на базе оксида кремния.

Список источников

1. Авалиани С.Л. Возможные неблагоприятные эффекты у детей в зависимости от уровней свинца в атмосферном воздухе и соответствующем его содержании в крови // Интегральная оценка состояния здоровья населения на территориях: метод. указания / Междунар. ин-т оценки риска здоровью. - М., 1995. - С. 113-122.
2. Панфилова В.Н., Таранушенко Т.Е. Применение энтеросорбентов в клинической практике // ПФ. 2012. № 6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18411137> (дата обращения: 06.02.2022).
3. ПНД Ф 14. 1:2. 193-03. (фр. 1. 31. 2007. 03804). Методика выполнения измерений массовой концентрации тетраэтилсвинца в пробах природных (в том числе морских) и сточных вод фотометрическим методом с сульфарсазеном.

Анисимов М.Ю., Ильин М.В.

Научные руководители: Кузьмин М.В., канд. хим. наук,

Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ПЕНОПОЛИУРЕТАНЫ НА ОСНОВЕ КОМБИНАЦИИ ПРОСТЫХ И СЛОЖНОГО ПОЛИЭФИРОВ

***Аннотация.** Исследованы технологические параметры процесса получения и физико-механические характеристики пенополиуретанов на основе комбинации простых и сложного полиэфиров.*

***Ключевые слова:** простые и сложный полиэфиры, пенополиуретаны, технологические параметры, физико-механические свойства*

В работе применялись промышленно выпускаемые простые полиэфиры лапролы 373 и 5000, которые были использованы ранее [1] для установления оптимальных отверждающих систем, а также сложный полиэфир диэтиленгликольадипинат (ДЭГА). Данный полиэфир был получен нами взаимодействием адипиновой кислоты с диэтиленгликолем при мольном соотношении 1:1.15 с использованием в качестве катализатора пара-толуолсульфокислоты. Установка представляла собой трехгорлую колбу, снабженную верхне-приводной механической мешалкой, термопарой для измерения температуры, холодильником и приемником для улавливания паров воды. Нагревание осуществлялось в колбонагревателе с цифровым дисплеем и внешним датчиком температуры от компании JoanLab. Синтез проводился в 2 стадии: 1) смешение реагентов при постепенном повышении температуры от комнатной до 170°C в течение 4 часов; 2) дальнейшее постепенное повышение температуры до 200°C в течение 8 часов. Завершение реакции определялось расчетным количеством выделенной воды и достижением определенного значения кислотного числа (КЧ), которое измерялось каждый час по методике [2]. В дальнейшем на основе полиэфиров лапролы 373 и 5000, ДЭГА получали пенополиуретаны (ППУ). Для этого в пластиковой таре путём перемешивания до однородной массы готовили компонент А, который состоял из полиэфиров, триэтаноламина (ТЭА) и поверхностно-активного вещества - Пента 483. После этого, продолжая перемешивать, к компоненту А, в течение не более 10 с добавляли компонент В -

дифенилметандиизоцианат (ПИЦ). При этом вспенивание реакционной массы проводилось мешалкой воздушно-механическим методом с использованием электролебедки со специальной насадкой, выполненной в виде пропеллера. Смешивание проводилось при скорости вращения мешалки от 600 до 1000 об/мин. Мольное соотношение функциональных групп компонентов А:В изменялось от 1:0,92 до 1:1,53. В таблице 1 приведены исследованные составы реакционной смеси, из которой следует, что в компоненте А изменялись массовые доли полиэфиров Лапрол 373 и ДЭГА, тогда как содержание полиэфира Лапрол 5000, ТЭА и Пента 483 не изменялось. В табл. 2 представлены технологические параметры процесса получения ППУ.

Таблица 1. Составы реакционной смеси на основе разных полиэфиров

№	Компонент А, г					Компонент В, г	Мольное соотношение ОН:NCO
	Лапрол 373	Лапрол 5000	ДЭГА	ТЭА	Пента 483	ПИЦ	
0	20,00	30,00	0,00	9,00	3,00	25,60	1:1,05
1	18,10	30,00	1,90	9,00	3,00	24,66	1:1,1
2	15,71	30,00	4,29	9,00	3,00	22,84	1:1,15
3	13,62	30,00	6,38	9,00	3,00	21,23	1:1,20
4	11,58	30,00	8,42	9,00	3,00	19,35	1:1,25
5	10,00	30,00	10,00	9,00	3,00	17,80	1:1,30
6	8,00	30,00	12,00	9,00	3,00	15,71	1:1,35

Таблица 2. Технологические параметры процесса получения ППУ

Показатели	Номера образцов						
	0	1	2	3	4	5	6
t ₁ , с	106	99	88	79	71	63	56
t ₂ , с	170	162	151	143	134	126	120
t ₃ , с	219	211	201	194	185	178	170
Примечание: t ₁ - время старта; t ₂ - время гелеобразования; t ₃ - время конца роста пены.							

Из табл. 2 видно, что понижение мольного соотношения ОН:NCO групп компонентов А и В при одновременном увеличении содержания сложного полиэфира ДЭГА в компоненте А приводит к уменьшению времен старта, гелеобразования и конца роста пены ППУ. Согласно [3], процесс получения ППУ должен удовлетворять следующим технологическим параметрам: t₁ ≤ 50 с и t₃ ≤ 140 с. Этим параметрам удовлетворяют технологические процессы получения всех синтезированных ППУ.

По истечении 3 суток определялись физико-механические свойства, плотность и степень водопоглощения для полученных ППУ, результаты исследования которых приведены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-механические свойства, плотность и степень водопоглощения ППУ

№	σ_{25} , МПа	σ_{50} , МПа	σ_{75} , МПа	ρ , кг/м ³	α , %
0	0,65	1,07	1,25	107	3,57
1	0,74	1,10	1,39	109	3,34
2	0,89	1,35	1,48	111	3,17
3	1,00	1,45	1,57	119	3,03
4	1,17	1,57	1,62	129	2,65
5	1,33	1,89	2,17	157	2,11
6	1,48	2,12	2,33	161	1,73
Примечание: σ_{25} , σ_{50} и σ_{75} – прочность на сжатие ППУ при 25, 50 и 75%-ной относительной деформации; ρ – плотность; α – степень водопоглощения.					

Из приведенных в табл. 3 данных следует, что понижение мольного соотношения ОН:NCO групп компонентов А и В при увеличении содержания сложного полиэфира ДЭГА в компоненте А приводит к возрастанию прочности на сжатие и плотности ППУ. При этом степень водопоглощения уменьшается, что, очевидно, объясняется образованием более закрытой пористой структуры в ППУ.

Список источников

1. Рогожина Л.Г., Кузьмин М.В., Кольцов Н.И. Полиуретановые композиции на основе различных отверждающих систем // Вестник Чувашского университета. 2010. №3. С. 36-40.
2. ГОСТ 25210-82. Полиэфиры простые и сложные для полиуретанов. Метод определения кислотного числа.
3. ГОСТ 59685-2021. Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана.

Васильева В.В.

Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. Приводится оценка основных методов биологического тестирования эфирных масел с целью выявления антимикробной, противовирусной, анальгезирующей, противоопухолевой, противовоспалительной, пищеварительной, семиохимической активности.

Ключевые слова: биоактивность, эфирное масло, антибактериальный эффект, тестирование, дисковая диффузия, микроорганизмы, воспалительная реакция, противовирусная активность, проточно-цитометрические методы, антиоксиданты, семиохимическая активность, анальгезия

Эфирные масла могут характеризоваться высокой или низкой биологической активностью. Стандартизация методов биологического тестирования все еще развивается, в этом отношении наиболее часто описываемая в литературе биоактивность связана с антимикробной, противовирусной, анальгезирующей, противоопухолевой, противовоспалительной, пищеварительной, семиохимической активностью, улавливающей свободные радикалы.

Для проверки *антимикробной* активности в основном используются два метода: дисковая диффузия и анализы разбавления бульона. В микробиологии чашки с агаром обычно используются в качестве среды для роста бактериальных или грибковых организмов. Если эфирное масло оказывает ингибирующее действие на выбранный микроб, вокруг диска образуется зона просвета, представляющая диффузию антимикробного вещества через агар и внутрь него. Антимикробная активность демонстрируется диско-диффузионным анализом (А), а средние ингибирующие концентрации (MIC) рассчитываются из анализа разбавления бульона, проводимого в 96-луночном микротитровальном планшете, с колориметрическим детектированием роста микроорганизмов, красный цвет указывает на рост микроорганизмов (В). Метод дисковой диффузии не считается точным методом определения репрезентативной ингибирующей концентрации. Этот метод используется просто как инструмент первичного скрининга перед применением более строгого метода, кото-

рым будет анализ разбавления бульона, если бульон разливают на чашку с агаром и на агаре не растут никакие организмы, то эту концентрацию также можно указать как *среднюю бактерицидную концентрацию* (МБК). *Чем ниже MIC или MBC, тем выше активность масла.*

Помимо антимикробных анализов, в других биологических тестах обычно используются животные модели или анализы культур клеток или тканей, где известные пути к патогенезу подавлены. Например, в воспалительной модели можно индуцировать ряд известных воспалительных путей с помощью анализа (или набора), и можно ввести тестируемое вещество (эфирное масло), чтобы попытаться подавить транскрипцию или активность соответствующих факторов. Некоторые хорошо известные воспалительные пути включают NO (оксид азота), TNF- α или PGE-2 и это лишь некоторые из них.

В некоторых тестах на противовирусную активность клетки млекопитающих трансфицируют вирусом, и выживаемость клеток определяется любым из ряда колориметрических или проточно-цитометрических методов. В самом базовом тесте на противораковую активность иммортализованные раковые клетки выращивают в культуре и исследуют на выживаемость или подавление в условиях соответствующего лечения.

Антиоксидантная активность может быть выявлена по окрашиванию свободных радикалов, при этом результаты количественно оцениваются с помощью спектрофотометра в видимом спектре. Вариант этого состоит в том, что свободный радикал при восстановлении окрашивается, что также измеряется с помощью спектрофотометра. Для пищеварительной активности, связанной с блокировкой Ca^{2+} -зависимых ионных каналов, сегмент слепой кишки из кишечника животного может быть помещен в буфер и присоединен к сборке, которая измеряет спазмолитическую активность, связанную с сокращением слепой кишки. Избыток того или иного иона в буфере свидетельствует о блокировке канала.

Показано, что при семиохимической активности ряд видов насекомых отталкивается определенным лечением или эфирным маслом. Распространенной моделью на животных, используемой для демонстрации местных анальгетических свойств эфирного масла, является «тест с горячей пластиной», когда реакция мыши или крысы после того, как она поместила лапу на горячую пластину, может быть отсрочена обработкой определенным эфирным маслом. Анальгезия также обычно связана с активностью центральной нервной системы, но в этом отношении ее называют антиноцицептивной активностью. Антиноцицептивная активность может быть более широко связана с психологическими эффектами

ми, когда другие болезненные состояния включают депрессию, тревогу или истерию.

Антиноцицептивная активность не рассматривается как биологическое свойство как таковое, но, тем не менее, имеет важное значение для биологической активности эфирных масел. В методах, обычно используемых для измерения таких эффектов, широко используются модели на животных, на которых вызываются боль или кишечные корки в результате внутрибрюшинных инъекций. Лечение направлено на уменьшение этих наблюдаемых эффектов.

Особое значение для эфирных масел имеют проблемы испарения, растворимости и абсорбции. В настоящее время проводится несколько исследований, направленных на улучшение инкапсуляции эфирных масел, которые могут включать инкапсуляцию эфирных масел в различные субстраты, такие как липосомы, покрытые хитозаном, для замедления испарения и повышения антимикробной активности. Другой подход включает улавливание эфирных масел растворенными циклодекстринами, которые можно использовать в качестве кормовой добавки для маскировки вкуса, а также для замедления испарения эфирных масел и, следовательно, увеличения срока хранения мазей и кремов для местного применения. Эксперименты по проникновению, в которых эфирные масла действуют в качестве носителя для другого противомикробного препарата, также были проведены с продемонстрированным успехом, что может быть связано с взаимодействием масел с жидкими кристаллами липидов кожи. Можно утверждать, что такие инновационные методы будут составлять большую часть будущего биологических исследований эфирных масел.

Список источников

1. Sadgrove N.; Mijajlovic S.; Tucker D.J.; Watson K.; Jones G.L. Characterization and bioactivity of essential oils from novel chemotypes of *Eremophila longifolia* (F. Muell) (Myoporaceae): A highly valued traditional Australian medicine. *Flavour Fragr. J.* 2011, 26, 341–350.
2. Van Vuuren S.F.; Viljoen A.M. Plant-Based antimicrobial studies—Methods and approaches to study the interaction between natural products. *Plant. Med.* 2011, 77, 1168–1182.
3. Karlsen J. Encapsulation and other programmed release techniques for essential oils and volatile terpenes. In *Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications*; Başer, K.H.C., Buchbauer, G., Eds.; CRC Press, Taylor and Francis Group: London, UK, 2011.

Васильева В.О.

Научный руководитель: Кузьмин М.В., канд. хим. наук,
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОМОТОРОВ АДГЕЗИИ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ФТОРСИЛИКОВЫХ РЕЗИН

Аннотация. *Синтезированы новые кремнийорганические промоторы адгезии взаимодействием 3-аминопропилтриметоксисилана с моноэтаноломином.*

Ключевые слова: *промотор адгезии, фторсиликоновая резина, синтез*

Большинство полимерных композиционных материалов представляют собой сложные конструкции, состоящие из материалов с различными физико-механическими характеристиками. Наиболее сложными материалами являются резино - металлические изделия. Использование металлической арматуры обеспечивает изделию высокую прочность, повышенную жесткость и сопротивление деформированию. В качестве полимерного материала используются фторсиликоновые резины. Однако, особенностью данных полимеров является недостаточная адгезионная прочность к металлическим арматурам [1]. Для улучшения прочности связи фторсиликоновых резин с металлической арматурой используют промоторы адгезии. Промоторы обеспечивают более сильную адгезию фторсиликоновых резин с металлической арматурой.

В качестве промотора адгезии в промышленности широко используют карбоновые кислоты и ангидриды для усиления адгезии на металлических подложках. Предполагается, что карбоксильная группа способна образовывать комплекс с поверхностью металла, где имеет место некоторая сополимеризация. Однако, экспериментальных данных, подтверждающих сополимеризацию, мало или вообще нет. Силановые связующие агенты действуют в межфазной области, и действуют как связующий, или мостиковый агент для улучшения адгезии между двумя разнородными материалами [2]. Цианоакрилатные клеи уникальны тем, что они быстро и легко приклеиваются к различным основани-

ям. Составленные быстрорастворимые клеи состоят из чистого мономера с относительно небольшим количеством добавок [3].

В связи с вышеперечисленным, нами изучено влияние кремнийорганических соединений и их производных в качестве промоторов адгезии для фторсиликоновой резины с металлической арматурой. Алкилалкоксиланы были получены по следующей схеме:

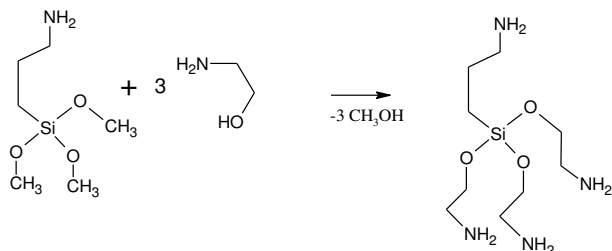


Рис. Схема получения алкилалкоксиланов

Для полученных кремнийорганических соединений изучена адгезия методом горячей вулканизации фторсиликоновой резины с металлической арматурой, с последующим исследованием полученных составов методом отрыва.

Установлено, что синтезированные кремнийорганические соединения обладают высоким сродством как к металлу, так и к фторсиликоновой резине.

Список источников

1. Гадалов В.Н., Петренко В.Р., Скрипкина Ю.В., Губанов О.М., Архипов И.К., Гвоздев А.Е., Кутепов С.Н., Калинин А.А. Композиционные металлические полимерные материалы с нано- и ультрадисперсными частицами // Известия ТулГУ. Технические науки 2021. №5. С 438.
2. Klemarczyk P., Advances in anaerobic and cyanoacrylate adhesives/ Klemarczyk P., Guthrie, J//Advances in Structural Adhesive Bonding.-2010.-p.96-131.
3. Pape G.P. Adhesion Promoters. Handbook of Adhesives and Surface Preparation-2011-p.369-386.

Градобоева Т.Е.

Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

К ВОПРОСУ О СОРБЦИИ ЦИНКА ЛИГНИНОМ ГИДРОЛИЗНЫМ

Аннотация. Изучены сорбционные свойства энтеросорбента «Полифепан», основа которого представлена лигнином гидролизным, по отношению к ионам цинка в водной среде. Экспериментально оценено влияние модуля и кислотности среды на сорбционную способность. Показана адекватность и согласованность полученных количественных характеристик (предельная сорбция, удельная поверхность) уравнений Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича для аппроксимации экспериментальных изотерм.

Ключевые слова: лигнин гидролизный, катионы цинка, сорбция, сорбционная емкость, удельная поверхность сорбента, уравнение Ленгмюра

Соединения цинка являются одними из наиболее распространенных загрязнителей, попадающих в сточные воды гальванических производств, осуществляющих оцинковку различных изделий [1], предприятий горнорудной промышленности и ряда других производств. Попадание соединений цинка в природные водоемы приводит к угнетению и гибели гидробионтов [2]. Например, сульфат цинка вызывает острое отравление карпов в концентрации 10 мг/дм³. Для очистки небольших по объему стоков, а также в целях детоксикации в последнее время эффективно применение сорбционных технологий, включая энтеросорбцию.

Настоящая работа посвящена изучению сорбции ионов цинка энтеросорбирующим средством «Полифепан», основа которого представлена лигнином гидролизным. Лигнин представляет собой природный сетчатый полимер, являющийся отходом предприятий целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, обладающий сорбционной способностью в отношении органических веществ и ионов металлов [2]. Концентрацию ионов цинка определяли фотометрически согласно [3] (рис. 1). Одним из информативных методов изучения сорбционных процессов является метод построения изотерм сорбции. В настоящей

работе использовали водные растворы $ZnSO_4$ с начальными концентрациями (C_0) от 10^{-6} до 10^{-1} М (рис. 2). Экспериментальные данные обрабатывали посредством пакетов прикладных программ Excel и Statistica 6.0.

Как оказалось, экспериментальные данные изотермы сорбции аппроксимируются прямой линией в Ленгмюровских координатах ($C_{\text{равн.}}/a$ от $C_{\text{равн.}}$, где $C_{\text{равн.}}$ — равновесная концентрация сорбируемого иона; a — значение сорбции, отвечающее $C_{\text{равн.}}$) с высокими коэффициентами детерминации, что позволило оценить такие количественные характеристики, как константа Ленгмюра (K_L), характеризующая сорбционно-десорбционное равновесие в системе, предельная сорбция ($a_{0,Zn^{2+}}$), а также удельная поверхность в набухшем состоянии. Удельную поверхность сорбента в набухшем состоянии ($S_{\text{уд.,}Zn^{2+}}$) рассчитывали в предположении о том, что площадь частицы сорбата определяется площадью гидратированного иона, что требует учёта размера молекулы воды, по формуле:

$$S_{\text{уд.,}Zn^{2+}} = \pi \cdot a_{0,Zn^{2+}} \cdot N_A \cdot (r_{Zn^{2+}} + 2 \cdot r_{H_2O})^2,$$

где $r_{Zn^{2+}}$ — кристаллографический радиус иона Zn^{2+} ; r_{H_2O} — «условный» радиус молекулы воды. Кроме того, значение параметра E_{eff} , полученное при линеаризации уравнения Дубинина-Радushkevича

$$\ln a = \ln a_0 - \left(\frac{RT}{E_{\text{eff}}} \right)^2 * \left(\frac{C_0}{C_{\text{равн.}}} \right)^2$$

в координатах $\ln a$ от $\left(\frac{C_0}{C_{\text{равн.}}} \right)^2$, свидетельствует о преобладающем вкладе физической сорбции ионов Zn^{2+} в сорбционный процесс.

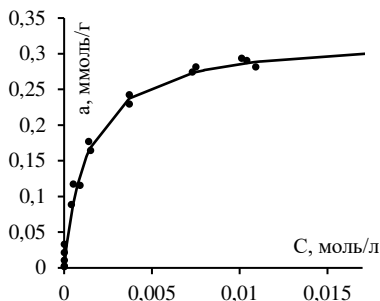


Рис. 1. Изотерма сорбции ионов цинка энтеросорбентом «Полифепан» из водных растворов ($t=20^{\circ}\text{C}$)

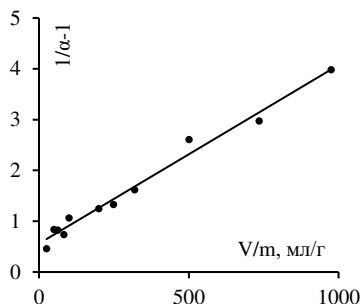


Рис. 2. Зависимость сорбции ионов Zn^{2+} из водных растворов от модуля в координатах $1/\alpha - 1$ от V/m

Для оценки оптимального расхода энтеросорбента нами было оценено влияние величины модуля раствор/сорбент (V/m , где V – объем раствора в мл, m – масса навески сорбента в г) на сорбцию ионов цинка. Обнаружено, что с ростом значения модуля, сорбционная емкость возрастает, а также высокие значения коэффициента детерминации линейной зависимости в координатах $1/\alpha - 1$ от модуля (α – степень извлечения) (рис. 2.).

Список источников

1. Тарасенко Ю.А. Энтеросорбция как метод выведения из организма тяжелых металлов и радионуклидов / Ю.А. Тарасенко, И.И. Герасенко, Н.Т. Картель // Поверхность. – 2014. - № 6. - С. 110–121.
2. ПНДФ 14.1:2.195-03 Количественный и химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов цинка в природных и очищенных сточных водах фотометрическим методом с сульфарсазеном. – М.: ФБУ «ФЦАО», 2012. – 18 с.
3. 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.

Григорьева А.А., Егоров Е.Н.

Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИИЗБУТИЛЕНОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

Аннотация. *Исследовано влияние полиизобутиленов на физико-механические свойства резины на основе каучуков общего и специального назначения.*

Ключевые слова: *полиизобутилены П-30 и П-200, каучуки общего и специального назначения, резина, физико-механические свойства*

При изготовлении резинотехнических изделий применяют десятки различных каучуков и ингредиентов. Сочетая разные каучуки и ингредиенты, получают резиновые смеси и резины с улучшенными технологическими и физико-механическими свойствами [1-4]. В связи с этим нами изучено влияние полиизобутиленов марок П-30 и П-200 на физико-механические характеристики резины на основе каучуков общего и специального назначения. Основой исследуемой резиновой смеси с серной вулканизирующей системой служили синтетические каучуки общего (дивинилстирольный ДССК-628 В) и специального (хлорбутил ХБК-139) назначения. Резиновая смесь также включала следующие ингредиенты: серу, тиазол 2 МБС, белила цинковые, стеариновую кислоту, дифенилгуанидин, нафтам-2, битум, канифоль, фактис, технические углероды П 514 и П 803 и другие ингредиенты. Резиновую смесь готовили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре 60-70 °С в течение 25 мин. Стандартные образцы для определения физико-механических показателей вулканизовали при температуре 150 °С в течение 30 мин. в вулканизационном прессе Р-V-100-3RT-2-PCD. Первый вариант резиновой смеси не содержал полиизобутилены, второй – четвертый варианты содержали 5,0; 10,0 и 15,0 мас. ч. полиизобутилена П-30, пятый – седьмой варианты содержали полиизобутилен П-200 в тех же количествах. В таблице приведены физико-механические свойства разных вариантов резины.

Из данных таблицы следует, что по мере возрастания содержания полиизобутиленов происходит уменьшение условной прочности при растяжении резины и увеличение её относительного удлинения при разрыве.

Таблица. Физико-механические свойства разных вариантов резины

Показатель	Варианты резиновой смеси						
	1	2	3	4	5	6	7
f_p , МПа	5,8	5,3	4,9	4,5	5,5	5,0	4,8
ε_p , %	380	400	420	450	390	410	430
H , ед. Шор А	56	53	52	51	55	53	52
B , кН/м	27	24	23	21	25	24	23
S , %	22	21	21	21	21	21	22
Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ε_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость; B – сопротивление раздиру; S – эластичность по отскоку.							

Установлено, что при содержании полиизобутиленов в количестве от 20,0 до 30,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков наблюдается значительное ухудшение физико-механических свойств резины. Таким образом, увеличение содержания полиизобутиленов от 5,0 до 15,0 мас. ч. приводит к допустимому уменьшению физико-механических показателей резины. Причем резина, содержащая полиизобутилен П-200, обладает улучшенными физико-механическими свойствами, по сравнению с резиной, включающей полиизобутилен П-30.

Список источников

1. Каблов В.Ф. Современные тенденции эволюции рецептов резин // Каучук и резина. 2018. № 5. С.14-16.
2. Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Григорьев В.С., Сандалов С.И., Кольцов Н.И. Влияние хлорбутилкаучука на динамические свойства резины на основе каучуков общего назначения // Российский химический журнал. 2022. Т. 66. № 1. С. 29-34.
3. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Саломатина Е.В., Матюнин А.Н. Влияние полиизобутилена на физико-механические, эксплуатационные, диэлектрические и динамические свойства резины для прокладок рельсовых креплений // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2022. Т. 65. № 5. С. 94-102.
4. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Сандалов С.И., Григорьев В.С., Кольцов Н.И., Ворончихин В.Д. Исследование влияния кремнекислотного наполнителя Silica 1165 на свойства резины для прокладок рельсовых креплений // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2022. Т. 15. № 1. С. 110-117.

Захаров Д.Е., Михайлова С.Ю.,
Зиновьева Е.Г., Кравченко Г.А., Ефремов Д.А., Калинин А.Г.
Научный руководитель: Зиновьева Е.Г., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

СТОЙКОСТЬ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ К НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Аннотация. В работе представлены результаты по изучению устойчивости различных теплоносителей к действию напряженности электрического поля.

Ключевые слова: теплоносители, напряженность электрического поля, силовые модули, удельная электропроводность, тонкослойная хроматография

В продолжении ранее начатых авторами исследований [1-7] по изучению свойств и подбору теплоносителей для гибридных медно-алюминиевых охладителей, полученных по технологии сварки трением с перемешиванием, целью работы является изучение стойкости теплоносителей к действию напряженности электрического поля. Поскольку охладители планируется применять для охлаждения силовых полупроводников, работающих под напряжением, то изучение устойчивости теплоносителей в этих новых условиях, становится актуальным.

Нами был проведен сравнительный анализ образцов до и после влияния напряженности электрического поля, которое создавали на установке АИИ-70, предназначенной для испытания изоляции силовых кабелей, оборудования и твердых диэлектриков повышенным напряжением постоянного и переменного тока. В качестве критериев оценки были выбраны: визуальный контроль изменения цвета и вязкости, показатель преломления, плотность, удельное электрическое сопротивление и результаты тонкослойной хроматографии.

Установлено, что исследуемые образцы сохраняют свой внешний вид после воздействия напряженности электрического поля. В зависимости от природы теплоносителя меняется значение удельной электропроводности. Показано, что более стойкими по всем изученным параметрам являются высокотемпературные теплоносители.

Таким образом, по результатам физико-химических испытаний можно проводить сравнительный контроль качества теплоносителей и определять сроки их своевременной замены при работе в модулях силовых установок.

Список источников

1. 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.
2. Калинин А.Г., Васильев П.А., Михадаров Д.Г., Васильев И.Н., Зиновьева Е.Г., Бакшаев В.А., Байков А.А., Иванов О.Г. Охладитель для силовых полупроводниковых модулей. Патент RU 217997 U1 от 28.04.2023. Заявка на полезную модель № 2023102583 от 20.01.2023.
3. Михадаров Д.Г., Калинин А.Г., Васильев И.Н., Зиновьева Е.Г., Петросов Ю.М., Васильев П.А. Естественная термопара "сталь-медь" для фрикционных сварочных технологий // Электротехника. 2023. № 8. С. 14-17.
4. 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.
5. Зиновьева Е.Г., Михадаров Д.Г., Калинин А.Г. Применение жидких теплоносителей для металлоконструкций и сооружений // Сб. материалов IX Всерос. конф., посв. 55-летию Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды». Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2022. С. 16.
6. Изучение свойств теплоносителей на водно-органической основе / А. Н. Трилинская, Е. В. Смирнов, Т. А. Осипов [и др.] // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2022. – № 1. – С. 158-159. – EDN HSBFFI.
7. 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.

Зыбина А.С., Иванова А.А., Кудрявцева К.С., Шаршов А.Н.
Научный руководитель Красильникова С.В., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. *Статья посвящена изучению сорбционным методом гигроскопичности строительных материалов и определению их пригодности к использованию в строительных работах.*

Ключевые слова: *гигроскопичность, штукатурка, затирка, цемент*

Гигроскопичность – одно из важнейших свойств строительных материалов, определяющее их способность сорбировать влагу из окружающей среды. При выполнении строительных работ важно знать, насколько интенсивно материал может поглощать влагу, потому что ее избыток может привести к самым неприятным последствиям, таким как деформация конструкций, образование плесени и т.д.

В качестве объектов исследования гигроскопических свойств использовались: штукатурка гипсовая «ВОЛМА-Слой», затирка для узких швов «Ceresit CE 33 Super» и цемент для ответственных строительных работ «ЦЕМ II/A-П 42,5Н».

Для определения сорбционной влажности строительных материалов использовали эксикаторный способ по ГОСТ 24816 или EN ISO 12571.

Для снятия изотерм сорбции навески образцов высушивались до постоянной массы при температуре 180°C в течение 4 часов, затем увлажнялись до определенной степени влажности в эксикаторах при различных фиксированных p/p_s в течение 28 дней. Влагосодержание определялось весовым способом по формуле:

$$a = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1},$$

где a – количество сорбированной воды (г/г),

m_1 – масса пустого бюкса (г),

m_2 – масса бюкса с влажным образцом (г),

m_3 – масса бюкса с абсолютно-сухим образцом (г).

В результате были получены изотермы сорбции, которые представлены на рисунке 1.

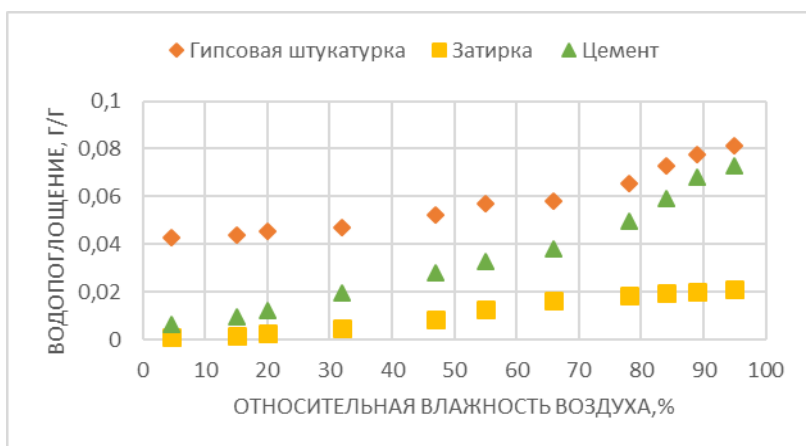


Рис. 1. Изотермы сорбции паров воды строительными материалами

Для образцов штукатурки водопоглощение даже при низкой влажности воздуха на порядок выше, чем для затирки и цемента при той же влажности воздуха. Это говорит о повышенных гигроскопических свойствах гипсовой штукатурки. Данный факт следует учитывать при выполнении отделочных работ. Поэтому гипсовую штукатурку «ВОЛМА-Слой» не следует применять для отделки помещений с повышенной влажностью воздуха, например, в бассейнах и ванных комнатах. Также не следует её использовать для отделки фасадов, которые подвержены периодическим увлажнениям. Повышенная гигроскопичность гипсовых материалов объясняется увеличением объема гипса при поглощении влаги и его пористостью. Существенным достоинством гипсовых штукатурок является их способность регулировать влажностный режим помещений и, следовательно, обеспечивать в них комфортную атмосферу.

Затирка для плитки «Ceresit CE 33 Super» как смесь цемента, минеральных наполнителей, пигментов и полимерных модификаторов обладает низкими гигроскопическими свойствами. Значения влагосодержания затирки для узких швов сравнительно небольшие, что позволяет делать вывод о том, что адсорбционные взаимодействия молекул воды осуществляются с немногочисленными активными центрами сорбции, что указывает на малую удельную поверхность данного материала.

Учитывая это, можно рекомендовать данный материал для проведения отделочных работ в помещениях с повышенной влажностью.

Цемент при низкой влажности воздуха имеет небольшое значение водопоглощения, но с увеличением влажности воздуха его значение значительно увеличивается, поэтому можно сказать, что цемент для ответственных строительных работ «ЦЕМ II/A-П 42,5Н» не следует использовать при повышенной влажности.

Таким образом, из трех исследованных нами образцов строительных материалов, наибольшее значение влагосодержания у гипсовой штукатурки, а наименьшее – у затирки. Из этого следует, что затирку мы можем использовать в помещениях с высокой влажностью, а цемент и штукатурку нет. Хранить последние следует в помещениях с невысокой относительной влажностью воздуха в закрытой упаковке.

Список источников

1. https://arlind.ru/PDF/Stroimat/Ceresit/CE_33_Super.pdf
2. <https://www.volma.ru/production/catalog/plaster/volma-sloy/>
3. <https://vossmes.ru/cem-ii-a-p-425n/>

УДК 547.1'128

Иванов Р.С.

Научный руководитель: Кузьмин М.В., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

СИНТЕЗ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ СЛОЖНЫХ ПОЛИЭФИРОВ

***Аннотация.** Синтезированы и исследованы свойства кремнийсодержащих сложных полиэфиров. Для полученных полиэфиров были определены параметры вязкости, среднемассовой молекулярной массы, гидроксильного числа и остаточного кислотного числа.*

***Ключевые слова:** кремнийсодержащие сложные полиэфиры, синтез*

В настоящее время в автомобильной промышленности и строительной отрасли получили большое практическое применение полиуретаны [1-3]. Они обладают высокими значениями прочности, хорошей устойчивостью к истиранию и механическим воздействиям, набуханию в маслах и растворителях. Однако, полиуретаны известны своей низкой

термостабильностью и склонностью к термической и термоокислительной деструкции, что ограничивает интервал температурной эксплуатации [4, 5]. Эти свойства можно улучшить за счет использования при синтезе полиуретанов кремнийорганических сложных полиэфиров [6]. В связи с этим, в данной работе синтезированы и исследованы свойства новых кремнийсодержащих полиэфиров.

Нами были синтезированы сложные кремнийсодержащие полиэфиры методом поликонденсации. При синтезе использовались следующие соединения: адипиновая кислота, диэтиленгликоль и дифенилсиландиол в разных мольных соотношениях в присутствии кислотного катализатора. Реакцию проводили в две стадии по следующей схеме:

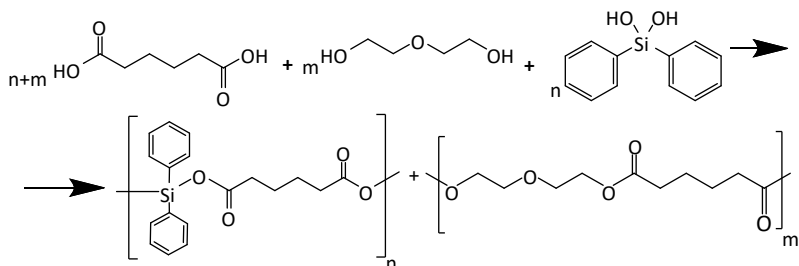


Рис.1. Схема синтеза кремнийсодержащего сложного полиэфира

Первая стадия сопровождалась отгонкой воды при температуре до 190 °С в течение 6 часов в токе инертного газа в среде ароматического растворителя. Вторая стадия заключалась в отгонке воды и остатков гликоля в условиях пониженного давления при температуре 130 °С в течение 15 часов. За ходом реакции следили методом определения кислотного числа реакционной смеси согласно ГОСТ 25210-82. Сложные полиэфиры были синтезированы при различном мольном соотношении реагирующих групп. Содержание гидроксилсодержащего компонента варьировали от 1,2 до 1,625 кратного избытка.

Для полученных полиэфиров были определены следующие физико-химические параметры: динамическая вязкость (мПа·с), остаточное кислотное число (мг КОН/г), гидроксильное число (мг КОН/г) и среднечисловая молекулярная масса (M_w). Строение синтезированных соединений было подтверждено методом ИК-спектроскопии.

В дальнейшем данные полиэфиры будут использоваться при получении полиуретанов двухстадийным методом.

Список источников

1. Илларионов В.А., Малозёмов О.Ю. Полимеры в автомобилестроении // Теория и практика современной науки. 2021. № 12. С 144-150. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimery-v-avtomobilestroenii> (Дата обращения 16.03.2024).
2. Мазурин В.Л. Полиуретан как конструкционный материал XXI века // Глобальная энергия. 2013. № 2. С 165-170.
3. Куркин А.И., Надршина Э.М., Хакимуллин Ю.Н., Палютин Ф.М. Применение полиуретановых материалов в строительстве // Вестник Казанского технологического университета. 2006. № 2. С 160-161.
4. Нестеров С.В., Бакирова И.Н., Самуилов Я.Д. Термическая и термоокислительная деструкция полиуретанов: механизмы протекания, факторы влияния и основные методы повышения термической стабильности. Обзор по материалам отечественных и зарубежных публикаций // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 14. С 10-23.
5. Горяйнов Г.И., Саракуз О.Н. Модификация полиуретановых эластомеров кремнийсодержащими наночастицами с гидроксильными функциональными группами // Естественные и математические науки в современном мире. 2014. № 18. С 199-206.
6. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксисиланом с повышенными эксплуатационными свойствами // Строительные материалы. 2012. № 4. С 60-61.

УДК 678.7

Иванова Е.С., Капитонова М.А.

Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ КАУЧУКОВ И СЭВИЛЕНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ

***Аннотация.** Исследовано влияние дивинилстирольных каучуков, хлорбутилкаучука и сэвилена 11808-340 на физико-механические свойства резины.*

***Ключевые слова:** дивинилстирольные каучуки, хлорбутилкаучук, сэвилен, резина, физико-механические свойства*

В настоящее время для изготовления резинотехнических изделий применяются резиновые смеси на основе каучуков общего и специального назначения [1, 2]. Однако в связи с повышением требований к этим изделиям актуальна разработка резин с улучшенными физико-механическими свойствами. В основном такие резины готовятся на основе дивинилстирольных каучуков [3]. Известно, что введение сэйвилена (сополимер этилена и винилацетата) в резиновые смеси позволяет получать резины с хорошими физико-механическими свойствами [2]. В связи с этим нами исследовано влияние сэйвилена 11808-340 на свойства резины на основе дивинилстирольных каучуков (ДССК-628В, СКМС-30АРК) и хлорбутилкаучука ХБК-139. В состав резиновой смеси также входили следующие компоненты: вулканизующий агент – сера; ускорители вулканизации – тиазол 2МБС, гуанид Ф; активаторы вулканизации – белила цинковые, стеарин; антиоксидант – нафтам-2; наполнители – технические углероды П 514 и П803 и другие ингредиенты. Изготовление резиновой смеси осуществлялось на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Затем она вулканизовалась в прессе Р-V-100-3RT-2-PCD при 150°C. В таблице приведены результаты исследования физико-механических свойств вулканизатов с различным содержанием каучуков и сэйвилена 11808-340.

Из данных таблицы следует, что при равномассовой замене СКМС–30 АРК на ДССК-628В условная прочность при растяжении вулканизатов возрастает, а относительное удлинение при разрыве уменьшается.

Таблица. Варианты и физико-механические свойства вулканизатов

Компоненты, мас. ч.	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
ХБК-139	25,0	25,00	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
СКМС-30 АРК	75,0	75,00	75,0	75,0	-	-	-
Сэйилен 11808-340	-	5,00	10,0	15,0	5,0	10,0	15,0
ДССК-628В	-	-	-	-	75,0	75,0	75,0
Физико-механические свойства вулканизатов							
f_p , МПа	3,3	3,0	2,8	2,6	5,3	5,0	4,9
ϵ_p , %	520	530	540	580	440	450	470
H , ед. Шор А	58	58	58	58	55	54	55
H_I , по ИСО	54	53	54	55	50	51	51
B , кН/м	28	29	25	23	27	26	25
S , %	30	30	31	31	19	21	22

Примечание: f_p – условная прочность при растяжении; ε_p – относительное удлинение при разрыве; H – твердость по Шору А; H_I – твердость по ИСО; B – сопротивление раздиру; S – эластичность по отскоку.

Введение сэвилена приводит к незначительному уменьшению условной прочности при растяжении и возрастанию относительного удлинения при разрыве. Таким образом, резина на основе комбинаций каучуков ДССК-628 В (75,0 мас. ч.) и ХБК-139 (25,0 мас. ч.), содержащая 5,0 мас. ч. сэвилена 11808-340, характеризуется лучшими физико-механическими показателями.

Список источников

1. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Сандалов С.И., Кольцов Н.И. Исследование эксплуатационных и динамических свойств резины для изделий, работающих в морской воде // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. № 11. С. 96-102.
2. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Сандалов С.И., Ворончихин В.Д., Кольцов Н.И. Исследование динамических свойств стойкой к морской воде резины // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2021. Т. 14. № 1. С. 38-44.
3. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины. М.: Химия, 1978. 528 с.

УДК 661.931

Иванова Л.А.

Научный руководитель: Тарасенко Е.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Рассмотрено использование электролиза для получения водорода.

Ключевые слова: энергетическая промышленность, электролиз, вода, водород.

Электролиз – это совокупность электрохимических окислительно-восстановительных процессов, происходящих при прохождении постоянного электрического тока через электролит с погруженными в него электродами [1]. Электролиты – это вещества, водные растворы (или

расплавы) которых содержат подвижные ионы и вследствие этого проводят электрический ток. Подвижные ионы электролит получает за счёт электролитической диссоциации – процесса, при котором под влиянием полярных молекул воды образуются свободно движущиеся ионы (положительно заряженные катионы и отрицательно заряженные анионы).

Процесс электролиза имеет большое применение в промышленности. Электролиз используют для:

1. получения многих веществ (активные металлы, водород, галогены, щёлочи, а также металлы: бериллий, титан, уран);
2. получения и очистки (рафинирования) металлов;
3. гальванопластики;
4. гальваностегии;
5. очистки сточных вод.

Рассмотрим теорию данного процесса. При электролизе положительные ионы движатся к катоду (отрицательному электроду), а отрицательные ионы – к аноду (положительному электроду). На электродах ионы разряжаются, то есть на катоде катионы восстанавливаются, присоединяют электроны. А на аноде происходит окисление анионов, они отдают электроны аноду.

Чем электролиз может быть полезен в энергетической промышленности? Ответ очень прост: данным процессом можно добывать «зелёный» водород. Отрасль энергетики, основанная на использовании водорода, называется водородной энергетикой. Водород может быть использован для производства и потребления энергии, так как имеет большую теплоту сгорания, а в результате сгорания в кислороде образуется вода. Также водородом можно заменить моторное топливо большинства автомобилей. Использование водородных топливных элементов приведет к снижению количества вредных выбросов в атмосферу.

Водород – это самый распространенный элемент во Вселенной. Он составляет около 90% массы Солнца и многих звезд и межгалактического газа. В земной коре водорода немного – 1% по массе, что объясняется лёгкостью его атомов. На Земле водород присутствует только в виде соединений — как неорганических (вода), так и органических. В виде простого вещества водород практически не встречается. В небольших количествах водород может входить в состав вулканических газов. Простое вещество водород представляет собой двухатомную молекулу H_2 , в которой атомы связаны между собой ковалентной неполярной связью.

Промышленные методы получения водорода [2]:

1. конверсия природного газа: $CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2$;
2. газификация угля: $\leftrightarrow$;
3. электролиз воды: .

Экономически наиболее выгодно получение водорода из ископаемых природных источников – угля и природного газа. Однако, в результате электролиза получается более чистый водород.

Почему мы взяли водный раствор, а не чистую воду? Вода – слабый электролит, поэтому для проведения электролиза в воду добавляют вещества, увеличивающие ее электропроводность. На роль такого электролита подходят соединения щелочных и щелочно-земельных металлов. В промышленности в настоящее время используют практически только щелочные электролиты: водные растворы едкого калия (KOH) или едкого натра (NaOH).

Сейчас электролиз воды для получения водорода используется такими компаниями, как:

1. Toshiba (построила самый крупный в мире опытный завод Fukushima Hydrogen Energy Research Field, FH2R по производству водорода электролизом, который питается энергией солнечной электростанции).
2. Linde PLC (к началу 2021 года Linde PLC построила более 140 000 водородных заправочных станций по всему миру).

Водород уже используется в транспорте (морской и воздушный транспорт, автомобили, автобусы, поезда, беспилотники и др. мелкие конструкции), электростанции и т.д. Это и транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания и с водородными топливными элементами.

Недостатки водородных технологий:

1. Водород пожаро- и взрывоопасен.
2. Высокая летучесть водорода.
3. Сложность хранения.
4. Высокая стоимость электролитического способа получения.
5. Отсутствие водородной инфраструктуры.

Выводы

1. Электролиз воды может внести значительный вклад в улучшение экологии.
2. «Зелёное» водородное топливо может стать серьёзным соперником для любого вида топлива.
3. Транспорт на водородном топливе может конкурировать даже с обычными электромобилями.

Список источников

1. Химическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1988-1998.
2. Радченко Р.В. Водород в энергетике: учеб. Пособие / Р.В. Радченко, А.С. Мокрушин, В.В. Тюльпа. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014 – 229 с.

Ильина Ю.А.

Научные руководители: Егоров Е.Н., канд. хим. наук, доцент,

Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ КАУЧУКОВ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

***Аннотация.** Исследовано влияние наполнителей на реометрические свойства резиновой смеси на основе каучуков общего и специального назначения.*

***Ключевые слова:** наполнители, каучуки общего и специального назначения, резиновая смесь, реометрические свойства*

В настоящее время одним из эффективных способов модификации резиновых смесей является введение в их состав наполнителей, которые способствуют улучшению технологических свойств смесей [1-3]. В связи с этим, в данной работе изучено влияние различных наполнителей на реометрические характеристики резиновой смеси на основе каучуков общего и специального назначения.

Исследуемая резиновая смесь на основе бутадиен-метилстирольного СКМС-30АРК, изопренового СКИ-3 и бутадиен-нитрильного NBR-6280 каучуков включала вулканизирующие агенты – серу, N,N'-дитиодиморфолин; ускорители вулканизации – N-циклогексил-2-бензотиазол сульфенамид, тиурам Д; активаторы вулканизации – оксид цинка, стеариновую кислоту; мягчитель – канифоль, противостарители – N-фенил-N'-изопропил-пара-фенилендиамин, ацетонанил Н, воск ЗВ-П; наполнители – Zeosil 1165 MP, технический углероды N 220 и П 514, каолин, *транс*-полинонборборнен и другие ингредиенты. Первый вариант резиновой смеси изготавливали с использованием каолина. Во втором – пятом вариантах была произведена равномассовая замена каолина на следующие наполнители: продукт РГ-96П-10 (карбон 100), диатомит NDP-D-400, мел природный и шунгит, содержание которых составило 5,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков. Резиновую смесь готовили на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160 при температуре валков 60-70 °С в течение 25 мин. Реометрические показатели резиновой смеси исследо-

вались на реометре MDR 3000 Basic при 143 °С в течение 40 мин. На рисунке представлены реометрические характеристики исследуемой резиновой смеси.

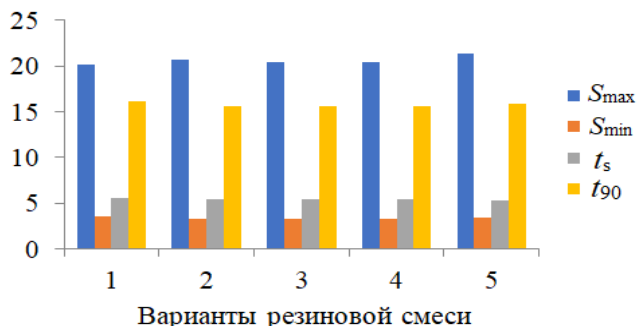


Рис. Реометрические показатели резиновой смеси ($S_{\max}$ – максимальный крутящий момент; $S_{\min}$ – минимальный крутящий момент; t_s – время начала вулканизации; t_{90} – оптимальное время вулканизации)

Как видно из рисунка, замена каолина на вышеперечисленные наполнители приводит к увеличению максимального крутящего момента, уменьшению минимального крутящего момента, времени начала и оптимума вулканизации. Показано, что улучшенными технологическими свойствами обладает резиновая смесь, содержащая продукт РГ-96П-10 (карбон 100).

Список источников

1. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных. Казань: КГТУ, 2010. Ч. 1. - 505 с.
2. Егоров Е.Н., Ушмарин Н.Ф., Сандалов С.И., Григорьев В.С., Кольцов Н.И., Ворончихин В.Д. Исследование влияния кремнекислотного наполнителя Silica 1165 на свойства резины для прокладок рельсовых креплений // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия. 2022. Т. 15. № 1. С. 110-117.
3. Egorov E.N., Sandalov S.I., Kol'tsov N.I. Study of the influence of dispersed fillers on properties of rubber for gaskets of rail fastening // Materials Physics and Mechanics. 2023. V. 51. N 6. P. 119-126.

Кощенко С.И., Семенова Н.А.

Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ СЭВИЛЕНА НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ

Аннотация. Изучено влияние сэвилена 11808-340 на реометрические свойства резиновой смеси на основе комбинации бутадиен-нитрильного и бромбутилового каучука.

Ключевые слова: сэвилен 11808-340, бутадиен-нитрильный и бромбутиловый каучуки, резиновая смесь, реометрические свойства

Бутадиен-нитрильные каучуки обладают высокими технологическими свойствами и используются в производстве резинотехнических изделий, которые применяются в нефтегазовой промышленности. Однако в условиях воздействия высоких температур эти каучуки теряют стойкость к воздействию нефтепродуктов, что приводит к снижению физико-механических свойств резинотехнических изделий. Для улучшения эксплуатационных свойств резинотехнических изделий в резиновые смеси вводятся различные технологические добавки. Среди них следует выделить сэвилены (сополимеры этилена и винилацетата), которые позволяют повысить как технологические, так и физико-механические свойства резин. В связи с этим нами исследовано влияние сэвилена 1188-340 на реометрические свойства резиновой смеси на основе бутадиен-нитрильного СКН-4045 и бромбутилового ББК-232 каучуков. Первый вариант резиновой смеси был базовым, не содержащим сэвилена 11808-340. Второй, третий и четвертый варианты резиновой смеси соответственно содержали сэвилен 11808-340 в количестве 5,0, 10,0 и 15,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков. Изготовление резиновой смеси осуществлялось путем смешения каучуков и ингредиентов на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Реометрические свойства резиновой смеси исследовались на реометре MDR 3000 Basic фирмы «Мон Тесч» при 150°C в течение 30 мин. На рисунке представлены полученные вулканизационные кривые для разных вариантов резиновой смеси.

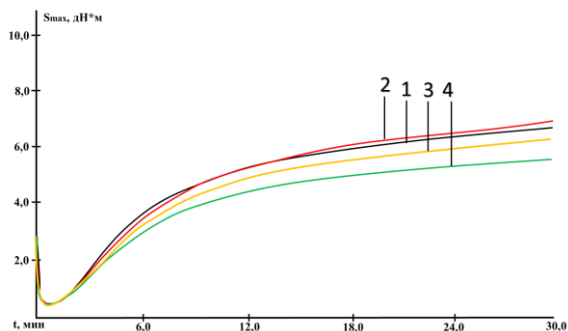


Рис. Кривые вулканизации резиновой смеси
(номера кривых соответствуют номерам вариантов)

В таблице приведены реометрические свойства резиновой смеси, полученные на основе кривых вулканизации.

Таблица. Реометрические свойства различных вариантов резиновой смеси

Показатели	Варианты резиновых смесей			
	1	2	3	4
S_{max} , дН·м	6,84	6,98	6,28	5,60
S_{min} , дН·м	0,76	0,79	0,76	0,78
ΔS , дН·м	6,18	6,19	5,52	4,82
t_s , мин	19,82	20,02	20,09	19,35
t_{90} , мин	2,71	3,09	2,72	2,99
Примечание: S_{max} и S_{min} – максимальный и минимальный крутящие моменты; $\Delta S = S_{max} - S_{min}$; t_s и t_{90} – времена начала и оптимума вулканизации.				

Из приведенных в таблице данных следует, что при содержании сэвилена, большем 5,0 мас. ч., наблюдается уменьшение значений максимального крутящего момента и его разности с минимальным крутящим моментом. Следовательно, соотношение каучуков и сэвилена во втором варианте является оптимальным, т.к. по сравнению с остальными вариантами практически все его показатели наибольшие, что говорит о лучших реометрических свойствах резиновой смеси при содержании сэвилена 11808-340 в количестве 5,0 мас. ч.

Макарова С.Ю., Кириллов А.А., Кузьмин М.В.
Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

КРЕМНИЙУРЕТАНСОДЕРЖАЩИЕ ОЛИГОМЕРЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТИЛФЕНИЛСИЛОКСАНА

Аннотация. Проведена химическая модификация полиметилфенилсилоксана изоцианатами. Изучены физические свойства полученных кремнийуретансодержащих олигомеров.

Ключевые слова: полиметилфенилсилоксан, изоцианаты, кремнийуретансодержащие олигомеры

Известно, что покрытия на основе полиметилфенилсилоксана (ПМФС) обладают такими уникальными свойствами, как термостойкость, химическая инертность, электроизоляционные качества и т.д. В тоже время они хрупки и недостаточно эластичны [1-2]. Перспективным направлением улучшения качества и эксплуатационных свойств полимерных кремнийсодержащих покрытий является химическая модификация исходных олигомеров диизоцианатами различного строения [3]. В качестве модифицирующих веществ ПМФС использовали изофорондиизоцианат (ИФДИ), 2,4-толуидендиизоцианат (ТДИ), 1,6-гексаметилендиизоцианат (ГМДИ) при мольном соотношении 1:0,25. Модификацию ПМФС проводили в течение 3 часов при температурах 30, 50 и 80°C. Для полученных кремнийуретансодержащих олигомеров КУО-И, КУО-Т и КУО-Г определяли динамическую вязкость (η) на ротационном вискозиметре типа МТ202-2 с номером шпинделя 1 и скоростью его вращения 60 об/мин, массовую долю нелетучих веществ (МДНВ) по ГОСТ 31939-2022, плотность (ρ) по ГОСТ 31992.1-2012 и время высыхания (t) при 20°C по ГОСТ 19007-73. Результаты исследования перечисленных характеристик для ПМФС и кремнийуретансодержащих олигомеров на его основе представлены в таблице.

Из данных таблицы следует, что полученные олигомеры по сравнению с ПМФС обладают большими величинами динамической вязкости и МДНВ. При этом плотности и время высыхания олигомеров имеют меньшие значения. Олигомер КУО-И, в отличие от олигомеров КУО-Т и КУО-Г, характеризуется лучшими физическими свойствами.

Таблица. Физические свойства ПМФС
и кремнийуретансодержащих олигомеров

Параметры	ПМФС	КУО-И	КУО-Т	КУО-Г
η , МПа*с	28,6	1165	31,2	494
ρ , г/см ³	1,032	1,007	0,947	0,950
МДНВ, %	53	71	63	60
t, ч	24	12	18	14,5

Полученные кремнийуретансодержащие олигомеры будут использованы для создания термостойких лакокрасочных покрытий.

Список источников

1. Андриянов К.А. Кремнийорганические соединения, М.: ГНТИХЛ.1955. 520 с.
2. Чухланов В.Ю., Селиванов О.Г. Диэлектрические свойства герметизирующей композиции на основе эпоксидиановой смолы, модифицированной полиметилфенилсилоксаном, в сантиметровом СВЧ-диапазоне // Клеи. Герметики. Технологии. 2015. № 3. С. 6-10.
3. Кириллов А.А., Елисеев Д.Ю., Кузьмин М.В., Кольцов Н.И. Лакокрасочные покрытия на основе кремнийуретансодержащих олигомеров // Актуальные проблемы науки о полимерах. Сборник трудов II Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов. Казань: 2021. С. 9.

Микутова А.Е.

Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

СОРБЦИЯ ИОНОВ КОБАЛЬТА(II) НА ЭНТЕРОСОРБЕНТЕ «ПОЛИАБСОРБИН»

Аннотация. Изучены сорбционные свойства энтеросорбента “Полиабсорбин” относительно ионов кобальта (II). Исследовано влияние модуля раствор/сорбент 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, сорбционная емкость, модель Дубинина-Радушкевича, модель Ленгмюра

Настоящая работа посвящена вопросу изучения сорбционной способности энтеросорбента торговой марки «Полиабсорбин» по отношению к ионам кобальта(II). Энтеросорбенты – группа лекарственных средств, которые обладают большой адсорбционной поверхностью, нерастворимостью в биологической среде и интактностью к слизистым оболочкам желудочно-кишечного тракта [3]. Энтеросорбенты осуществляют связывание экзогенных и эндогенных веществ в желудочно-кишечном тракте путем сорбции с последующим выведением данных веществ из организма. Несмотря на то, что кобальт является жизненно важным микроэлементом, избыточное его поступление в организм сопровождается различными нарушениями здоровья.

Сорбцию ионов кобальта проводили в статических условиях из растворов CoCl_2 с начальными концентрациями (C_0) в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ М. Для определения концентрации ионов кобальта в растворе использовали фотометрический метод [1].

Было показано, что экспериментальные изотермы сорбции ионов кобальта из водных растворов адекватно аппроксимируются линейными зависимостями в координатах модели Ленгмюра, что позволило оценить такие количественные характеристики сорбционного процесса как: Константа Ленгмюра, удельная поверхность сорбента, предельная сорбционная емкость.

Так, рассчитанная константа Ленгмюра равна 1398 л/моль, значение предельной сорбционной емкости при 20⁰С составляет порядка 2,38 мг Со(II) на 1 г сорбента, а величина удельной поверхности сорбента, оцененная при рассмотрении в качестве сорбируемой частицы гидратированного иона кобальта (II), составляет порядка 10,16 м²/г. Рассчитанная величина свободной энергии адсорбции в рамках модели Дубинина-Радушкевича (< 8 кДж/моль) свидетельствует о физической природе взаимодействия адсорбата с адсорбентом. Также установлена зависимость степени извлечения от исходной

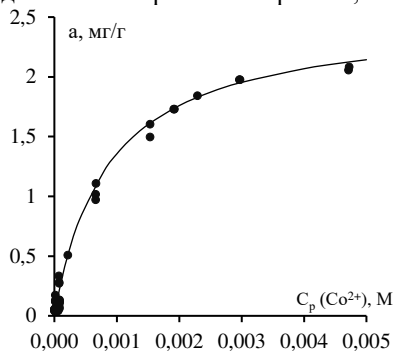


Рис. 1. Изотерма сорбции Со(II)

концентрации ионов кобальта в растворе. Значения степени извлечения, для концентраций ионов Со(II) от $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л и выше не превышают 15% при 20° С.

Для определения оптимального соотношения объема раствора к массе сорбента, обеспечивающего наиболее эффективное извлечение ионов кобальта (II), рассчитывали значения сорбции из растворов с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л в диапазоне модуля раствор/сорбент от 25 до 1000 мл/г. Экспериментально установлено, что с ростом модуля раствор/сорбент значение сорбции ионов кобальта (II) из раствора увеличивается (Рис. 2). При этом отмечается линейный характер зависимости в координатах ($1/\alpha-1$, V/m), позволяющий экспериментально рассчитать коэффициент распределения K_D , представляющий собой отношение концентрации ионов металла в фазе сорбента к концентрации ионов металла в растворе при равновесии (Рис.3).

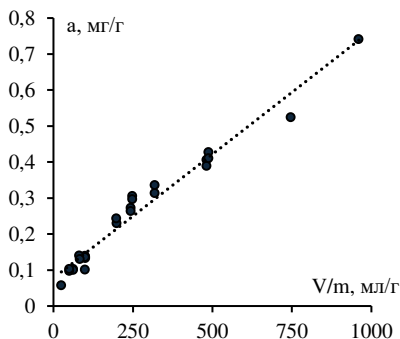


Рис. 2. Зависимость сорбционной емкости от величины модуля раствор/сорбент

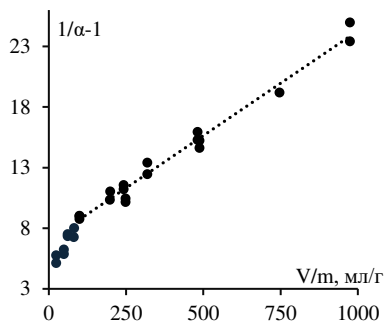


Рис.3. График зависимости величины степени извлечения ионов кобальта от величины модуля в координатах $(1/\alpha - 1)$ от (V/m)

Таким образом, в настоящей работе показана применимость уравнений Ленгмюра, и Дубинина – Радужкевича в контексте аппроксимации экспериментальных изотерм сорбции ионов Co(II) на энтеросорбенте “Полиапсорбин”, оценены значения предельной сорбционной способности и удельной поверхности, а также осуществлена качественная оценка характера взаимодействий в системе “сорбент-сорбат”.

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.

Мильзянова В.Т., Денисова О.Н.

Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЯБЛОЧНОМ СОКЕ И СОКЕ ЦИТРУСОВЫХ

Аннотация. *Проведено сравнительное изучение содержания витамина С в свежесвыжатом и пакетированном яблочном соке, в апельсиновом, мандариновом и лимонном свежесвыжатых соках. Проверена устойчивость аскорбиновой кислоты к кратковременному нагреванию до температуры 100 °С.*

Ключевые слова: *витамин С, аскорбиновая кислота, биологическая роль, методы количественного определения, температурная обработка, йодометрическое титрование, сравнительное содержание*

Аскорбиновая кислота принимает участие во множестве процессов, протекающих в организме человека. Способность аскорбиновой кислоты легко окисляться и восстанавливаться определяет ее физиологическую функции. Являясь мощным антиоксидантом, предохраняет белки от окисления, принимает участие в процессах синтеза коллагена и эластина, замедляя таким образом возрастные изменения внешности человека, способствует повышению иммунитета, нормализации обмена холестерина, стимулирует деятельность эндокринных желёз и др. [1].

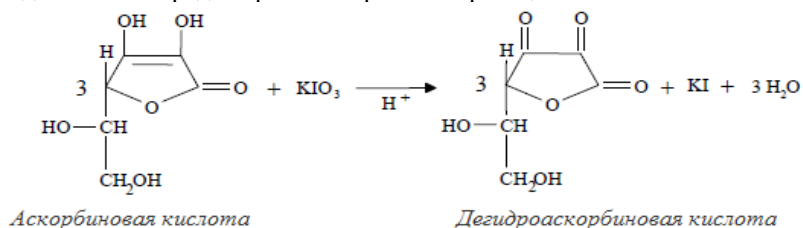
Как и все витамины, витамин С не синтезируется в организме в достаточном количестве, поэтому должен поступать с пищей или в виде препаратов. Суточная потребность взрослого человека – 90-100 мг аскорбиновой кислоты. С увеличением возраста она немного увеличивается [2].

Впервые витамин С обнаружен в лимонах, но содержится во многих фруктах, овощах и травах. Особенно высоко содержание аскорбиновой кислоты в плодах шиповника, черной смородине, облепихе и сладком перце. До 90% витамина С разрушается при хранении, замораживании и при длительной термической обработке. Например, смесь сырых измельченных овощей за 6 ч хранения теряет более половины аскорбиновой кислоты. Поэтому блюда из свежих овощей и фруктов не подлежат длительному хранению.

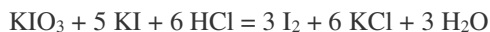
Витамин С встречается в растениях в окисленной форме – дегидроаскорбиновая кислота и восстановленной – аскорбиновая кислота. Дегидроаскорбиновая кислота витаминным действием не обладает.

Цель работы - сравнительное определение содержания аскорбиновой кислоты в пакетированном и свежевыжатом яблочном соке, а также в мандариновом, апельсиновом и лимонном свежевыжатых соках.

В работе использована фармакопейная методика определения витамина С методом йодатометрии [3]. Данный метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать йодат калия до свободного йода в кислой среде. При этом протекает реакция:



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:



Результаты определения представлены в таблице.

№	Объект исследования	Содержание витамина С, мг/100 мл сока
1	Сок яблочный пакетированный «Мой»	5,28
2	Сок яблочный свежевыжатый из зелёных яблок	21,13
3	Сок яблочный свежевыжатый из красных яблок	55,48
4	Сок мандариновый свежевыжатый	64,28
5	Сок апельсиновый свежевыжатый	56,36
6	Сок лимонный свежевыжатый	12,33

В исследовании использованы фрукты из розничной сети магазинов «Пятёрочка». Закупка всех фруктов проводилась одновременно.

Как показывают результаты эксперимента, содержание аскорбиновой кислоты в пакетированном яблочном соке в 4–10 раз (в зависимости от вида яблок) ниже по сравнению со свежевыжатым яблочным соком.

Утверждение о том, что зелёные яблоки богаче красных витамином С не соответствует действительности.

Среди соков цитрусовых самым богатым по содержанию аскорбиновой кислоты является мандариновый сок – 64,28 мг/100 мл сока. Немного уступает ему апельсиновый сок – 56,36 мг/100 мл сока. Самым бед-

ным по содержанию витамина С является лимонный сок – 12,33 мг/100 мл сока. Кислый вкус лимона связан, предположительно с высоким содержанием не аскорбиновой, а лимонной кислоты.

Кратковременное нагревание всех соков до температуры 100°C не выявило статистически значимого снижения содержания витамина С. Очевидно, что разрушение его происходит при более длительном кипячении, которое в данном исследовании не проводилось.

Список источников

1. Николаева Л.А. Биологическая роль витаминов в организме. Методы оценки витаминной обеспеченности организма человека. Методы определения витамина С : учебно-методическое пособие / Л. А. Николаева, Е. В. Ненахова ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. – Иркутск: ИГМУ, 2014. – 71 с.

2. Королев А.А. Гигиена питания: учебник.–М.: Академия, 2009.–528 с.

3 Государственная фармакопея российской федерации XII. Часть 1. - М.: Изд-во «Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2008. - 704 с.

УДК 630.1

Морозов Д.С., Денисова О.Н.

Научный руководитель: Денисова О. Н., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПУТЁМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Аннотация. Рассмотрены в сравнении некоторые виды термохимической обработки металлов для улучшения их эксплуатационных характеристик и улучшения механических и химических свойств.

Ключевые слова: химико-термическая обработка (ХТО), цементация, азотирование, карбонитрирование, оксидирование, борирование, ионная химико-термическая обработка (ИХТО), эксплуатационные характеристики

Химико-термическая обработка (ХТО) – это специальный процесс, который включает изменение химических и физических свойств металлов путем термического воздействия с применением химических реагентов. При этом происходит изменение поверхностного слоя изделия

путем преобразования химического и фазового состава. Проникая в поверхностный слой изделия, атомы насыщающего элемента образуют твёрдые растворы внедрения, а также химические соединения с металлами, составляющими основу стали или сплава.

Процесс химико-термической обработки состоит из трёх этапов:

1. *Диссоциация*. На этой стадии химические реагенты, как правило, жидкие или газообразные, разлагаются на ионы или переходят в атомарную форму под действием высокой температуры или электромагнитного поля. Это позволяет активировать реагенты.

2. *Химическая адсорбция (хемосорбция)*. При протекании этого процесса ионы или молекулы реагентов адсорбируются на поверхности металла и взаимодействуют с поверхностным слоем металла.

3. *Диффузия*. При этом происходит проникновение реагента во внутренние слои металла, образование твёрдых растворов и химических соединений. Это изменяет структуру металла, его механические и физико-химические свойства.

При использовании углерода в качестве насыщающего элемента процесс называется *цементация*. При этом на поверхности металла создаётся прочный слой, что повышает его износостойкость. Это используется при изготовлении подшипников, зубчатых передач и других изделий, подвергающихся значительному механическому воздействию.

При применении азота в качестве насыщающего элемента процесс называется *азотированием*. В процессе обработки атомы азота проникают в кристаллическую решетку металла, искажая её и создавая внутренние напряжения сжатия. Часть атомов создаёт химические соединения – нитриды, которые образуют кристаллические структуры в виде игл и глобулярных образований в поверхностном слое, уплотняя его. Обычно твёрдость нитридов металлов значительно больше, чем твердость чистого металла. Поэтому покрытие обладает повышенным внутренним напряжением сжатия в поверхностном слое. Металл после азотирования обычно используется при производстве лопастей турбин и деталей шасси.

Карбонитрирование – это химико-термический процесс насыщения поверхности сталей и азотом, и углеродом. Атомы углерода и азота диффундируют в структуру металла, создавая твердые растворы внедрения или замещения, повышая твёрдость поверхностной зоны металла. Процесс карбонитрирования производит хороший экономический эффект, поскольку даёт возможность применения недорогих, низкоуглеродистых сталей, легко поддающихся механической обработке, для придания их поверхностям свойств, характерных для более дорогих и сложных в обработке марок сталей.

Оксидирование – нагревание металла в среде, богатой кислородом. при этом на поверхности металла создается твердый поверхностный оксидный слой, который улучшает коррозионную стойкость металла. Оксидирование обычно используется при производстве деталей из нержавеющей стали.

Борирование – это процесс нагрева металла в среде, богатой бором, для создания твердого поверхностного слоя, который повышает износостойкость, коррозионную стойкость и высокотемпературную прочность металла. Подобные стали применяются для изготовления режущих инструментов, пресс-форм и турбин.

Ионная химико-термическая обработка (ИХТО) – комплекс наиболее прогрессивных, ресурсосберегающих и безотходных процессов – ионное азотирование и карбонитрирование. Процесс диффузионного насыщения осуществляется в азотсодержащей газовой среде при рабочем давлении в камере установки 0,4-10 мбар под воздействием импульсной плазмы (частота 10 кГц, напряжение 400-800 В), возникающей между катодом (деталью) и анодом (стенками вакуумной камеры). В результате физико-химических реакций, протекающих на поверхности деталей, охваченных слоем ионизированного газа, активно образуются различные модификации диффузионных покрытий, состоящие из нитридов и карбонитридов железа, хрома, ванадия, титана и других элементов. Такие покрытия в зависимости от исходной прочности металла обладают высокими качеством и служебными свойствами.

Основные преимущества ИХТО:

- ✓ экологическая чистота и безотходность производства;
- ✓ экономия электроэнергии;
- ✓ снижение себестоимости продукции;
- ✓ повышение производительности труда;
- ✓ улучшение качества покрытий;
- ✓ возможность компьютерного управления режимами ХТО.

Список источников

1. Теплухин Г.Н., Гропянов А.В. Металловедение и термическая обработка: учеб. пособие / СПбГТУ РП. - СПб., 2011. 169с.
2. Никифорова С.М. Термообработка износостойких сталей для насосов буровых установок / С.М. Никифорова, М.А. Филиппов, Г.Н.Плотников, А.С. Жилин, С.В. Беликов // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015 – № 4 – С. 116-120.
3. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 493 с.

Нигматова А.Д.

Научный руководитель: Смирнов А.К., канд. хим. наук, доцент
Марийский государственный университет

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ Cu(II)

Аннотация. Изучены сорбционные свойства энтеросорбента “Полифепан” по отношению к ионам меди (II). Оценено влияние модуля на сорбционную способность, а также рассчитаны значения предельной сорбции и удельной поверхности энтеросорбента в рамках моделей Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича.

Ключевые слова: катионы меди (II), сорбция, сорбционная емкость, удельная поверхность сорбента, модель Ленгмюра

Настоящая работа посвящена изучению сорбции ионов меди (II) энтеросорбирующим средством “Полифепан”, основа которого представлена лигнином гидролизным. Структурные единицы гидролизного лигнина представлены изолированными волокнистыми частицами с высококоразвитой поверхностью, представляющих собой агломераты упорядоченных фрагментов остаточных структур древесины с размерами от 100 до 700 мкм [1].

Сорбцию ионов Cu^{2+} проводили в статических условиях из растворов CuSO_4 с начальными концентрациями (C_0) в диапазоне от 10^{-5} до 10^{-2} моль/л. Время экспозиции энтеросорбента в исследуемых растворах составляло 24 ч. Концентрацию ионов меди (II) в растворе определяли фотометрически согласно [2]. Экспериментальные данные обрабатывали посредством пакетов прикладных программ Excel и Statistica 6.0.

Одним из информативных методов изучения сорбционных процессов является метод построения изотерм сорбции (Рис. 2). Экспериментальные изотермы в достаточно хорошей степени удовлетворяют линейным формам уравнений Ленгмюра и Дубинина-Радушкевича с высокими коэффициентами корреляции, что позволило оценить такие параметры сорбционного процесса, как константа сорбционно-десорбционного равновесия Ленгмюра (K_L), предельная сорбция ($a_{0,\text{Cu}^{2+}}$), отвечающая насыщению центров сорбции катионами металла, удельная поверхность в набухшем состоянии ($S_{\text{уд},\text{Cu}^{2+}}$), эффективная

энергия активации (E_{eff}) – параметр, косвенно дифференцирующий сорбционный процесс на физическую и химическую сорбцию.

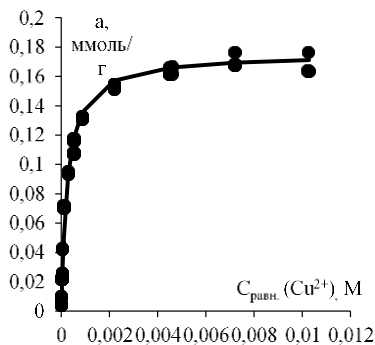


Рис. 2. Изотерма сорбции ионов Cu^{2+} энтросорбентом «Полифепан» из водных растворов

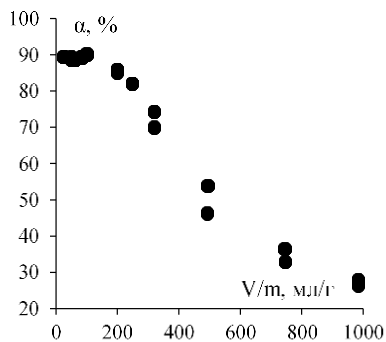


Рис. 4. Зависимость степени извлечения ионов $Cu(II)$ от модуля раствор/сорбент

Удельную поверхность сорбента в набухшем состоянии ($S_{уд.,Cu^{2+}}$) рассчитывали в предположении о том, что площадь частицы сорбата определяется площадью гидратированного иона, что требует учёта размера молекулы воды, по формуле:

$$S_{уд.,Cu^{2+}} = \pi \cdot a_{0,Cu^{2+}} \cdot N_A \cdot (r_{Cu^{2+}} + 2 \cdot r_{H_2O})^2,$$

где $r_{Cu^{2+}}$ — кристаллографический радиус иона Cu^{2+} ; r_{H_2O} — “условный” радиус молекулы воды. Оцененное в рамках модели Ленгмюра значение предельной сорбции ионов меди (II) энтросорбентом “Полифепан” составило порядка 0,171 ммоль/г при температуре 20 °С, а величина удельной поверхности сорбента, оцененная при рассмотрении в качестве сорбируемой частицы гидратированного иона меди (II) составляет порядка 44,3 м²/г.

Кроме того, значение параметра E_{eff} , полученное при использовании уравнения Дубинина-Радускевича, которое составило 3 кДж/моль,

$$\ln a = \ln a_0 - \left(\frac{RT}{E_{eff}} \right)^2 * \left(\frac{C_0}{C_{равн.}} \right)^2,$$

свидетельствует о преобладающем вкладе физической сорбции ионов $Cu(II)$ в сорбционный процесс.

Для оценки оптимального расхода энтросорбента нами было оценено влияние величины модуля раствор/сорбент (V/m , где V – объём

раствора в мл, m – масса навески сорбента в г) на сорбцию ионов ионов меди (II).

Было показано, что с ростом модуля раствор/сорбент наблюдается рост значений сорбции ионов меди (II) из раствора, а также высокие значения коэффициента детерминации линейной зависимости в координатах $1/\alpha - 1$ от модуля (α – степень извлечения). Для определения оптимального соотношения массы сорбента к объему раствора, обеспечивающего оптимальные значения степени извлечения ионов меди, были рассчитаны значения сорбции из растворов с концентрацией $2,5 \times 10^{-4}$ М в диапазоне модуля раствор/сорбент (отношение объема раствора к массе сорбента) от 25 до 1000 мл/г (Рис. 2). Экспериментально показан степенной характер роста значений сорбции ионов кобальта из раствора по мере уменьшения отношения объема раствора к массе сорбента.

Таким образом, в настоящей работе показана применимость уравнений Ленгмюра, и Дубинина – Радужкевича в контексте аппроксимации экспериментальных изотерм сорбции ионов Cu(II) на энтеросорбенте «Полифепан», оценены значения предельной сорбционной способности и удельной поверхности, а также осуществлена качественная оценка характера взаимодействий в системе “сорбент-сорбат”.

Список источников

1. Марченко Т.А. Топологическая структура макромолекул лиственных лигнинов: специальность 05.21.03 «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»: автореф. дисс. ... канд. хим. наук / Марченко Т. А.; Архангельский государственный технический ун-т. – Архангельск, 2002. – 18 с.
2. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди : национ. стандарт Рос. Федерации. : изд. официал. : утв. и введ. в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 9 окт. 1972 года № 1855-ст : дата введ. 1974-01-01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 8 с.

Сидоров Е.Н., Игнатьев В.А.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ
ОТВЕРЖДЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ
ЭПОКСИДИАНОВОЙ СМОЛЫ ЭД-22 И
ИЗО-МЕТИЛТЕТРАГИДРОФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА**

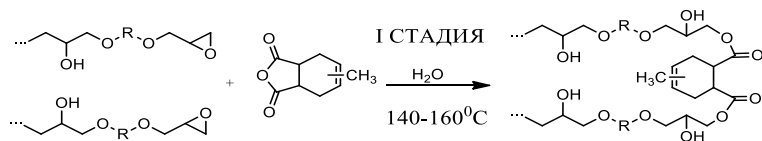
***Аннотация.** Синтезированы эпоксиангидридные композиции горячего отверждения, с использованием гидроксиэтилзамещенных мочевины в качестве катализаторов горячего отверждения, исследованы кинетические закономерности процесса.*

***Ключевые слова:** эпоксидиановая смола ЭД-22, изо-метилтетрагидрофталевый ангидрид, гидроксиаклилзамещенные мочевины, кинетические исследования*

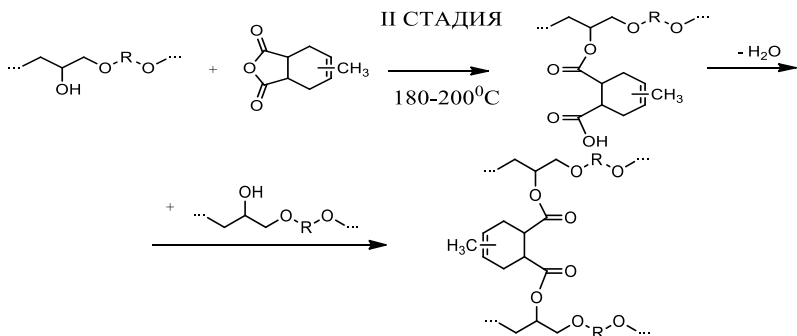
Полимерные материалы на основе эпоксидных олигомеров находят широкое применение в самых различных областях промышленности и техники. Так, система на основе эпоксидиановой смолы ЭД-22 и изо-метилтетрагидрофталевый ангидрида (изо-МТГФА), используется для изоляции высоковольтного электрооборудования, для изготовления пропиточных, заливочных и герметизирующих компаундов в радиотехнической, электротехнической отраслях. В настоящее время эпоксидные олигомеры являются одними из наиболее распространенных связующих. Материалы на их основе находят широкое применение в авиации и ракетостроении. Однако композиционные сериалы на их основе имеют недостаточно высокую ударную вязкость и их стойкость не всегда удовлетворяет высоким требованиям. Поэтому цель работы - синтез и исследование свойств эпоксидных композиций на основе олигомера ЭД-22, отвердителя горячего отверждений изо-метилтетрагидрофталевый ангидрида и гидроксиаклилзамещенных мочевины [1,2].

Известно, что при горячем отверждении эпоксиангидридных композиций без применения катализаторов реакцию проводят при достаточно высоких температурах в две ступенчатые стадии, которые протекают по следующим схемам.

I-ая стадия протекает при 140-160°C, при этом происходит присоединение ангидрида к эпоксидным группам без выделения побочных продуктов.



При температуре 180-200°C происходит II-ая стадия, в которой происходит реакция этерификации с участием гидроксильных групп дианового олигомера и ангидридных групп отвердителя. В результате этого процесса выделяется вода, и полимер приобретает сетчатую структуру.



Без использования катализатора процесс отверждения эпоксиангидридной композиции является довольно энергозатратным. Однако, при использовании гидроксиалкилзамещенных мочеви́н в качестве катализаторов, температура процессов первой и второй стадий может быть снижена на 50-60°C. Использование гидроксиалкилзамещенных мочеви́н в качестве модифицирующих добавок и катализаторов, позволяет несколько нивелировать недостатки композиций и снизить температуру процесса отверждения.

В ходе проведения кинетических исследований режима отверждения эпоксиангидридных композиций были установлены следующие данные. Наиболее оптимальным режимом, при использовании в качестве каталитических добавок, гидроксиалкилзамещенных мочеви́н является следующий процесс.

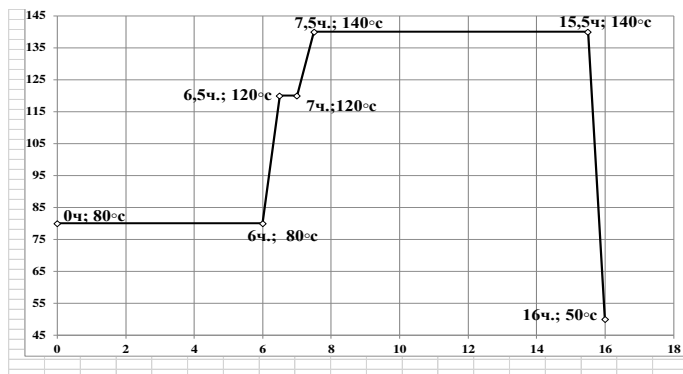


Рис. 1. Режим отверждения эпоксиангидридных композиций

Таким образом, нами синтезированы эпоксиангидридные композиции горячего отверждения с использованием гидроксиэтилзамещенных мочевинов качестве катализаторов горячего отверждения. Исследованы кинетические закономерности процесса, показано, что введение каталитических количеств гидроксиэтилзамещенных мочевинов, в эпоксиангидридные композиции ускоряет процесс образования сетчатой структуры.

Список источников

1. Игнатьев В.А., Буланова Т.Е., Кольцов Н.И., Готлиб Е.М., Вережников Л.В. / Эпоксидные композиции, модифицированные гидроксиалкилзамещенными мочевины. // Пластические массы, 2003, №7, С.35-36.
2. Игнатьев В.А., Колямшин О.А., Кузьмин М.В., Рогожина Л.Г., Кольцов Н.И. / Синтез алифатических гидроксиэтилзамещенных мочевинов // Журнал органической химии, 2015, т. 51 вып. 1, с. 123-124.

Чернова М.А., Семенова Н.А.

Научный руководитель: Кольцов Н.И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР НА РЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ РЕЛЬСОВЫХ ПРОКЛАДOK

Аннотация. *Изучено влияние полимерных микросфер на реометрические свойства резиновой смеси на основе комбинации каучуков общего и специального назначения.*

Ключевые слова: *полимерные микросферы, резиновая смесь, реометрические свойства, каучуки общего и специального назначения*

Наполнители в резине играют важную роль для улучшения ее физико-механических и эксплуатационных свойств [1]. Одними из перспективных наполнителей являются полимерные микросферы [2, 3]. В связи с этим нами исследовано влияние полимерных микросфер (Expancel 909 DU 80, Expancel 930 MB 120 и Lega Foam 120 MB) на реометрические свойства резиновой смеси на основе бутадиен-метилстирольного СКМС-30 АРК, цис-изопренового СКИ-3 и бутадиенового СКД каучуков. Эта резиновая смесь используется для изготовления рельсовых прокладок железнодорожного транспорта. Резиновая смесь содержала вулканизующие агенты (сера, N,N'-дитиодиморфолин), ускорители вулканизации (сульфенамид Ц), активатор вулканизации (цинковые белила), мягчитель (канифоль), наполнители (технический углерод N 220, каолин), полимерный наполнитель (*транс*-полинонборнен (ТПНБ)), стабилизаторы (диафен ФП, ацетонанил Н, воск ЗВ-П) и замедлитель вулканизации (N-нитрозодифениламин). Первый вариант резиновой смеси был базовым (без микросфер). Второй, третий и четвертый варианты резиновой смеси соответственно содержали микросферы Expancel 909 DU 80, Expancel 930 MB 120 и Lega Foam 120 MB в количестве 5,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучуков. Изготовление резиновой смеси осуществлялось путем смешения каучуков и ингредиентов на лабораторных вальцах ЛБ 320 160/160. Реометрические свойства резиновой смеси исследовались на реометре MDR 3000 Basic фирмы «Mon Tech». В таблице приведены результаты исследования реометрических свойств резиновой смеси.

Таблица. Результаты исследования реометрических свойств
для различных вариантов резиновой смеси

Показатели	Варианты резиновых смесей			
	1	2	3	4
S_{max} , дН·м	20,06	21,50	22,81	19,79
S_{min} , дН·м	3,52	3,60	3,44	3,40
ΔS , дН·м	16,54	17,9	19,37	16,39
t_s , мин	5,92	5,53	5,48	5,65
t_{90} , мин	15,39	14,42	14,85	15,48
Примечание: S_{max} и S_{min} – максимальный и минимальный крутящие моменты; t_s и t_{90} – времена начала и оптимума вулканизации.				

Из приведенных в таблице данных следует, что использование полимерных микросфер приводит к улучшению реометрических свойств резиновой смеси. Известно, что степень химического сшивания пропорциональна разности максимального и минимального крутящих моментов. Эта разность достигает наибольшее значение для третьего варианта резиновой смеси и поэтому вулканизат этого варианта резиновой смеси должен обладать лучшими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Также следует отметить, что вулканизаты, содержащие полимерные микросферы Expancel 909 DU 80 и Expancel 930 MB 120, имеют наименьшие значения оптимального времени вулканизации, что указывает на то, что резиновая смесь, включающая эти микросферы, характеризуется высокими технологическими свойствами. Полученные данные будут использованы в производстве и изготовлении резиновых рельсовых прокладок железнодорожного транспорта.

Список источников

1. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты / Под ред. С.В. Резниченко, Ю.Л. Морозова. М.: ООО «Издательский центр «Техинформ» МАИ. 2012. 736 с.
2. Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Кольцов Н.И. Влияние микросфер на свойства агрессивостойких резин // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2021. Т. 64. №. 2. С. 49-55.
3. Ушмарин Н.Ф., Егоров Е.Н., Сандалов С.И., Кольцов Н.И. Исследование влияния полимерных микросфер на свойства резины для гуммирования металлических поверхностей // Российский химический журнал. 2022. Т. 66. №. 4. С. 19-25.

Шабалина Д.Р.

Научный руководитель: Силкина О.В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ХИРАЛЬНОСТЬ И СТЕРЕОХИМИЯ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ

Аннотация. Приводится понятие хиральности и стереоизомерии в органических молекулах, определяется важность хиральности в химии эфирных масел при выявлении фальсификации и замены натуральных эфирных масел более дешевыми синтетическими аналогами.

Ключевые слова: хиральность, хиральный центр, стереохимия, диастереомеры, энантиомеры, дескрипторы, эфирные масла, хроматография, поляризация, фальсификация

В химии эфирных масел большое значение имеют хиральность и стереохимия компонентов. Это связано с тем, что пространственная ориентация соединительных частей молекулы может значительно влиять на химическое поведение и фармакологическую активность соединения. В связи с этим молекулы с одинаковой молекулярной формулой и одинаковыми связями между атомами, но с различным пространственным расположением этих атомов, называются стереоизомерами. Два основных типа стереоизомеров, которые имеют отношение к обсуждению эфирных масел, – это *диастереомеры* и *энантиомеры*.

Обычно пару стереоизомеров называют диастереомерами, которые выделяют как отдельные объекты в обычном химическом анализе, таком как газовая хроматография (ГХ) или спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Однако некоторые стереоизомеры являются точными зеркальными отображениями друг друга, которые нельзя накладывать друг на друга, как, например, левая и правая стороны. Каждый из них называется *энантиомером хиральной молекулы*. Примером хирального соединения является карвон. Поскольку карвон является хиральной молекулой, различия между энантиомерами нельзя наблюдать с помощью рутинной ГХ или ЯМР.

Удельное вращение хирального соединения измеряется с помощью поляриметра. Хотя эта технология довольно старая, ее использование в химии продолжается и по сей день. Правила описания энантиомера дополняются дескрипторами S или R. Такие дескрипторы обычно исполь-

зуются только в общем названии компонента эфирного масла, где присутствует только один хиральный центр, в противном случае каждому хиральному центру следует присвоить конфигурацию S или R, то есть (1R, 5R) - (+) - альфа- Пинен.

В химии эфирных масел также характерно, что различия в хиральном центре приводят к совершенно другой молекуле, а не только к другому энантиомеру. Диастереомеры могут быть результатом изменения одного из двух или более хиральных центров или, альтернативно, стереохимии групп заместителей относительно двойной связи. Например, соединение с двумя хиральными центрами может привести к эпимерам, в которых два соединения различаются только одним хиральным центром (глобулол и ледол являются эпимерами).

Важность хиральности возникает в химии эфирных масел, когда образцы искажаются ориентированными на прибыль производителями, которые фальсифицируют натуральные продукты более дешевыми синтетическими. Состав энантиомеров не отражает состав естественного эфирного масла.

Эфирные масла, биосинтезируемые растениями, состоят из множества компонентов, которые могут включать хиральные соединения. Обычно, если эти хиральные соединения синтезируются в лаборатории, будет получена смесь энантиомеров 50:50, но только если хиральный центр является частью реакции или если предшественник является рацемическим, что означает равное соотношение (50:50) энантиомеров. Такую смесь очень трудно разделить с помощью обычной недорогой хроматографии, в отличие от разделения диастереомеров, которые также образуются в реакциях синтеза и которые легче разделяются с помощью основной хроматографии. Поскольку разделять энантиомеры дорого и сложно, наличие рацемических смесей в натуральных продуктах является надежным показателем сокращения затрат и фальсификации.

Удельное вращение рацемата равно нулю, потому что вращение каждого из энантиомеров в сумме равно нулю. Хотя такая смесь называется рацематом, ее не следует путать со смесью с неравными пропорциями энантиомеров, которые могут встречаться в натуральных продуктах, часто в соотношении 40:60. Такая смесь называется энантиообогащенной или может быть определена как имеющая энантиомерный избыток, который представляет собой цифру, которая показывает количество неспаренного энантиомера как массовый процент от целого, или насколько один энантиомер перевешивает другой. Таким образом, образцы энантиоочистки (только один энантиомер) имеют ее 100%, тогда как рацемат имеет ее 0%. Кроме того, смесь с 75% R- или S-

энантиомера будет иметь ее 50% ($75 - (100-75) = 50$). Другой способ взглянуть на это - представить, что энантиомерный избыток описывает часть смеси, которая не является рацемической (а не смесью энантиомеров один к одному).

Поскольку высокая стереоспецифичность достигается в реакциях, катализируемых ферментами (биологических реакциях), такие природные хиральные соединения обычно энантиочистки, но не всегда. Несмотря на это, исследования, направленные на выяснение энантиомерного избытка эфирных масел, предоставляют рекомендации в отношении ожидаемых энантиотипов от выбранных исследуемых видов. Эта растущая область энантиотаксономии уже идентифицировала один или несколько энантиотипов в пределах одного вида, которые могут служить отпечатками пальцев там, где аутентификация является проблемой.

Следствием фальсифицированных эфирных масел является то, что они не обладают такими же фармакологическими или эстетическими качествами, как натуральные эфирные масла. Это было сделано неявно в более ранних исследованиях, где двойные слепые ольфактометрические исследования продемонстрировали, что энантиомеры дифференцировались по характеру запаха, который воспринимался специальной группой по запаху. В одном из таких исследований два энантиомера карвона были синтезированы из энантиомерных образцов лимонена, в которых хиральные центры не были изменены в реакции, поэтому была достигнута высокая энантиомерная чистота карвонов. Используя группу из 21 надежного специалиста по запахам, запах (+) - карвона был охарактеризован как запах тмина, а (-) - карвон - как запах мяты. Это согласуется с преобладающими энантиомерами тмина (*Carum carvi* L.) и мяты колосистой (*Mentha spicata* L.) соответственно.

Список источников

1. Başer K.H.C.; Demirci F. Chemistry of essential oils. In *Fragrance and Flavours: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, 1st ed.; Berger, R.G., Ed.; Springer: Leipzig, Germany, 2017.
2. Sadgrove N.; Telford I.R.H.; Greatrex B.W.; Dowell A.; Jones G.L. Dihydrotagetone, an unusual fruity ketone, is found in enantiopure and enantioenriched forms in additional Australian native taxa of *Phebalium* (Rutaceae: Boronieae). *Nat. Prod. Commun.* 2013, 8, 737–740.

Яковлева А.В., Кузьмин М.В.

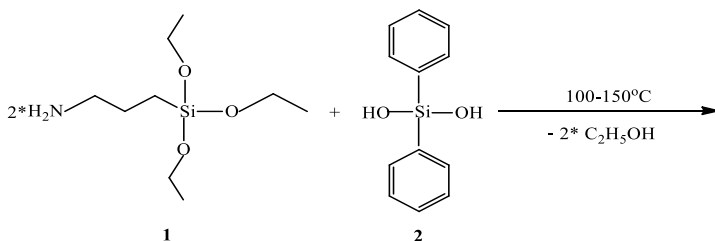
Научный руководитель: Колямшин О.А., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова**СИНТЕЗ 3-АМИНОПРОПИЛ-
(ω-АМИНОАЛКОКСИ)ТРИСИЛОКСАНОВ**

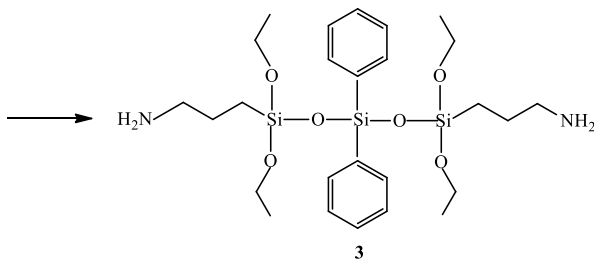
Аннотация. Взаимодействием 3-аминопропилтриэтоксисилана с дифенилсиландиолом синтезирован диаминотрисилоксан. Реакцией переэтерификации с 2-аминоэтанолом получены тетра- и гексааминотрисилоксаны. Структуры полученных соединений подтверждены методами ИК-, ЯМР- 1H спектроскопии, индивидуальность – методом газовой хроматографии.

Ключевые слова: 3-аминопропилтриэтоксисилан, дифенилсиландиол, 2-аминоэтанол, диаминотрисилоксан, тетрааминотрисилоксан, гексааминотрисилоксан

Аминоалкоксисилоксаны – продукты, которые применяются как технологические добавки в различных отраслях промышленности, кроме того, могут быть использованы в химии композиционных материалов в качестве эффективных промоторов адгезии.

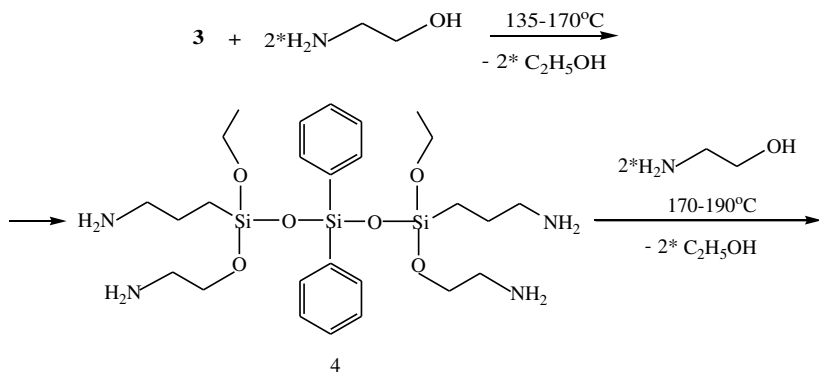
Для получения аминоалкоксисилоксанов были использованы следующие вещества: 3-аминопропилтриэтоксисилан, 2-аминоэтанол, дифенилсиландиол, бинарные антиоксиданты марки Songnox. Получение кремнийорганических аминов осуществлялось путем взаимодействия 3-аминопропилтриэтоксисилана (1) с дифенилсиландиолом (2) при температуре 100 - 150 °С:

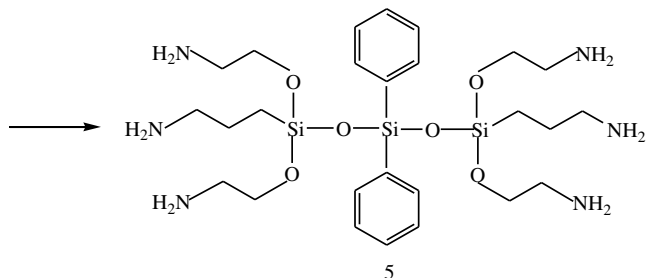




Процесс проводили в мольном соотношении 2:1 при постепенном повышении температуры от 100 до 130°C с одновременной отгонкой выделяющегося этилового спирта. Продуктом реакции является 3,3'-(3,3-дифенил-1,1,5,5-тетраэтокситрисилоксан-1,5-диил)бис-(пропан-1-амин) (**3**), который образуется с выходом 99.5% в виде светло-желтой маслянистой жидкости.

Реакция перэтерификации диаминотрисилоксана (**3**) с 2-аминоэтанолом при температуре 135 - 170 °С была использована для получения тетра- и гексаминотрисилоксанов. Процесс проводили при температурах 170-190°C и мольных соотношениях реагентов равным 1:2 и 1:4. Контроль за протеканием процесса осуществлялось по количеству выделяющегося этанола. В результате проведенных реакций с высоким выходом были получены тетра- и гексаминотрисилоксаны (**4**) и (**5**) соответственно:





Аминотрисилоксаны (4) и (5), полученные в результате проведенных опытов, представляют собой маслянистые прозрачные жидкости.

Структуры полученных соединений (3-5) подтверждены методами ИК-, ЯМР- ^1H спектроскопии, индивидуальность – методом газовой хроматографии. В дальнейшем полученные соединения будут апробированы в качестве промоторов адгезии и использованы для улучшения физико- механических свойств эпоксидных компаундов.

Список источников

1. Рогожина Л.Г., Кузьмин М.В., Игнатьев В.А., Колямшин О.А., Кольцов Н.И. Исследование влияния алканоламинов на свойства эпоксидангидридных композиций // Журн. прикл. химии. 2016. Т. 89. Вып. 11. С. 1481-1487.
2. Загидуллин А.И., Колпакова М.В., Гарипов РМ., Стоянов О.В. Структура и свойства эпоксидных композитов, отвержденных новыми кремнийсодержащими аминами // Клеи. Герметики. Технологии. 2008. № 1. С. 17-19.
3. Debdatta Ratna. Modification of epoxy resins for improvement of adhesion: a critical review, Journal of Adhesion Science and Technology, 2003. Vol. 17. No. 12. P. 1655-1668
4. Петько О.И., Петько И.П. Эпоксидные связующие для изготовления профильных стеклопластиков и тел вращения // Пластмассы. 2008. № 10. С. 38–39.

УДК 621.791.3: 674.055

Алибеков С.Я., Сютов Н.П., Зверева О.С.,
Крашенинникова Н.Г., Стародубцева О.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СБОРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

***Аннотация.** Статья посвящая сборному инструменту для деревообработки. Представлена технология изготовления сборного инструмента – дисковых пил с напайками из вольфрам-кобальтовых и вольфрам-титан-кобальтовых сплавов.*

***Ключевые слова:** твердосплавный инструмент, пайка, контактные площадки, индуктор*

При механической обработке металлических и древесных материалов широкое распространение получил собранный инструмент с металлическим креплением твердосплавных пластинок, но это не снимает значение пайки. Она остается основным технологическим средством крепления твердого сплава при оснащении им режущих инструментов для деревообработки. Это объясняется простотой конструкции паяного инструмента, эффективностью технологического процесса пайки и его высокой производительностью.

Однако пайка твердосплавного инструмента сопутствует образованием в паяных соединениях значительных остаточных напряжений, которые способствуют появлению трещин и разрушению твердого сплава или паяного соединения не только при эксплуатации, но и при изготовлении твердосплавного инструмента.

Нами установлено, что образование трещин особенно наблюдается при изготовлении режущего инструмента с использованием твердого сплава вольфрам-титан-кобальтовой группы (ТК). Причиной этого является нестабильность механических свойств твердого сплава этой группы, повышенная склонность к образованию в ней трещин, а также несоблюдением условий рациональной технологии пайки и последующей термической обработки паяного инструмента. Это явление также проявляется при массовом производстве и недобросовестной подготовкой исходных площадок при пайке.

Нами установлено, что явление часто возникает при пайке твердых пластин к дисковым пилам, так как площади контакта маленькие и количество паяных пластин много. Поэтому удерживать ровно на паяемых площадках твердосплавные пластинки трудно и равномерность подачи флюса и припоя затруднено.

Образование напряжений в паяных соединениях твердосплавных инструментов также связано с большой разницей теплопроводностью твердого сплава вольфрам-кобальтовой группы (ВК) и основой из стали (40Х, 50, 55, 60) дисковых пил. При образовании паяного соединения из разнородных материалов твердого сплава, стали и припоя образуются разные химические соединения нестехиометрического состава, приводящие к появлению значительных напряжений.

Предупредить появление трещин в твердом сплаве и паяном соединении можно как за счет конструктивных изменений инструмента, так и за счет технологических мероприятий, обеспечивающих снижение остаточных напряжений в паяных соединениях, высокую прочность и работоспособность твердосплавного инструмента.

При разработке технологии пайки твердосплавного инструмента, особенно для дисковых пил с малыми контактными площадками, необходимо уделять внимание особенностям конструкции контактных площадок и условиям его работы, подбору материалов для изготовления и выбору рациональных мер по снижению остаточных напряжений в паяных соединениях.

Опорные поверхности и стенки паза в корпусе инструмента должны соответствовать форме и размерам пластинки твердого сплава, не иметь завалов, пороков и заусенцев. Чистовая обработка поверхности паза должна быть 4-5 класса. Отклонение от прямолинейности стенок паза допускается не более 0,05 мм.

В твердосплавных пластинах не допускается наличие вкраплений, сколов и трещин. Пластинки твердого сплава групп ВК и ТК обязательно отчищают от оксидов шлифовкой, галтовкой или дробеструйной обработкой. При изготовлении твердосплавных пластинок методом порошковой металлургии не всегда возможно выдержать определенную плоскостность пластинки, одинаковые условия спекания пластин и одинаковые условия термической обработки. Поэтому перед пайкой паяемые твердосплавные пластинки подвергали визуальному контролю. Так же необходимо выдержать зазор между твердосплавной пластинкой и корпусом инструмента на всей площади пайки.

После изготовления корпуса инструмента необходимо обезжирить поверхность контактной площадки. Это нужно для обеспечения хоро-

шего сцепления припоя между контактной площадкой и поверхностью твердосплавной пластинки. После очистки поверхности при сборке паяного соединения также необходимо подать флюс (буру) вместе с припоем из латуни Л62. Флюс способствует обезжириванию поверхности, помогает избежать образования пузырьков и отслаиванию припоя, повышая его адгезию и обеспечивает лучшую защиту поверхности.

Для нагрева каждого вида инструмента необходимо применение специальных индукторов. Обычно выпускаемые индукторы нагревают поверхность твердосплавной пластины. На наш взгляд это приводит к неравномерному нагреву пластин и корпуса инструмента. Это положение индуктора также не позволяет во время нагрева держать и давить твердосплавную пластинку к контактной площадке инструмента.

Нами предложено изменение конструкции индуктора для нагрева при пайке. Индуктор нагревает боковые поверхности конструкции паяного соединения, что позволяет освободить поверхность твердосплавной пластины, которая дает возможность прижать пластинку к контактной поверхности в процессе пайки. Такое расположение индуктора также позволяет визуально вести наблюдение за латунной пластинкой на поверхности контактной площадки и растекаемостью припоя при пайке.

Изменение положение инструмента в индукторе или включение и выключение тока рабочий-пайщик обязан регулировать нагрев так, чтобы обеспечивалось равномерность прогрева твердосплавной пластинки и корпуса инструмента. Скорость нагрева твердого сплава не должна превышать 50-100°/сек, а время выдержки обычно составляет 10-15 сек. Нагрев инструмента в зоне пайки необходимо прекратить при расплавлении и растекания припоя.

Проведенные исследования по изменению формы инструмента при пайке твердосплавных пластин к корпусу державки показали повышение прочности паяного соединения. Визуальный осмотр показал, что качество паяного соединения значительно повысилось. Оторванные пластинки после пайки показали, что равномерность распределения припоя повысилось, чем при пайке старым индуктором.

Список источников

1. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них. Учебное пособие для вузов / Панов В.С., Чувилин А.М. —М.: ОМИСИСО, 2001. 428 с.
2. Стародубцева О.Н., Патерюхин И.С., Лежнин Р.А., Разинская О.И., Зверева О.С., Алибеков С.Я. Особенности пайки твердосплавных пластин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2023. – № 2 (26). – С. 17–23

Белоус И.А., Караваев А.В.

Научный руководитель: Федонина С.О., канд. техн. наук,
ст. преподаватель

Брянский государственный технический университет

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХОСТНОГО СЛОЯ СИНТЕЗИРОВАННЫХ 3DMP-МЕТОДОМ ДЕТАЛЕЙ

Аннотация. Рассмотрены различные методы упрочнения синтезированных деталей 3DMP-методом. Доказана эффективность применения послойного деформационного воздействия на наплавляемый металл в процессе синтеза детали 3DMP-методом.

Ключевые слова: синтезированные детали, 3DMP-метод, упрочнение

Сегодня аддитивные технологии (АТ, Additive Manufacturing), предполагающие изготовление изделий по данным цифровой модели методом послойного добавления материала активно применяются по всему миру [1]. Несмотря на достоинства (повышение коэффициента использования материала, возможность изготовления сложно-профильных изделий ответственного машиностроения и т.д.) замещение АТ механической обработки еще трудновыполнимо. Одной из наиболее серьезных проблем, препятствующих внедрению АТ, является недостаточная прочность и плотность, наличие внутренних дефектов (поры, микротрещины, раковины и т.д.) в структуре синтезированного материала. Из всего многообразия АТ, наиболее перспективными являются технологии синтеза деталей из проволоки, которые по сравнению с порошковыми АТ обладают многократно более высокой производительностью (до 600 см³/час) и не имеют жестких ограничений по размерам выращиваемых изделий (3DMP-метод, WAAM), но имеют типичные для синтезированных деталей недостатки [2].

Необходимое качество поверхностного слоя, механических свойств материала и эксплуатационных свойств деталей, обеспечивается применением отделочно-упрочняющих операций (ОУО).

Изменение химического состава поверхностного слоя деталей, как и применение термической обработки, позволяет повысить твердость, но возможны только для обработки полностью синтезированных деталей и не влияют на внутренние дефекты наплавленного материала.

Воздействие на большую глубину синтезированного металла возможно методами поверхностного пластического деформирования

(ППД) [3]. Однако, большинство из применяемых методов имеет ограничения по глубине упрочнения: обработка обкатыванием – до 2-5 мм (с эффективной глубиной упрочнения не более 1/3 от общей глубины), что недостаточно. Выглаживание, как и дробеструйная обработка, воздействует только на незначительную глубину, создавая на поверхности минимальный наклепанный слой и не изменяя внутренних характеристик металла. Повышение эффективности указанных видов обработки возможно при увеличении размера упрочняющего инструмента, что ведет к увеличению силы деформирования. Наиболее широкие возможности управления параметрами качества поверхностного слоя имеет волновое деформационное упрочнение (ВДУ) в процессе статико-импульсной обработки (СИО) ППД, позволяющее упрочнить на глубину до 6...10 мм [4].

В процессе синтеза слои многократно подвергаются циклическому термическому воздействию, поэтому целесообразно применение дополнительного деформационного воздействия. Наиболее эффективным методом повышения качества синтезированного материала до недавнего времени считалось горячее изостатическое прессование (ГИП). За счет комбинирования термического и деформационного воздействия на материал обеспечивается не только устранение дефектов, но и улучшается однородность материала при увеличении механических свойств. Исследования показали уменьшение пористости с 8 до 1,5 мкм, и возможность полного устранения пор размером менее 0,5 мкм. А также «залечивание» коротких трещин длиной 100...300 мкм и частично – длинных 3...10 мм в аддитивных (SLS) образцах из жаропрочного никелевого сплава [5]. Однако, помимо высокой стоимости оборудования, рациональная область применения ГИП ограничивается сложностью залечивания дефектов, которые при увеличении размеров и объема детали устраняются не полностью.

Известен метод упрочнения ППД пневматическим перфоратором наплавленной быстрорежущей стали на заранее закаленную заготовку во время охлаждения материала, позволяющий получить увеличение эксплуатационной стойкости в 1,3 раза [6].

Метод воздействия ультразвуком и пластической деформацией через подведенный к пластине основного материала волновод в процессе наплавки деталей из стали 12X18H10T [7] позволяет уменьшить зерна на 2-3 балла, увеличить твердость на 10%, снизить пористость на глубине до 2 мм. Но, вблизи околосварной зоны в основном материале формируется игольчатая структура, что может негативно сказаться на эксплуатационных свойствах синтезированной детали.

Применение СИО ППД в процессе синтеза образцов из хромоникель-молибденовых сплавов 3DMP-методом позволяет создать более мелкодисперсную микроструктуру и более высокие (в 2 и более раза) твердость и прочность материала, что существенно превышает аналогичные свойства проката из материала той же марки.

Вывод. Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности применения послойного деформационного воздействия на наплавляемый металл в процессе синтеза детали 3DMP-методом в целях повышения плотности, минимизации количества внутренних дефектов, повышения твердости и прочности, а также повышения механических свойств материала и эксплуатационных свойств синтезированных изделий.

Список источников

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Пер. с англ. Под ред. И. В. Шишковского. – М.: Техносфера, 2016. – 656 с.
2. Осколков А.А. Передовые технологии аддитивного производства металлических изделий / А.А. Осколков, Е.В. Матвеев, И.И. Безукладников, Д.Н. Трушников, Е.Л. Кротова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 90–105.
3. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
4. Киричек А.В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием // А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев, А.Г. Лазуткин. – Москва, машиностроение, 2004. – 288 с.
5. Береснев А.Г. Горячее изостатическое прессование для аддитивного производства / А.Г. Береснев, И.М. Разумовский // Аддитивные технологии. – №4(2017). – с. 50-54.
6. Патент RU 2483120 С1. Способ упрочнения наплавленной быстрорежущей стали / Д.А. Барчуков, Н.С. Зубков, А.Ю. Лаврентьев, В.П. Водопьянова. 2015.
7. Щицын Ю.Д. Влияние ультразвукового воздействия в процессе цикла наплавки на свойства и структуру наплавленного металла из стали 12Х18Н10Т // Ю.Д. Щицын, С.Д. Неулыбин, Д.С. Белинин, Р.Г. Никулин, К.П. Карунакаран. – Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – № 2. – 2019. – с. 23-30

Градобаев Р.А.
Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г.,
канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Аннотация. *Рассматриваются способы 3D-печати при изготовлении моделей и формы для литья металлов.*

Ключевые слова: *3D-печать, литье, материалы*

Современный этап технологического развития требует высокоэффективных, малозатратных методов изготовления деталей. Литейное производство позволяет производить детали со сложной геометрией, обеспечивая комплекс заданных механических свойств готового изделия, при этом количество отходов минимально. Всевозможные методы традиционного литья требуют наличия модели детали, которую возможно изготовить различными способами: обработкой на станках с ЧПУ, вручную, а также путем изготовления литниковой системы, выпоров. Минимизация операций механической обработки позволяет оптимизировать процесс литья.

Сократить производственный процесс позволяет применение технологии 3D-печати. Модель в этом случае изготавливается за одну операцию, так что сочетание традиционного литья и аддитивных технологий изготовления моделей, стержней экономически выгодно.

3D-принтеры, введенные в производство, работают с использованием технологий послойного наплавления FDM/FFF, селективного спекания лазером SLS, фотополимерной печати SLA/DLP.

FDM/FFF – технология послойного нанесения пластиковых нитей, изготовленных из пластикового или композитного сырья с большим количеством воска в составе (воскоподобные филаменты). В основном применяются ABS-, PLA-, PVA-пластики, композитный ABS/PC-пластик, линейка инженерных пластиков ULTRAN, FLEX-материалы, высокопрочный полистирол HIPPS, технические пластмассы, нейлон. Слоистая структура требует дополнительной обработки: огневой полировки или использования растворителя, возможна также пропитка вос-

ком. Вид обработки зависит от свойств исходного сырья. Модель и литниковая система изготавливается цельными. Формы, изготовленные таким способом, применяются для литья в песчаные формы, по выплавляемым, выжигаемым моделям.

SLS – технология послойного спекания порошкового сырья лазером. Изделие формируется в объеме порошка, который может быть использован многократно. При выжигании модели из формовочного материала возможно засорение формы золой, поэтому используют материалы с низким коэффициентом зольности: в основном полиамиды, нейлоны, полиуретаны. Из недостатков: поверхность получается зернистой – требуется постобработка, не подходит для литья по выплавляемым моделям. Может быть использована для литья в песчаные формы, ограничено – для литья в силикон.

SLA – технология печати жидкими светочувствительными материалами, отверждаемыми лазером. Как и в случае SLS-печати сырье может быть использовано повторно, однако поверхность получается гладкой, что исключает последующую обработку. Для печати разработаны различные марки фотополимеров, биосовместимых материалов для медицинских нужд. Не подходит для литья по выплавляемым моделям, т.к. нет фотополимеров с низкой температурой плавления, а также для литья в песчаные формы из-за низкой прочности модели.

DLP-технология схожа с SLA, но отверждение осуществляется проектором DLP или ЖК-матрицей. Слои не прорисовываются лазером, а засвечиваются одновременно что ускоряет процесс, однако качество поверхности хуже, чем при SLA-печати. DLP и SLA-печать позволяют создавать модели сложной геометрии.

PCM-технология используется для 3D-печати песчаных форм. Песок равномерно перемешивается с катализатором на платформе принтера. На слой печатной головки по геометрии поперечного сечения формы наносится связующее. Реакция отверждения протекает между катализатором и связующим. Неотвержденный песок легко удаляется, после этого форма готова к использованию без какой-либо дополнительной обработки. Данная технология не требует оснастки для создания формы, позволяет изготовить детали любой формы, обеспечивает высокую точность и возможность одновременного создания стержней. Подходит для литья черных и цветных металлов. Из недостатков: форма одноразовая, технология предназначена только для литья в песчаные формы.

Таким образом, применение технологии 3D-печати позволяет оптимизировать процесс литья за счет повышения скорости изготовления и точности моделей, упростить дополнительную обработку отливок, снизить себестоимость изготовления детали.

Список источников

1. <https://vektorus.ru/blog/tehnologii-3d-pechati-dlya-litya-metallov.html>
2. https://i3d.ru/blog/dlya_mozayki/3d-pechat-v-liteynom-proizvodstve/
3. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3; Видеокарта Intel HD Graphics; дисковод, мышь. – Загл. с экрана.

УДК 621.7-4

Градобаев Р.А.

Научный руководитель: Крашенинникова Н.Г.,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯМОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ (DMLS) В 3D ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

***Аннотация.** Рассмотрен метод 3D-печати изделий из металлов по технологии прямого лазерного спекания, основные преимущества и недостатки.*

***Ключевые слова:** DMLS-технология, спекание, порошки, металл, лазер*

В современном мире все более широкое применение находят аддитивные технологии. Одной из таких является 3D-печать металлических деталей, которая может быть осуществлена различными методами. Один из них – прямое лазерное спекание (DMLS). Метод основан на последовательном спекании слоев металлического порошка лазером.

DMLS-технология позволяет произвести изделия сложной конфигурации с внутренними встроенными соединениями, которые затруднительно обработать с помощью традиционных производственных технологий. Однако создание деталей требует наличия дополнительных поддержек для закрепления элементов на пластине построения, поддержания выступающих элементов геометрии. Геометрия модели должна предусматривать расстояние между соседними элементами не менее 0,4-0,5 мм, иначе они могут сплавиться вследствие рассеивания тепла от лазера.

Обычно детали, изготовленные по такой технологии, используются в качестве опытного образца, т.к. она отличается быстротой и эффективностью.

К преимуществам данного метода производства следует отнести время изготовления по сравнению с традиционным литейным процессом. Кроме того, по сравнению с субтрактивными технологиями, 3D-печать практически безотходна, а неиспользованный порошок можно применить заново. Исключение полимерного связующего позволяет избежать стадий выжигания и инфильтрации и получить металлическую деталь с плотностью 95%, в то время как SLS (селективное лазерное спекание) обеспечивает плотность примерно 70%. Дополнительным преимуществом процесса DMLS по сравнению с SLS является более высокое разрешение деталей из-за использования более тонких слоев благодаря меньшему диаметру частиц порошка.

Однако детали, созданные DMLS методом, не монолитны, а, следовательно, не обладают теми же показателями механических свойств, что детали, произведенные традиционными методами. Кроме того, необходима механическая доработка после отделения детали от пластины построения, удаление поддержек.

Для печати могут использоваться любые металлы и сплавы в виде порошков. Широко применяются титан, нержавеющая сталь, кобальт-хромовые сплавы.

Технология DMLS применяется для производства готовых изделий малого и среднего размера в различных отраслях, включая аэрокосмическую, стоматологическую, медицинскую.

Список источников:

1. <https://top3dshop.ru/blog/proektirovanie-pod-3d-pechat-metallom-dmlm-i-dmls.html?ysclid=lujypnyhgr336499841>
2. https://3dtoday.ru/wiki/DMLS_print?ysclid=lujypazpn0239325276

Золотов В.М.

Научный руководитель: Головина Е.В., преподаватель
Йошкар-Олинский аграрный колледж

КОРРЕКЦИЯ ДВИЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ЭНКОДЕРА

Аннотация. *Решение проблемы оптимизации работы мехатронных модулей через внедрение в приводы инкрементных и абсолютных энкодеров.*

Ключевые слова: *инкрементные и абсолютные энкодеры, конвертация движения в цифровой сигнал, контроль точности позиционирования исполнительных механизмов, управление скоростью движения вала двигателя*

Энкодер – важное устройство, которое конвертирует угловое или линейное перемещение в последовательность сигналов. В робототехнике энкодер играет важную роль в оптимизации работы машин, работающих на различных двигателях. Поэтому данная тема актуальна.

Гипотеза исследования строится на предположении о том, что решение задачи определения положения рабочего элемента с высокой точностью, а также коррекции движения и улучшение точности операции, достигается внедрением в систему управления энкодеров, что совершенствует систему контроля безлюдного управления механизмами.

Цель работы – повышение точности позиционирования и улучшение качества операций, выполняемых мехатронным механизмом, посредством внедрения в систему управления энкодеров.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить основные виды и конструкцию энкодеров;
2. Исследовать особенности работ инкрементных и абсолютных энкодеров;
3. Изучить конструкцию и особенности работы энкодера гидравлического стенда «Гидроприводы и гидромашины» ЭЛБ–030.018.02;
4. Выявить способы оптимизации работы мехатронной системы при внедрении энкодеров на базе Arduino.

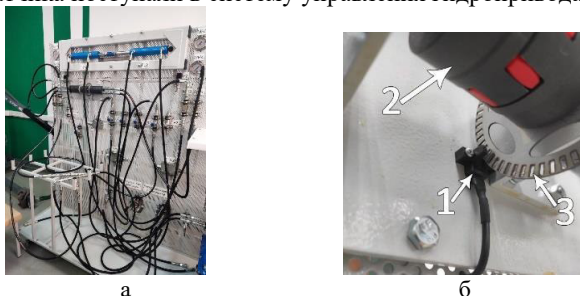
Объект исследования – преобразователи механического перемещения и поворота.

Предмет исследования –инкрементный и абсолютный энкодер.

Энкодер (еще известен как датчик поворота) преобразует угол поворота объекта, который вращается, в электрические сигналы, позволяющие определить значение угла, направление вращения, положение относительно оси.

По принципу работы, конструкции и форме выдаваемого сигнала преобразователи угловых перемещений делятся на два основных вида – инкрементные и абсолютные.

Для изучения особенностей автоматического управления гидроприводом через использование энкодера был выбран стенд ЭЛБ-030.018.02, представленный на рисунке 1а. Был поставлен эксперимент с абсолютным энкодером, установленным на вал шестеренного гидромотора (Рисунок 1б). Данные от датчика поступали в систему управления гидропривода.



а – Внешний вид гидравлического стенда ЭЛБ-030.018.02; б – подключение абсолютного энкодера к валу гидромоторов

Рис. 1. Схема подключения энкодера для контроля за вращением вала гидропривода

Через ряд экспериментов измерения угловой скорости вращения при различном расходе жидкости было установлено, что данный энкодер абсолютно точно конвертирует скорость вращения в цифровой сигнал и дает возможность оптимизировать работу гидропривода.

Проводимые эксперименты привели к выводу, что абсолютный энкодер можно успешно применять и в электроприводах мехатронных машин.

Проверка инкрементных энкодеров проводилась на плате Arduino UNO. Для этого использовался энкодер ACELEX с круглой синей платой. Причем подключение предполагает без макетной платы, что упрощает и облегчает конструкцию.

Энкодер ACELEX конвертирует угол поворота в цифровой сигнал, что применяется в поворотных двигателях электромеханического манипулятора. На рисунке 2а представлен внешний вид подключения энкодера к плате Arduino UNO.



а – Внешний вид подключения энкодера к плате Arduino UNO;
 б – конвертация цифрового сигнала при повороте ручки энкодера
 Рис. 2. Подключение инкрементного энкодера ACELEX к плате
 Arduino UNO

На рисунке 2б представлена конвертация угла поворота ручки энкодера в цифровой сигнал, который виден на COM порте интерфейса программы. Такой энкодер можно применять для автоматизации шагового двигателя манипулятора.

Проведенный выше анализ основных исследований по решению вопроса оптимизации управления движением мехатронных систем через внедрение энкодеров дает сделать следующий вывод. Использование инкрементных и абсолютных энкодеров позволяет с успехом повышать точность позиционирования исполнительных механизмов, улучшать качество операций, выполняемых мехатронным механизмом.

Список источников

1. Феофанов, А.Н. Автоматические системы управления технологических процессов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.Н. Феофанов, Т.Г. Гришина – М.: Издательский центр «Академия», 2022. – 240 с.
2. Ввод текста энкодером на Ардуино. URL: <https://роботехника18.рф/ввод-текста/> (Дата обращения: 01.02.2024).

Кобылина Е.В.

Поволжский государственный технологический университет

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОБЛАСТИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Аннотация. *Рассмотрены модели машинного обучения, применяемые в материаловедении и области их применения.*

Ключевые слова: *машинное обучение, материаловедение, нейронная сеть, датасет, автоэнкодеры, модель*

Машинное обучение (ML) - это метод автоматизации построения аналитических/полуаналитических моделей. Используя алгоритмы, которые итеративно обучаются на основе данных, машинное обучение позволяет компьютерам находить скрытые идеи, не будучи явно запрограммированными на то, где их искать. Суть ML - это мощный инструмент поиска закономерностей в высоко размерных данных.

Общий процесс машинного обучения в материаловедении начинается со сбора данных. Далее идет построение выборки в виде набора признаков. Информация в базе данных, соответствует конкретным материалам или свойствам материалов. При построении признаков, по которым нужно предсказывать свойство материала идеальным является вариант, когда было выбрано меньшее количество данных, при которых ML-модель отработала лучше всего.

В материаловедении сначала определяются значения характеристик (признаки) материала, затем определяются данные с высокой корреляцией и выбираются в качестве входных образцов ML-моделей, которые не сильно между собой скоррелированы. На этом этапе решающее значение играет роль как уменьшение размерности (отбор признаков), так и нормализация, для уменьшения эффекта вклада отдельных признаков. Кроме того, необходимо заполнять пропущенные данные. Процедуры заполнения пропущенных данных – отдельная деятельность, зачастую там также используются алгоритмы машинного обучения. Поэтому при формировании списка признаков, чрезвычайно важен опыт людей, непосредственно занятых экспериментальными исследованиями.

Виды моделей машинного обучения

Модели могут быть поделены (условно) на следующие направления:

1. Классическое обучение. Включает в себя регрессионные модели, модели классификации, которые не включают в себя глубокое обучение. Сюда включены различные виды регрессий (на основе МНК, максимизации логарифма правдоподобия, стохастического градиента), классификаторы: KNN, SVM, Random Forest Classifier, GradientBoostingClassifier.

2. Классификация на основе теоремы Байеса: MultinomialNB, BernoulliNB, ComplementNB, LogisticRegression.

3. Модели в виде ансамблей на основе классических моделей, такие как: StackingClassifier, Voting Ensemble, Adaboost, GradientBoosting, Xboost, CatBoost.

4. Нейронные сети с глубоким обучением. NN реализованные на различных архитектурах, на базе слоев: 1. Сети прямого распространения (Feed forward neural networks (Dense layer)). 2. Рекурсивные нейронные сети (RNN, LSTM, GRU layers). 3. Сверточная нейронная сеть - CNN (Convolutional Neural Network, Conv layers).

5. Модели типа обучение с подкреплением. Основное отличие обучения с подкреплением (reinforcement learning) от классического машинного обучения заключается в том, что искусственный интеллект обучается в процессе взаимодействия с окружающей средой, а не на исторических данных.

Модели также могут быть поделены на следующие направления:

1. Обучение с учителем. В таких моделях модели обучаются на датасетах с известными ответами. В этом случае, модели обучают предсказывать заданные значения или классы.

2. Модели без учителя - производится разделение объектов на группы, где объекты внутри группы похожи друг на друга, а между группами наблюдается максимальное различие. Модели кластеризации (Kmeans, Cmeans, DbSCAN, GMM, topic modeling).

3. Модели, направленные на уменьшение размерности датасета. Это модели, которые позволяют отобрать максимально нужные признаки (фичи). Модели: Method Univariate Selection, Recursive Feature Elimination, Random ForestRegressor feature selection, Principal component analysis(PCA).

Существует большое количество архитектур нейронных сетей, реализованных на различных типах слоев:

1. Сети прямого распространения (FFNN).

2. Рекуррентные сети (RNN и ее разновидности). Часто использовалась в задачах перевода и генерации текста или изображений. Это те же сети прямого распространения, но со смещением во времени: нейроны

получают информацию не только от предыдущего слоя, но и от самих себя в результате предыдущего прохода (в таких моделях есть учет внутреннего состояния потока информации).

3. Двухнаправленные RNN, LSTM и GRU (BiRNN, BiLSTM и BiGRU). Разница в том, что нейросети связаны не только с прошлым, но и с будущим.

4. Ограниченная машина Больцмана.

5. Автоэнкодеры (Autoencoders, AE) - нечто подобное FFNN, Основная идея автоэнкодеров - автоматическое кодирование информации.

6. Архитектура вариационных автоэнкодеров (VAE) такая же, как и у обычных, но обучают их другому - приближительному вероятностному распределению входных образцов.

7. Шумоподавляющие автоэнкодеры (Denoising autoencoders, DAE) - подают на вход не просто данные, а данные с шумом.

8. Свёрточные нейронные сети (convolutional neural networks, CNN) и глубокие свёрточные нейронные сети (deep convolutional neural networks, DCNN). Они используются для обработки изображений.

9. Развёртывающие нейронные сети (deconvolutional networks, DN), - это свёрточные нейронные сети наоборот.

10. Трансформаторы - это наиболее популярный тип архитектуры нейронных сетей. Трансформаторы были разработаны для решения задачи преобразования последовательности или нейронного машинного перевода. Это означает любую задачу, которая преобразует входную последовательность в выходную последовательность. Это включает в себя распознавание речи, преобразование текста в речь и так далее.

Машинное обучение активно используется в таких направлениях, как: прогнозирование свойств материалов, оптимизация процессов, разработка новых материалов, анализ и классификация материалов, управление качеством.

Кузьмин А.В.

Научный руководитель: Ласточкин Д.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УБОРКИ УРОЖАЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Автоматизация в сельском хозяйстве играет ключевую роль в повышении производительности и устойчивом развитии, адаптируясь к вызовам, связанным с ростом населения, изменением климата и урбанизацией. Использование инновационных технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение, способствует более эффективному использованию ресурсов, снижению отходов и повышению качества продукции.

Ключевые слова: автоматизация сельского хозяйства, искусственный интеллект, машинное обучение, устойчивое развитие, повышение производительности

Растущий спрос на продовольственные ресурсы, обусловленный непрерывно увеличивающимся населением, сделал рост производительности сельского хозяйства важным приоритетом. Давление на доступность рабочей силы, вызванное демографическими изменениями стареющего населения, увеличивающейся урбанизацией, изменением климата и деградацией земель, а также определенные ограничения в отношении доступности пахотных земель медленно, но верно продвигают использование передовых сельскохозяйственных технологий. Внедрение таких технологий в сельскохозяйственное производство способствует повышению общей производительности и, в свою очередь, поддерживает экономическое развитие и рост. Кроме того, автоматизация в сельском хозяйстве призвана помочь улучшить трудные условия работы фермеров и сельскохозяйственных рабочих, которые обычно связаны с различными заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Применение автоматизированных решений для мониторинга культур и уборки урожая считается имеющим значительное благоприятное влияние на производственную прибыль, позволяя быстрее и легче автоматизировать уборку урожая и повышать качество и урожайность культур. Таким

образом, разработка автоматизированных технологий и их применение в сельском хозяйстве становится растущим предметом интереса и рассмотрения с увеличивающимся количеством исследовательских работ, отмечаемых в последние десятилетия. Это входит в общую тенденцию в сельском хозяйстве, которая терминологически определяется как точное земледелие или сельское хозяйство с сокращенным углеродным следом.

Автоматизированная уборка урожая, например фруктов или овощей, оказывает значительное влияние на продуктивность сельского хозяйства, причем задача рассматривается и изучается еще с начала 1960-х годов. Существует два основных концепта автоматизированной уборки урожая роботами: массовый и селективный. Массовый концепт предполагает уборку всех плодов без исключения, обычно используя методы, такие как встряхивание стволов или ветвей деревьев. Однако массовые методы несут в себе риск повреждения урожая. С развитием новых технологий и возможностей, которые они предоставляют, в последние годы в основном принят селективный концепт. При селективной уборке урожая автоматизированная система сначала определяет цели для сбора (например, зрелые фрукты, обнаруженные с помощью системы сенсоров/видения), а затем собирает их. Эта задача обычно включает сканирование всей культуры в саду или теплице или ее части, определение и локализацию целей, обрезку/сбор их и помещение в единицу хранения (например, в ящик) [1].

Существует множество интегрированных автоматизированных решений, предложенных для этой цели. Репрезентативные автоматизированные системы обычно состоят из: (а) движущейся платформы/транспортного средства, на котором располагается автоматизированный манипулятор, отвечающий за приближение к целевым фруктам/овощам, захват и обрезку их, а затем размещение на ящике; (б) системы видения для сканирования урожая, идентификации целей, обнаружения и локализации; (в) специально разработанное автоматизированное захватывающее устройство для лучшего облегчения захвата и сбора целей [2].

В настоящее время используется несколько автоматизированных систем для сбора яблок. Поскольку яблоки имеют довольно стандартную круглую форму и твердую природу, их обычно легко собирать без значительного повреждения плодов. В последнее десятилетие были найдены различные автоматизированные решения для клубники, сообщающие о хорошей производительности. Для ускорения времени цикла сбора урожая робота изучалась возможность одновременной работы нескольких манипуляторов. Важна разработка и адаптация новых систем

высокопроизводительного культивирования, модифицирующая культуру и ее окружение для лучшей адаптации к автоматизированной уборке урожая. Для случая с огурцами рассматривается система высоких опор. Такие специально разработанные системы культивирования могут еще больше облегчить автоматизацию в сельском хозяйстве, делая автоматизированный сбор урожая более легким и быстрым. Помимо фруктов, в качестве целей для автоматизированных уборочных машин также рассматривались овощи [3].

Такое внимание к автоматизации в сельском хозяйстве отражает не только стремление увеличить производственную эффективность и сократить трудовые издержки, но и подчеркивает важность инноваций в области устойчивого развития. Автоматизированные системы, способные точно определять сроки и объемы уборки урожая, позволяют снизить количество отходов и повысить качество продукции, обеспечивая более эффективное использование ресурсов. Такой подход способствует снижению углеродного следа аграрного сектора и укреплению его экологической устойчивости.

Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в автоматизированных сельскохозяйственных системах открывает новые перспективы для дальнейшего развития этой отрасли. Алгоритмы глубокого обучения позволяют повышать точность определения созревания плодов и овощей, а также улучшать способность роботизированных систем к навигации в сложных условиях поля. Кроме того, интеграция дронов для мониторинга состояния посевов и точного определения нужд растений в воде, удобрениях или защите от вредителей и болезней становится все более распространенной.

Список источников

1. 12 революционных роботов в сельском хозяйстве. URL: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/12-revoljucionnyh-robotov-v-sel-skom-hozjajstve?ysclid=lu3ro8j7li246119440> (дата обращения 23.03.2024).
2. Кузьмин А.В. Повышение эффективности сушки урожая зерновых и кормовых культур // Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №104, Декабрь 2023 (Часть 13) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2023. С. 71-73.
3. Будущее наступило: рой дронов с ИИ собирает спелые яблоки с помощью присосок. URL: <https://3dnews.ru/1089519/iskusstvenniy-intellekt-nauchili-sobirat-spelie-yabloki-roem-dronov-na-privyazi?ysclid=lu3rmnaohe714118132> (дата обращения 23.03.2024).

Ласточкин Д.М.

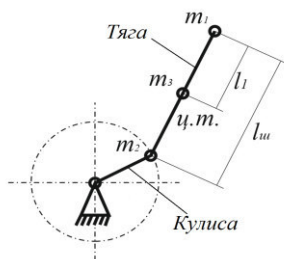
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСТЕЙ ВИБРОПОДВЕСА

Аннотация. Представлена методика по определению массы возвратно-поступательно движущихся частей виброподвеса. На примере известной конструкции виброподвеса ЗСУ получены значения массы поступательно движущихся частей.

Ключевые слова: виброподвес, вибропривод, колебания, лесные машины, масса, теория колебаний

Виброподвес захватно-срезающего устройства для стабилизации дерева в вертикальном положении совершает достаточно быстрые возвратно поступательные движения, которые приводят к появлению неуравновешенных сил и моментов, передающихся через движитель на его опоры, подрамник, а затем и на корпус трактора [1, 2]. Для определения характера возникающих неуравновешенных явлений необходимо знать массы поступательно движущихся и вращающихся частей механизма виброподвеса.



К определению массы тяги виброподвеса

Элементы виброподвеса при работе совершают достаточно разнообразные движения. Тяга виброподвеса совершает сложное плоскопараллельное движение: возвратно-поступательное вместе со стрелой, вращательное вместе с кулисой и колебательное вокруг оси соединения тяги со стрелой и с кулисой. Если учитывать все эти движения, то расчет сил инерции значительно усложняется. Поэтому предлагается упрощенный

метод расчета, когда масса тяги разбивается на три части: m_1 – масса, сосредоточенная в т. А соединения тяги со стрелой; m_2 – масса, сосредоточенная в т. В соединения тяги с кулисой; m_3 – масса, сосредоточенная в центре тяжести шатуна.

В случае упрощения необходимо соблюдение следующих условий:

1 – масса шатуна и сумма приведенных масс должны быть равны:

$$m_{ш} = m_1 + m_2 + m_3; \quad (1)$$

2 – центры тяжести шатуна и приведенных масс должны совпадать:

$$m_1 l_1 = m_2 (l_{ш} - l_1); \quad (2)$$

3 – момент инерции шатуна и сумма моментов инерции приведенных масс должны быть равны:

$$I_{ш} = m_1 l_1^2 + m_2 (l_{ш} - l_1)^2. \quad (3)$$

Так как шатун симметричный, то и центр тяжести у него будет ровно посередине. Тогда формулы (2) и (3) будут иметь следующий вид:

$$m_1 l_{ш}/2 = m_2 l_{ш}/2, \text{ или } m_1 = m_2 \quad (4)$$

$$I_{ш} = (m_1 + m_2) (l_{ш}/2)^2. \quad (5)$$

Из уравнения (4) и (5) выразим m_1 и m_2 :

$$m_1 = m_2 = \frac{2I_{ш}}{l_{ш}^2}; \quad (6)$$

Из уравнения (1) выразим m_3 :

$$m_3 = m_{ш} - \frac{4I_{ш}}{l_{ш}^2}; \quad (7)$$

Обычно $m_3 \ll m_1$ и $m_3 \ll m_2$, поэтому можно принять $m_{ш} = m_1 + m_2$. То есть с достаточной точностью можно записать $m_1 = m_2 = 1/2 m_{ш}$.

Масса поступательно движущихся частей механизма виброподвеса m_s состоит из частей, совершающих поступательное движение совместно с тягой, куда входят: масса дерева, стойка ЗСУ, стрелы и той части массы тяги, которая сосредоточена на оси соединения со стрелой и совершает возвратно-поступательное движение, то есть массы $m_1 = 1/2 m_{ш}$.

В итоге масса поступательно движущихся частей, сосредоточенная в точке соединения штока со стрелой, равна:

$$m_s = m_{д+} m_{ст+} m_{стр+} 1/2 m_{ш} + m_{доп}; \quad (8)$$

$m_{д+}$ – масса дерева;

$m_{ст+}$ – масса стойки ЗСУ;

$m_{стр+}$ – масса стрелы;

$m_{ш}$ – масса шатуна;

$m_{кр}$ – дополнительная масса: крепежные элементы, соединительные пальцы, элементы гидросистемы (рукава, штуцеры).

Для более точных значений массовые характеристики деталей возьмем из 3D-Модели ЗСУ, разработанной в натуральную величину.

Масса шатуна $m_{ш} = 3,17$ кг, ($l_d = 200$ мм).

Масса дерева $m_d = 23,5$ кг.

Масса стойки ЗСУ $m_{ст} = 50$ кг.

Масса стрелы $m_{стр} = 16,7$ кг.

Масса дополнительная $m_{доп} = 6$ кг (0.02...0.05) от массы ЗСУ.

Для упрощения расчета дополнительную точку опоры стрелы опустим и не будем учитывать.

В результате известных значений масса поступательно движущихся частей будет иметь следующее значение:

$$m_s = 23,5 + 50 + 16,7 + 0,5 \cdot 3,17 + 6 = 97,79 \text{ кг.}$$

Полученные значения масс движущихся частей виброподвеса позволят использовать их при определении сил инерции движущихся частей механизма виброподвеса, что является одной из важнейших задач при разработке виброподвеса и исследовании его динамики.

Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00421, <https://rscf.ru/project/23-29-00421/>».

Список источников

1. Патент 2023111991 РФ, Захватно-срезающее устройство №2810547 / Ласточкин Д.М., Медяков А.А., Осташенков А.П. Оpubл. 27.12.2023.Бюл. № 36.
2. Lastochkin D.M., Onuchin E.M., Medyakov A.A., Kostromin D.V., Ostashenkov A.P. Study of parameters of elements of a felling head for lifting and moving trees for the purpose of clearing agricultural lands and agroforestry // Journal of Applied Engineering Science. 2017. Т.15. № 3. Р. 247-257. DOI: 10.5937/jaes15-13713.

Малеев А.С., Шукуров М.М.

Научный руководитель: Ласточкин Д.М., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет.

РАЗРАБОТКА ВЕЛОСИПЕДНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты создания велосипедной автоматической трансмиссии на основе вариатора.

Автоматическая трансмиссия для велосипеда – это устройство, которое позволит велосипедисту ездить без необходимости переключения передач в ручную.

Ключевые слова: вариатор, трансмиссия, велосипед, энергоэффективность, автоматическое переключение

В настоящее время используется множество вариаций трансмиссий для велосипедов с возможностью изменения передаточного отношения, которые делятся на две категории: классические цепные (требуют навыков эффективного переключения, необходимости правильной настройки, регулярного ухода и частой замены изношенных деталей, из-за открытого типа передачи), а так же зубчатые трансмиссии (в которых зубья колес подвержены усталостному выкрашиванию, впоследствии это приводит к выходу из строя механизма, кроме того имеют большой вес [1]).

При патентных исследованиях наиболее близким решением оказалась система автоматической трансмиссии для велосипеда (Патент US 20230373592 A1, 23.11.2023, B62M9/08), содержащая приводную цепь, множество звездочек и один или несколько механизмов, обеспечивающих смещение пружины.

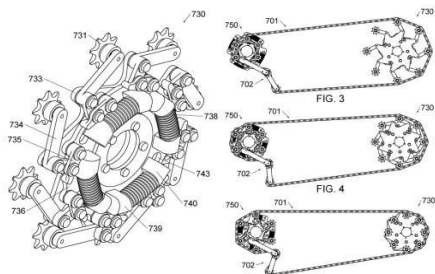


Рис. 1. Автоматическая трансмиссия для велосипеда.
Патент US 20230373592 A1.

Недостатками данной конструкции являются непостоянство мгновенного передаточного отношения, которое появляется вследствие увеличения угловой скорости ведущего механизма с множеством звездочек, периодическое изменение этой скорости обуславливает дополнительные динамические нагрузки, поперечные колебания ветвей цепи, при этом удары шарниров цепи о зубья звездочек проявляются тем сильнее, чем меньше число зубьев звездочек, т.е. при увеличении угловой скорости ведущего механизма и диаметрального смещения звездочек относительно общего центра, уменьшается количество зубьев в зацеплении, а также неравномерность хода и более интенсивный износ из-за малого количества рабочих зубьев, трансмиссия имеет множество подвижных сопряжений подверженных износу, которому способствует открытая передача [2].

Описание предлагаемого устройства. Предлагаемая велосипедная автоматическая трансмиссия, техническим результатом которой является снижение износа деталей, плавность, бесшумность работы и предохранение механизма от резких колебаний нагрузки вследствие эластичности и упругости ремня, равномерность передачи вращающего момента достигается за счет применения конструкции передачи, в которой натяжение ремня автоматически изменяется с изменением нагрузки благодаря пружине сжатия. Новизна заключается в использовании вариатора с раздвижными конусами, которые автоматически меняют свой диаметр и позволяют бесступенчато регулировать передаточное отношение (макс. = 2,87 - режим редуктора., мин. = 0,3 - режим мультипликатора., аналогично трансмиссии 3 х 9) и плавно изменять крутящий момент на колесе велосипеда, это делает эксплуатацию велосипеда эффективной и комфортной.

Позиции на Рис 2:

1 - передняя крышка, 2 - подшипник входного вала, 3 - подшипник выходного вала, 4 - крепежные винты, 5 - корпус, 6 - задняя крышка, 7 подшипник выходного вала, 8 - подшипник входного вала, 9 - входной вал, 10 - подвижный конус, 11 - ролики, 12 - направляющая крышка, 13 - неподвижный конус, 14 - клиновой ремень, 15 - фиксирующий винт, 16 - шлицевая втулка, 17 - стопорное кольцо, 18 - зубчатое колесо, 19 -зубчатый ремень, 20 - выходной вал, 21 - направляющая тарелка, 22 -пружина сжатия, 23 - подвижный конус, 24 - неподвижный конус, 25 -фиксирующий винт, 26 - зубчатое колесо, 27 - стопорное кольцо, 28 -приводная звездочка, 29 - контргайка [3].

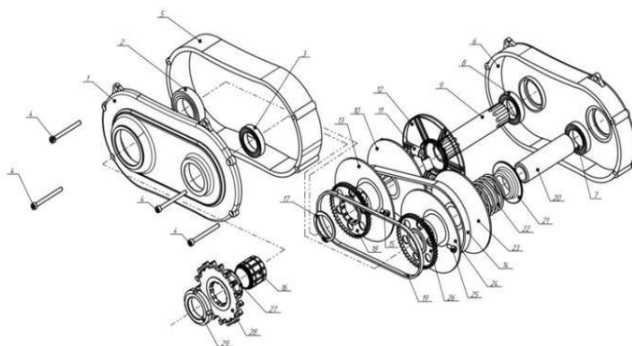


Рис. 2. Схема элементов трансмиссии для велосипеда на основе вариатора-изометрия

Вывод. Таким образом, предложена конструкция автоматической трансмиссии для велосипеда на основе вариатора, которая имеет следующие достоинства:

- механизм вариатора с раздвижными конусами имеет плавное и бесступенчатое переключение передач, это создаёт условия для комфортного вождения велосипеда и уменьшает затраты физических усилий велосипедиста;
- простота обслуживания трансмиссии сокращает время технического обслуживания велосипеда, делая его эксплуатацию более доступной;
- закрытый корпус трансмиссии, обеспечивает сохранность механизма и защиту от повреждений в различных погодных условиях (дождь, снег, слякоть и т.д.), что особенно важно для людей, использующих велосипед в повседневных поездках.

Список источников

1. Иванов М.Н. Детали маши: -М.: Высш. шк., 2010. - 408 с.:
2. Патент US 20230373592 A1, 23.11.2023, B62M9/08. «Система автоматической трансмиссии для велосипеда» <https://clck.ru/39ueHw>
3. Заявка на полезную модель 2024105773 «Трансмиссия для велосипеда на основе вариатора» <https://clck.ru/39ufAa> Информационно-поисковая система (fips.ru).

Маргина А.А., Маргин А.Н.

Научный руководитель: Алибеков С. Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЬНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. *Использование лубяных волокон со временем снизилось из-за промышленного прогресса и изменений в экономике, но в последнее время, когда все больше внимания уделяется воздействию на окружающую среду, интерес к этим ресурсам возобновился.*

Лён – это единственное в России натуральное легковоспроизводимое целлюлозное сырьё, которое обладает уникальными свойствами и по почвенно-климатическим условиям нашей страны может культивироваться на огромных площадях. Использование данного ресурса для получения целлюлозы требует понимания анатомии растений и агрономических факторов при их выращивании и сборе урожая.

Ключевые слова: лён, лубяное волокно; целлюлоза, льняная целлюлоза; сырьё

Лен является одними из самых ранних растений, культивируемых человеком для получения волокон. Самые ранние известные свидетельства использования льняного волокна, датируемые примерно 30 000 годами до н. э., обнаружены в Грузии [1].

Исторически сложилось так, что лен использовался при производстве одежды, мешковины и веревок. До сих пор, несмотря на высокую стоимость, он остается популярным для изготовления одежды из-за его хороших дышащих и влагорегулирующих свойств. Таким образом, промышленность по-прежнему имеет высокий спрос на льняное волокно.

Различные сорта льна можно разделить на две большие категории:

1. Сорта льна для производства волокна. Достигают от 0,8м до 1,5м в высоту. Демонстрируют оптимальную урожайность волокна при выращивании в умеренном климате со средним годовым количеством осадков 600-650 мм. Сорта с волокнами высаживают с большей плотностью (2200-2800 растений на метр), чем сорта с семенами (1000-1200 растений), поскольку это способствует росту более тонких, прямых и высоких растений, что приводит к получению волокон лучшего качества.

2. Сорты льна для производства семян. Высота значительно ниже и составляет 0,5м – 0,8м. Эти сорта гораздо менее устойчивы к засухам и высоким температурам.

При выращивании льна возникает ряд трудностей. Следует помнить, что лен следует сажать только один раз в несколько лет, при этом внося необходимые для обеспечения хорошей урожайности, удобрения (азот, фосфор, калий, кальций, магний). Кроме того, необходимо принять меры по борьбе с сорняками и защите от грибковых патогенов и вредителей. Все эти факторы могут ограничить максимальные мировые объемы производства даже при самых высоких урожаях.

При всех сложностях выращивания лён остается привлекательной культурой в качестве источника целлюлозы. Это обусловлено:

1. высоким содержанием в льняном волокне α -целлюлозы около 80%;

2. высокой степенью полимеризации льняной целлюлозы, что с учетом низкой ее стоимости позволяет расширить спектр вырабатываемых на ее основе целлюлозных материалов;

3. низкой стоимостью луба, поскольку затраты на возделывание льна полностью окупаются продукцией переработки семян [2];

В своей работе [2] Гисматулина Ю.А. определила химический состав урожая льна. В ходе данной работы была выделена целлюлоза высокого качества напрямую из соломы льна-межеумка.

Массовая доля α -целлюлозы в полученной целлюлозе составляла 84,63%, нецеллюлозные компоненты: зольность и массовая доля остаточного лигнина составляют от 0,07 % и 1,40 % соответственно, что свидетельствует о возможности этерификации данной целлюлозы. Кроме того, низкое содержание пентозанов – 0,83 % и удовлетворительная степень полимеризации 500 являются немаловажными критериями для получения качественных эфиров целлюлозы [2]. Это исследование ещё раз доказывает, что на сегодняшний день лён остается перспективным целлюлозосодержащим сырьем.

Таким образом, одним из основных направлений современной целлюлозной промышленности является рациональное использование целлюлозосодержащего сырья. Отдельного внимания заслуживает лён, благодаря своим свойствам.

Но, приходится бороться с некоторыми трудностями при использовании волокон льна для получения целлюлозы. Во-первых, лён следует сажать только один раз в несколько лет, при этом внося дорогостоящие удобрения. Во-вторых, необходимо принимать меры по борьбе с сорняками и защите от грибковых патогенов и вредителей.

Список источников

1. Manian A.P., Cordin M. & Pham, T. Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review. «*Cellulose*» **28**, 8275–8294 (2021).
2. Гисматулина Ю.А. Получение целлюлозы азотнокислым способом напрямую из соломы льна-межемука // Ползуновский вестник. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-tsellyulozy-azotnokislym-sposobom-napryamyu-iz-solomy-lina-mezheumka> (дата обращения: 07.04.2024).
3. Taylor L., Phipps J., Blackburn S. et al. Using fibre property measurements to predict the tensile index of microfibrillated cellulose nanopaper. *Cellulose* **27**, 6149–6162 (2020). [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03226-2>;
4. Lansiaux H., Labanieh A.R., Soulat D. et al. Flax roving twisting preparation for weaving and effect of the weft layers number on the physical and mechanical properties of 3D interlock flax fabric. *SN Appl. Sci.* **2**, 249 (2020). [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2047-2>
5. Пат. 2378432 Российская Федерация МПК D21C5/00. Способ получения целлюлозы / Нутманов О.К., Григорьева Н.П., Гайнуллин Н.И., Лебедев Н.А. – № 2008130711/12; заявл. 24.07.08; опубл. 10.01.10, Бюл. № 7. – 6 с.: ил

УДК 620.3

Маргина А.А., Маргин А.Н.

Научный руководитель: Алибеков С.Я., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОБРАБОТКА ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА НАНОАЛМАЗАМИ

Аннотация. *Натуральные волокна такие, как лён, по праву считаются самыми привлекательными для повышения экологичности композитов. Но льняные волокна имеют ряд недостатков. Ключевым недостатком является низкие прочностные характеристики, в сравнении с синтетическими волокнами.*

Особый интерес состоит в исследовании различных способов улучшения свойств натуральных волокон и композитов на их основе без ущерба для окружающей среды. Одним из таких способов является воздействие гидрогенизированных наноалмазов посредством ультразвуковой дисперсионной обработки.

Известно, что именно наноалмазы нетоксичны, в отличие от многих других наноматериалов на основе углерода. Поэтому, улучшение механических свойств льняного волокна и композитов на его основе при помощи наноалмазов, является актуальной задачей и ляжет в основу дальнейшего исследования.

Ключевые слова: лён, льняное волокно, композиты, наноматериал, наноалмаз

Использование натуральных волокон в разных отраслях промышленности неуклонно растёт. Спектр применения их расширяется, а технологии обработки совершенствуются. При этом натуральные волокна имеют ряд существенных недостатков:

1. неоднородность;
2. плохая термическая стабильность;
3. ограниченная механическая прочность.

Другой существенный недостаток применения натуральных волокон, особенно в композитах, - плохая совместимость между натуральными волокнами (гидрофильными) и матрицей (гидрофобными) [1].

Натуральным волокном, представляющим сегодня повышенный интерес, является лён. Он официально признан одним из самых ранних растений, которые были культивируемы человеком для получения волокон.

Самые ранние известные свидетельства использования льняного волокна, датируемые примерно 30 000 годами до нашей эры, обнаружены в Грузии [2].

Известны современные исследования, раскрывающие химическую обработку льна. Такая обработка показывает хорошую термическую стабильность и повышенную прочность конечного продукта. Но особый интерес представляет обработка армирующих материалов из натуральных волокон наночастицами:

1. углеродными нанотрубками;
2. графеном;
3. наноалмазами.

Наноалмазы являются нетоксичными, в отличие от многих других наноматериалов на основе углерода. Они представляют собой углеродную наноструктуру и отличаются уникальными сочетаниями высокой твердости и износостойкости с высокой поверхностной активностью.

Наноалмазы были впервые получены детонацией в Советском Союзе в 1960-х годах. Советские исследователи начали работать с наноалмазами, чтобы увеличить срок службы танка (военная машина). Но до

конца 1980-х годов наноалмазы оставались практически неизвестными остальному миру. Затем, начиная с конца 1990-х годов, ряд важных прорывов привел к возрастанию интереса к наноалмазам [3].

Сегодня наноалмазы - это яркий пример наноматериалов, производство которых освоено в промышленном масштабе. Оно основано на действии высоких статических давлений на смесь графита с катализатором.

В научной работе [1] представлено исследование влагопоглощения и механических свойств льна, подвергнувшегося воздействию гидрогенизированных наноалмазов посредством ультразвуковой дисперсионной обработки.

Согласно результатам эксперимента обработка наноалмазами повышает стойкость к истиранию ($\sim +30\%$) и снижает содержание влаги ($\sim -18\%$) и скорость поглощения влаги. Испытания на растяжение одиночных нитей, извлеченных из ткани, обработанной наноалмазами, показали повышенный предел прочности ($\sim +24\%$) по сравнению с необработанным волокном. Кроме того, наноалмазы усиливают сцепление между элементарными волокнами нитей, что улучшает механические свойства [1].

Таким образом, обработка льняного волокна наноалмазами представляет широкий научный интерес. Результаты данной работы могут открыть новые перспективы для дальнейших научных исследований. Они кажутся весьма перспективными для решения проблем получения стойкого органического волокна.

Список источников

1. Hinzmann C., Parsons D.F., Fiedler J. et al. Nanodiamond-treated fax: improving properties of natural fbers. *Cellulose* (2024).
2. Kvavadze E, Bar-Yosef O, Belfer-Cohen A, Boaretto E, Jakeli N, Matskevich Z, Meshveliani T (2009) 30,000-Year-old wild flax fibers.
3. Ставер А.М., Губарева Н.В., Лямкин А.И., Петров Е.А.// Физика горения и взрыва, 1984.
4. Heller K et al (2015) A comparative study between Europe and China in crop management of two types of flax: linseed and fibre flax.
5. Ефимов О.Н., Вершинин Н.Н., Таций В.Ф., Гусев А.Л., Гольдшлегер Н.Ф. НАНОАЛМАЗЫ И КАТАЛИЗ // АЭЭ. 2007. №6.
6. Manian A.P., Cordin M. & Pham T. Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review. «*Cellulose*» **28**, 8275–8294 (2021).
7. Верещагин А.Л. Свойства детонационных наноалмазов. - Бийск. Изво Алт. гос. техн. ун-та, 2005. – 134 с.
8. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение. — СПб.: СПб ГПУ, 2003. — 344 с.
9. Зеленцов С.В. История культуры льна в мире и России // Масличные культуры. 2017. №1 (169).

Немировский К.А.
Научный руководитель: Лакалина Н.Ю., доцент
Брянский государственный технический университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИМПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Аннотация.** Представлен анализ состояния рынка запасных частей импортного производственного оборудования в современных условиях, а также анализ основных видов повреждений этих деталей. Предложен проектный вариант оборудования для одной из операций механической обработки наиболее часто выходящих из строя деталей.*

***Ключевые слова:** импортозамещение, ремонт оборудования, шпоночный паз, прошивка, пресс, единичное производство*

В результате введенных санкционных ограничений, повлекших массовый отказ зарубежных (иностраных) производителей машин и оборудования от исполнения обязательств по ранее заключенным договорам и от заключения новых контрактов на поставку, возникают существенные риски безопасной и бесперебойной эксплуатации импортного оборудования, что может привести к увеличению отказов оборудования с возникновением аварийных ситуаций и неизбежному росту вынужденных затрат на их предотвращение.

В эксплуатационной документации, сопровождающей импортное оборудование при поставке, содержатся жесткие требования о заказе запасных частей только у изготовителя оборудования либо других конкретных поставщиков, одобренных изготовителем. Несоблюдение выбора, установки или применения утвержденных заводом-изготовителем запасных частей и принадлежностей рассматривается как неправильное использование оборудования, при этом конструкторская документация, по которой можно изготовить данные запасные части, в комплект поставляемого оборудования не входит.

В этой связи наиболее целесообразным способом выхода из сложившейся ситуации является возможность изготовления запасных частей и принадлежностей к импортному оборудованию в рамках механизма обратного инжиниринга отечественными предприятиями.

Учитывая изложенное, в условиях острой необходимости поддержания импортного оборудования в работоспособном состоянии и необходима замена комплектующих изделий, компонентов и запасных частей, изготовленных в рамках обратного инжиниринга.

Как показал анализ видов повреждения, чаще всего выходят из строя детали оборудования, подвергающиеся длительному действию знакопеременной нагрузки, циклических температурных напряжений, высокие контактные напряжения и наличие концентраторов напряжений. Примером таких деталей оборудования являются зубчатые колеса. Наиболее характерными видами повреждения зубчатых колес являются усталостный излом, усталостное выкрашивание и заедание. В итоге все виды повреждения зубьев сводятся либо к поломке зубьев, либо к разрушению их контактных поверхностей.

Поломка зубьев является наиболее опасным видом разрушения, приводящим к выходу из строя передачи и часто к разрушению других деталей и узлов машины. В связи с этим возникает необходимость в единичном производстве таких запасных деталей, взамен выходящих из строя, для поддержания работоспособности производственного оборудования.

Одной из основных операций при производстве зубчатых колес является обработка шпоночных пазов. Способ получения шпоночного паза долблением - мало совершенен и может применяться лишь в том случае, когда нет возможности обрабатывать шпоночный паз протягиванием. В сложившейся на рынке ситуации и для условий единичного производства приобретение протяжных станков для этих целей являлось бы достаточным дорогим решением.

Современный производитель зачастую приобретает станки в Китае, России или через «серый» импорт. Рассмотрим каждый из вариантов.

Российские производители протяжных станков предлагают свое оборудование по высоким ценам, в большинстве случаев из-за отсутствия конкурентов среди российских поставщиков и собственных сложностей в импортозамещении. Для единичных производств это действительно долгий в окупаемости выбор, который впоследствии создает большие экономические риски, особенно для начинающих производителей.

Китайский вариант - не самый надежный среди прочих, так как возникают сложности в нахождении надежных поставщиков оборудования. Помимо этого, существует проблема с обратной связью производителя и языковым барьером. Службы технической поддержки не отвечают сразу, иногда приходится ждать ответ около месяца, что в случае неполадок оборудования создает простой на производстве. Ответ от технического специалиста будет на китайском языке или на “ломаном” английском.

Последний из популярных вариантов – «серый импорт». Производитель, в лучшем случае, получает привычное ему оборудование, операторы знают, как с ним работать, но гарантий и поддержки ждать не стоит.

В сложившейся ситуации, для единичного производства, решением может стать, прошивание шпоночных пазов с помощью настольного гидравлического пресса. Ниже представлена схема устройства (рис. 1).

За основу был принят настольный гидравлический пресс, рычажного типа (поз. 1). Вместо поршня пресса, установлена зажимная оправка (поз. 2) под прошивку (поз. 3). Нагнетая давление с помощью рычага, прошивка прошивает шпоночный паз детали (поз. 4), закрепленной в трехкулачковом патроне (поз. 5).

В такой конструкции, важно учесть метод закрепления оснастки под инструмент. Во многих прессах поршень закреплен резьбовым соединением. В случае с прошиванием шпоночных пазов, подобное соединение не лишает инструмент вращательной степени свободы.

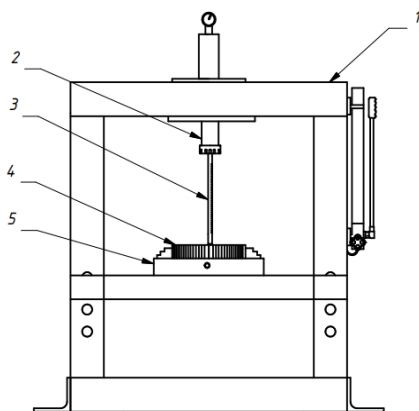


Рис. 1. Схема настольного пресса для прошивания шпоночных пазов деталей

Проблему выхода оборудования из строя нужно устранять оперативно, чтобы производственный процесс не останавливался надолго. Для ремонта нужны запасные части для оборудования, которые помогут восстановить функционирование агрегатов.

Немировский К.А.

Научный руководитель: Лакалина Н.Ю., доцент
Брянский государственный технический университет

РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ ИМПОРТНЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

***Аннотация.** Проведен анализ зарубежного рынка деталей и узлов машиностроения. Предложен проектный вариант разработки 3D-модели тороидального гребного винта на основе реверс-инжиниринга в условиях отсутствия технических характеристик и документации на само изделие.*

***Ключевые слова:** реверс-инжиниринг, 3D-моделирование, тороидальный гребной винт, конечно-элементные расчетные программы*

В последнее время в России наблюдается рост интереса к реверс-инжинирингу в области машиностроения. Этот метод позволяет инженерам производить обратные исследования для выявления принципов работы и конструкции импортных технологий. Российские специалисты все чаще применяют реверс-инжиниринг для изучения зарубежных образцов машин и оборудования. Это позволяет им не только понять принципы работы и особенности конструкции иностранных устройств, но и использовать полученные знания для создания своих собственных продуктов с аналогичной функциональностью. Особенно активно российские инженеры применяют реверс-инжиниринг в сферах авиационного и оборонного машиностроения, где импортные технологии и оборудование имеют высокую стоимость и ограниченный доступ. Благодаря обратному проектированию специалисты могут освоить и внедрить производство собственных аналогов зарубежных моделей.

Таким образом, реверс-инжиниринг в машиностроении становится все более популярным методом среди российских инженеров, позволяя им обогатить свои знания и опыт за счет изучения иностранных технологий и применения их на практике.

Недавно, американской компанией Sharrow Marine был разработан трехлопастной тороидальный гребной винт, который «обещает» снизить расход топлива, уменьшить шум и кавитацию при движении судна. Как заявляет производитель, гребной винт основан на идее биомимикрии, имитирующей форму хвоста китов, что позволяет улучшить гидродина-

мику и уменьшить потери энергии при движении. Производитель указывает на уникальность своих гребных винтов, так же это подтверждает патент Массачусетского университета.

Однако в 2006 году Поволжским государственным технологическим университетом была защищена диссертация Богатырева М.Д. на тему “Совершенствование конструкции гребного винта на судах лесосплавного флота”. В данной диссертации был описан и изучен четырехлопастной тороидальный гребной винт, для лесосплавного судна. Результаты испытаний превосходили теоретические ожидания. Что было представлено в данной работе на графиках [1].

Таким образом, для реверс-инжиниринга трехлопастного тороидального винта, целесообразно взять за основу проектирования тороидальный винт из диссертации Богатырева М.Д. и реверс гребного винта Sharrow Marine (рис. 1).



Рис. 1. Гребной винт SHARROW MXTM для подвесных лодочных моторов мощностью 150-450 л.с. и кормовых приводов

Важно отметить, что для подобного реверс-инжиниринга следует создавать параметрическую 3D-модель (рис. 2). Параметризация модели, потребуется для дальнейших корректировок.

Для избегания множества корректировок прототипа конечного изделия следует проводить испытания в программах для конечно-элементных расчетов сложных научно-технических задач. Одной из подобных программ, является Comsol Multiphysics (рис. 3). Программа включает в себя все необходимые инструменты, позволяющие воссоздавать все этапы – от определения геометрии объектов с учетом физики и свойств выбранных материалов до постобработки завершенных моделей и ознакомления с итоговым результатом.

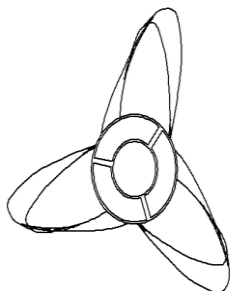


Рис. 2. Параметрическая 3D-модель трехлопастного торoidalного винта

С помощью этой программы можно наглядно изучить кавитацию, теплопередачу, акустические показатели, число оборотов в минуту винта при его использовании в потоке воды.

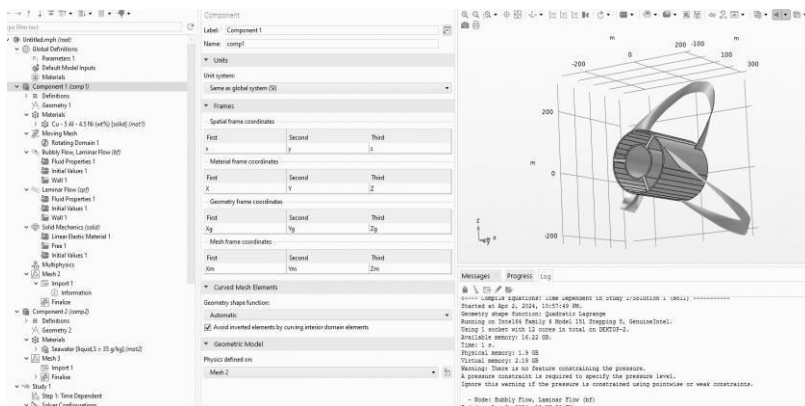


Рис. 3. Корректировка прототипа конечного изделия в программе Comsol Multiphysics

Список источников

1. Богатырев Максим Дмитриевич. Совершенствование конструкции гребного винта на судах лесосплавного флота : Дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01 Йошкар-Ола, 2006 156 с. РГБ ОД, 61:06-5/2780.

Патрикеева Е.А.

Научный руководитель: Салдаева Е.Ю., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

***Аннотация.** Статья посвящена изучению особенностей калибровки средств измерений на предприятии промышленного производства. Описывается процесс калибровки, проводится анализ нормативной документации, выявляются факторы, влияющие на процесс калибровки.*

***Ключевые слова:** калибровка, производство, метрология, условия труда*

Актуальность темы. Калибровка средств измерений давно является неотъемлемой частью промышленных предприятий, так как напрямую связана с качеством выпускаемой продукции.

Цель работы - выявление факторов, влияющих на процесс калибровки.

Что такое калибровка средств измерения? Если обратиться к сайту Федерального бюджетного учреждения «Ростест – Москва», то можно увидеть следующий ответ: Калибровка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик и метрологической пригодности тех средств измерений, которые применяются вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений. При калибровке определяются действительные значения единиц величин, оцениваются значения неопределенности измерений, составляется бюджет неопределенности [2].

Инженеры-метрологи при калибровке средств измерения руководствуются межгосударственными стандартами (ГОСТ, ГОСТ Р) рекомендациями по межгосударственной стандартизации (РМГ) или же могут работать по собственной методике.

На промышленном предприятии с большими оборотами продукции работает много людей, у которых должны быть свои средства измерения. Количество инструментов может достигать более двух тысяч единиц. А так как в современном мире производители средств измерений используют все более дешевые материалы, они быстро ломаются, или изнашиваются.

Лаборатории метрологии, где калибруются средства измерения, обязаны работать при определенных условиях, чтобы показания были максимально приближены к истине. Однако не аккредитованные лаборатории не всегда соблюдают требования ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [1].

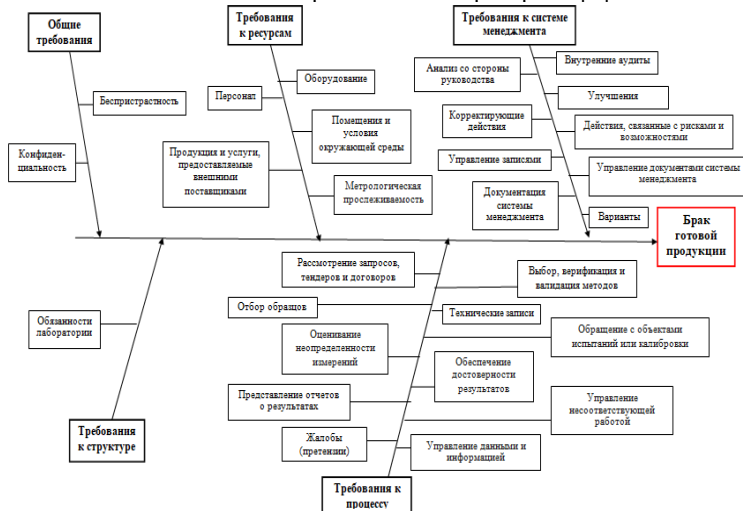


Рис. 1. Диаграмма Исикавы

Рассмотрим эти требования на диаграмме Исикавы, которая представлена на рисунке 1.

Для качественной калибровки средств измерения предприятие обязано обеспечить лабораторию метрологии всеми необходимыми условиями труда. Своевременно обновляя оборудование, поддерживая нормированную температуру в кабинете и набирая квалифицированный персонал, предприятие промышленного производства сможет значительно сократить уровень брака.

Список источников

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». – Москва: Стандартинформ, 2019.
2. #РостестМосква [Электронный ресурс] // Сайт Федерального бюджетного учреждения «Ростест-Москва»; URL: <https://www.rostest.ru/> (дата обращения: 28.03.2024г.).

Селифонов В.С., Федонина С.О., Яцков И.Н.
Брянский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТЫКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

Аннотация. *В статье рассматривается вопрос разработки технологической оснастки для механической обработки поверхностей резиноканевых конвейерных лент. Представлена конструкция приспособления для закрепления и последующей обработки поверхностей данных изделий.*

Ключевые слова: *резиноканевые конвейерные ленты, технологическая оснастка*

Работоспособность и надёжность оборудования во многом определяются соответствием свойств и методов получения материалов требуемым служебным характеристикам в условиях эксплуатации и правильностью разработки технологической схемы, обеспечивающей возможность изготовления из выбранного материала деталей требуемой конфигурации и размеров с обеспечением рабочих характеристик узла и конструкции в целом.

От правильности выбора материалов и технологической схемы их обработки существенно зависит обеспечение физико-механических параметров изделия, соответственно, надёжность и срок службы изделия. В частности, факторы, оказывающие влияние на качество обработанной поверхности материала, является правильный выбор конструктивных и в большей степени, геометрических параметров режущего инструмента, а также использование специализированной технологической оснастки, необходимой для закрепления соответствующих изделий в процессе механической обработки.

В настоящее время в машиностроении применяются изделия из металлических материалов, форма, размеры и требуемое качество которых получается путём механической обработки исходных заготовок. Однако, кроме металлических, используются также изделия из неметаллических материалов, таких как: пластмасса, древесина, резиновые и резиноканевые изделия и т.д. В частности, одним из объектов данного вида изделий

являются резиноканевые конвейерные ленты, которые используются в качестве тягового и грузонесущего элемента ленточных конвейеров.

От качества изготовления стыковых соединений зависит надёжность работы и срок службы конвейера. В настоящее время, подготовку стыков поверхностей резиноканевых конвейерных лент производят ручным способом, либо с помощью специальных приспособлений. Данная операция занимает ≈ 4 часа, требует больших физических усилий, стоимость работ составляет от 50% до 70% стоимости новой ленты [1, 2].

В связи с этим, цель данной работы – разработка конструкции технологической оснастки для механической обработки стыковых поверхностей резиноканевых конвейерных лент. Опытный образец приспособления представлен на рис. 1.

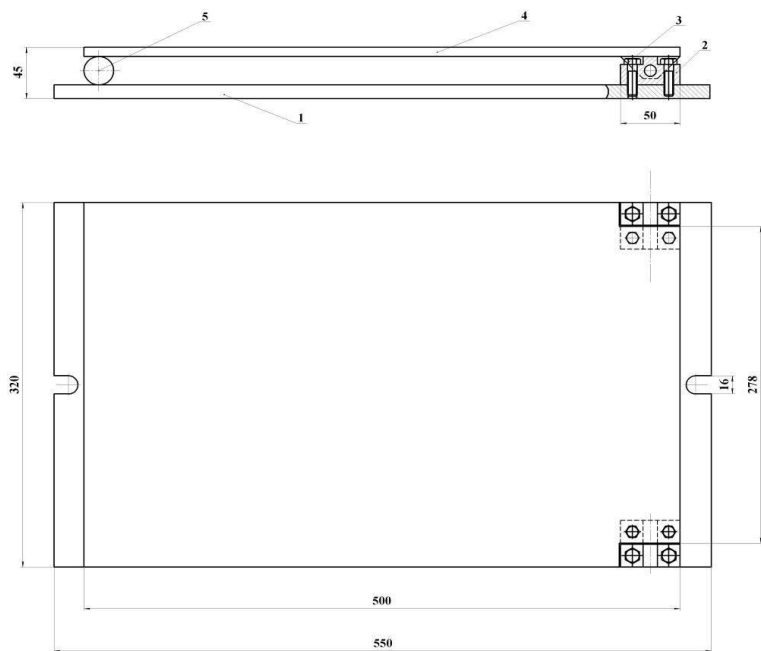


Рис. 1. Конструктивная схема приспособления для закрепления и последующей механической обработки стыковых поверхностей резиноканевых конвейерных лент

Представленное приспособление состоит из следующих элементов: основание 1, на поверхность которого устанавливается кронштейн 2. Фиксация осуществляется винтом 3. Установка плиты 4 на требуемый

угол осуществляется с помощью концевых мер длины, которые устанавливаются между опорой 5 и основанием 1. Схема обработки поверхности представлена на рис. 2.

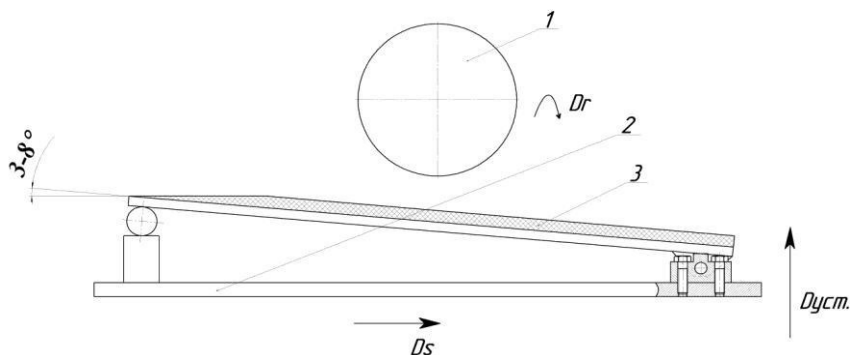


Рис. 2. Схема обработки поверхности резиноканевой конвейерной ленты
1 – Режущий инструмент; 2 – Основание стола; 3 – Образец конвейерной ленты;
Dr – главное движение резания (вращение инструмента); Ds – движение подачи
(продольное перемещение стола); Dуст. – установочное движение
(вертикальное перемещение стола)

Образец конвейерной ленты 3 закрепляется на данное приспособление. Конструкция стола позволяет устанавливать требуемый угол скоса. Крепление ленты осуществляется с одной стороны. Усилия резания компенсируются натяжением ленты, что обеспечивает правильность формы стыка. Общий вид обработки стыка показан на рис. 3.

Список источников

1. Высочин Е.М. Стыковка и ремонт конвейерных лент на предприятиях чёрной металлургии /Е.М. Высочин, Е.Х. Завгородний, В.И. Заренков. – М.: Металлургия, 1989 – 192 с.
2. Голиков Г.Ф. Резиноканевые конвейерные ленты. Практика стыковки. Корпоративно-справочное пособие / Г.Ф. Голиков. – Сергиев-Посад, 2011 – 157 с.

Федуков А.Г., Лебедев Д.А., Лось Е.И.
Брянский государственный технический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИХ НА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОМ СТАНКЕ DK77

Аннотация. В работе приведены исследования по определению погрешности обработки шпоночных пазов в электроэрозионном проволочно-вырезном станке серии DK77.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, шпоночный паз, электроэрозионный проволочно-вырезной станок, точность

На кафедре «МСИИ» в ходе работы над ОКР, сложился опыт обработки шпоночных пазов в деталях типа тел вращения на проволочно-вырезном электроэрозионном станке DK77. В данной работе будет говориться об обеспечении точности при изготовлении шпоночных пазов.

Установка детали происходит на двух направляющих станка с помощью прихватов. Проволока продевается в заранее подготовленное отверстие, после чего определяется центр детали автоматически или вручную.

После определения центра отверстия строится контур и заносится в ЧПУ станка, по которому будет происходить обработка.

Рассмотрим обеспечение точности обработки на примере размера ширины шпоночного паза, как наиболее точного размера (рисунок 1). Ширина паза A складывается из погрешности обработки Δ и величины диаметра d (радиуса R) проволоки и определяется по зависимости (1).

$$A = 2 \cdot \Delta + 2 \cdot R = 2 \cdot \Delta + d \quad (1)$$

В руководстве в эксплуатации станка [1] в рекомендациях по учету ширины реза рекомендуют учитывать только диаметр проволоки.

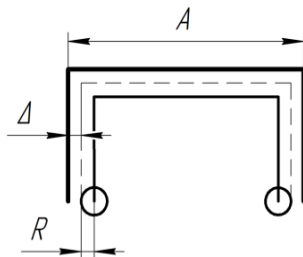


Рис. 1. Схема обработки шпоночных пазов на проволоочно-вырезном электроэрозионном станке серии DK77

В работе [2] погрешность обработки рассчитывают по зависимости (2).

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(k_1 \Delta_{\varepsilon})^2 + (k_2 \Delta_y)^2 + (k_3 \Delta_n)^2 + (k_4 \Delta_l)^2 + (k_5 \Delta_{\text{ст}})^2 + (k_6 \Delta_T)^2 + (k_7 \Delta_{\text{и}})^2} \quad (2)$$

где k_i – коэффициенты относительного рассеяния рассматриваемой элементарной погрешности; Δ_{ε} – погрешность базирования; Δ_y – погрешность, вызванная колебанием упругих деформаций системы; Δ_n – погрешность настройки станка на заданный размер; Δ_l – погрешность размера; $\Delta_{\text{ст}}$ – погрешность, обусловленная неточностью станка; Δ_T – погрешность, определяемая колебанием температуры; $\Delta_{\text{и}}$ – погрешность, определяемая износом проволоки.

В работе [3] представлены экспериментальные исследования влияния режимов резания на толщину реза для стали 09Г2С. Погрешность обработки на ширину реза 0,07 – 0,17 мм на ширину реза, или на сторону 0,035 – 0,0535 мм.

В данном исследовании представлены эксперименты по резанию шпоночного паза шириной 10 мм. Использовались режимы обработки, рекомендуемые производителем (Режим №2 и №3) и полученные на практике (Режим №1) и представлены в таблице 1.

Контур шпоночного паза строился по номинальным размерам 10 мм, 9,8 мм, 9,75 мм. В таблице 2 представлены результаты экспериментальных исследований при обработке стали 20 толщиной 20 мм, проволокой диаметром 0,18 мм. Разница между фактическими значениями и задаваемыми значениями в контуре программы является погрешностью Δ .

Обработка велась с условием одноконтурной обработки для более высокой производительности. Измерения пазов производились с помощью поверочных плиток.

Таблица 1. Режимы обработки электроэрозионного
проволочно-вырезного станка

Режим	Режимы обработки					
	I, A	U, В	Ширина импульса	Пауза между импульсами	Усиление	Слежение
№1	2,7	70-75	40	7	4	10
№2	2,7	70-75	8	7	4	10
№3	2,7	80-85	16	7	4	10

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований

Режим обработки указанный в табл. 1 при обработке проволочкой диаметром 0,18 мм	Полученный размер зависимости от режима обработки, при номинальном заданном значении А в программе, мм			Δ , мм
	A ₁ = 10	A ₂ =9,8	A ₂ =9,75	
Режим №1	10,23	10,01	9,96	0,21
Режим №2	10,21	9,99	9,94	0,20
Режим №3	10,19	9,98	9,93	0,19

Из проведенных исследований стало ясно, что необходимо учитывать погрешность обработки шпоночных пазов, так как она достигает сопоставимых размеров с величиной допуска на ширину паза.

По ГОСТ 23360 допуск на обработку шпоночного паза шириной 10 мм по 9 качеству равен 0,036 мм по ГОСТ23360, что сопоставимо с полученной величиной погрешности обработки в ходе исследования.

Исходя из полученных результатов, наиболее высокую точность показал режим №3.

Список источников

1. Руководство по эксплуатации станка DK7755Y-11.
2. Абляз Т.Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов: учеб. пособие / Т.Р. Абляз, А.М. Ханов, О.Г. Хурматуллин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.
3. Анализ влияния режимов на ширину реза при проволочно-вырезной электроэрозионной обработке Лесников Р.В., Абляз Т.Р., Зальцберг В.К. Master's Journal. 2016. № 1. С. 194-198.

Федуков А.Г. инженер каф. «МСИИ», Лось Е.И., Лебедев Д.А.
Брянский государственный технический университет

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРАВКИ АЛМАЗНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СВЕРЛ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

Аннотация. В работе представлено спроектированное приспособление для правки алмазных кольцевых сверл и его работа.

Ключевые слова: алмазные кольцевые сверла, правка свободным абразивом

Алмазные кольцевые сверла применяются в машиностроении для обработки отверстий и изготовлении заготовок в виде стержней в твердых материалах таких как керамика, стекло, лейкосапфир и т.д..

Зерна алмазов в сверлах служат режущим элементом благодаря своей твердости и износостойкости, которые связаны между собой металлической связкой.

При обработке алмазные сверла, как и любой инструмент, теряют свою режущую способность. Главными причинами, являются: засаливание и затупление. Это приводит к затруднению резания и уменьшают производительность обработки.

Существуют основные методы правки алмазных сверл:

1. правка абразивными брусками;
2. правка абразивными кругами;
3. электроэрозионная и электрохимическая правка;
4. правка свободным абразивом.

На кафедре МСИИ в ФГБОУ ВО БГТУ был проведен ряд работ по использованию метода свободного абразива с алмазными шлифовальными кругами на металлической связке [1]. На сегодня стоит задача опробовать данный метод с алмазными кольцевыми сверлами на металлической связке. В качестве абразива будут использоваться зерна карбида бора.

Метод правки свободного абразива заключается в том, что зерна абразива попадают в зазор между сверлом и притиром и разрушают связку на сверле освобождая новые алмазные зерна [1,2].

Для кольцевых сверл в работе [3], были описаны схемы правки данным методом. На основе этих схем было спроектировано приспособление, показанное на рисунке 1.

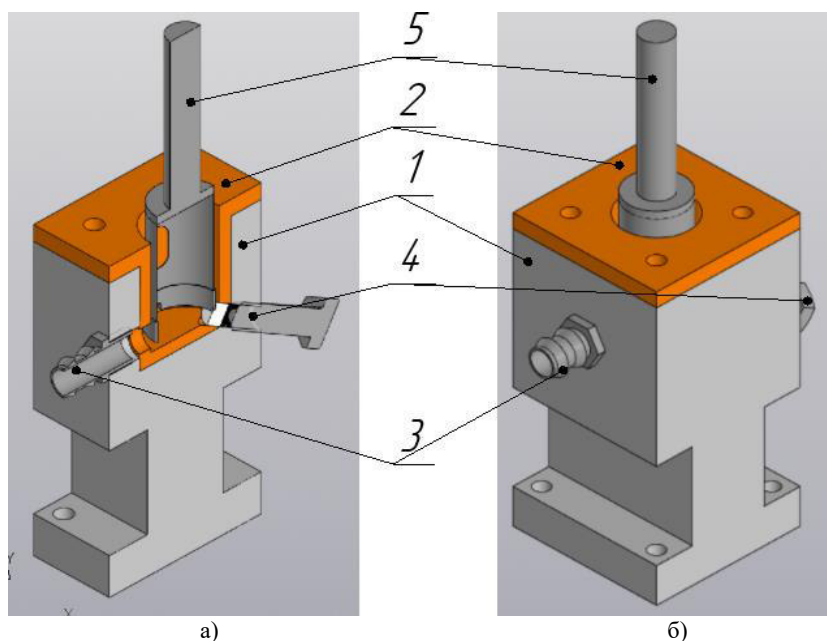


Рис. 1. Проектируемое приспособление для правки алмазного кольцевого сверла: а) – в разрезе, б) – общий вид

Приспособление состоит из следующих частей: 1 – корпус; 2 -притир, изготовленный из бронзы или чугуна, 3 – штуцер для подачи суспензии, 4 – механизм для подачи гипсового стержня в зону правки, состоящий из пружины, двух шайб и регулирующего болта.

Правка алмазных сверл в данном приспособлении может вестись двумя способами подачи абразива: 1 – с помощью суспензии; 2 – с помощью абразива, закрепленного в гипсовый стержень.

Приспособление устанавливается на стол вертикально - сверлильно-го станка. В корпус 1 устанавливается притир 2, диаметр которого зависит от диаметра сверла 5 и требуемого зазора между ними, который выбирается от размера правящего зерна.

1 способ: свободный абразив подается с помощью суспензии.

Суспензия подается в зону правки через штуцер 3 с помощью помпы. Смесь состоит из глины и абразива разведенных водой, как рекомендуют в работе [3]. При заполнении смесь сливается через отверстие, сделанное под механизм подачи гипсового стержня 4.

2 способ: свободный абразив подается с помощью гипсового стержня.

Гипсовый стержень подается с помощью механизма 4. При прижиме сверла к гипсовому стержню пружина позволяет поддавливать брусок к сверлу. При истирании стержня подача происходит с помощью регулирующего болта.

Для правки 1 и 2 способом для его улучшения сверлу необходимо задавать осциллирующие движение.

В процессе правки сверло проверяется визуально или при помощи микроскопа на наличие засаливания. При необходимости, процесс может повторяться несколько раз, пока не будет достигнуто желаемое состояние алмазного сверла.

Данное приспособление далее будет изготовлено и проверена его эффективность. Сейчас уже можно выделить один из недостатков данного приспособления: повышенный износ притиров.

Для уменьшения влияния износа, в конструкцию можно ввести подвижный притир, который поджимаем во время правки. Но это ведет к более сложной конструкции и к увеличению габаритов.

Список источников

1. Федукон А.Г., Хандожко А.В. Особенности шлифования лейко-сапфира алмазными кругами и их правка // Научные технологии в машиностроении. 2018. №5(83). С. 27 - 34.
2. Гусев В.В., Медведев А.Л. Закономерности изменения режущей способности алмазных шлифовальных кругов при правке свободным и полусвободным абразивом // Вестник ДонГТУ, – 2009. №6. – С. 41–48.
3. Федукон А.Г., Хандожко А.В., Лебедев Д.А., Лось Е.И. Схемы правки методом свободного абразива кольцевых алмазных сверл // Новые горизонты. Сборник сборник материалов и докладов X научно-практической конференции с международным участием. Брянск, 2023. С. 59-62

УДК 620.192

Анцупов Н.А.

Научный руководитель: Кондратьев А.Е., кан. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕНОК ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация. Рассмотрены вопросы технической диагностики энергетических трубопроводов. Представлены виды неразрушающего контроля методом колебаний. Рассмотрен метод вибрационных колебаний. Показана экспериментальная установка и описана последовательность проведения измерений параметров виброколебаний. Произведен анализ результатов экспериментов.

Ключевые слова: надежность, диагностика, трубопровод, вибрация, колебание, дефект

Надежность энергетических трубопроводов является приоритетной задачей в любой отрасли народного хозяйства. Техническая диагностика трубопроводов позволяет решать эту задачу, для чего необходимо своевременно и грамотно проводить неразрушающий контроль.

Среди различного множества методов технической диагностики (тепловизионный, термографический, вибрационный, акустический, магнитный, акустической эмиссии, частичных разрядов, хромотографический и др.) особо можно выделить метод колебаний, позволяющий с минимальными затратами оценить техническое состояние трубопроводов, выполненных из различных материалов [1].

При применении метода колебаний производится оценка параметров как свободных, так и вынужденных колебаний объекта. Таким образом, метод колебаний подразделяется на несколько индивидуальных методов. В работе рассмотрено применение вынужденных колебаний, возбуждаемых в энергетическом трубопроводе на резонансной частоте. Оболочка трубопровода формирует волны Лэмба на этой же частоте. Волны Лэмба замечательны тем, что параметры их колебаний одинаковы как на внешней, так и на внутренней поверхности исследуемого объекта. Известно, что частота волн Лэмба зависит от диаметра трубопро-

вода и одинакова на всем протяжении объекта исследования. Таким образом рассматривается возможность исследовать зависимость параметров резонансных колебаний оболочки трубопровода по его длине от наличия или отсутствия бракованных участков [2].

Для реализации экспериментальной части работы применялась разработанная экспериментальная установка, блок-схема которой показана на рисунке 1.

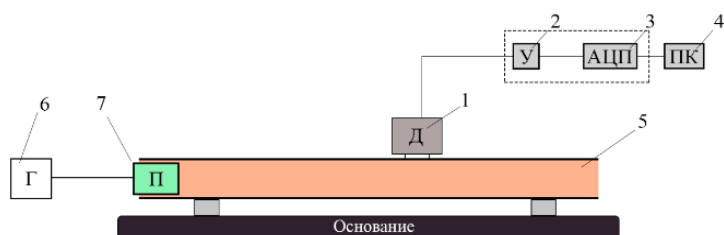


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования вибрационных колебаний в трубопроводе: 1 – пьезодатчик; 2 – усилитель сигнала; 3 – АЦП; 4 – персональный компьютер; 5 – объект исследования; 6 – низкочастотный генератор; 7 – пьезоэлектрический вибропреобразователь.

В качестве объекта исследования использовалась стеклопластиковая труба диаметром 63 мм. Труба 5 свободно укладывается на опоры основания, в ней с помощью пьезоэлектрического преобразователя 7 возбуждаются вынужденные колебания, частота которых регулируется генератором низких частот 6. При этом происходит колебание стенок трубопровода на этой частоте. Измерения параметров колебаний происходит с применением пьезодатчика 1, вибросигнал с которого усиливается в усилителе 2 и преобразованный в АЦП 3 поступает в компьютер 4. Здесь производится запись сигнала с возможностью последующей обработки [3].

Регистрация полезного сигнала проводилась с применением прецизионного пьезоэлектрического датчика KD-35.

При проведении измерений проводилась подготовка, настройка и регулировка применяемых в измерительной установке аппаратуры и вспомогательных устройств: датчиков и преобразователей колебаний. Калибровка пьезометрического датчика KD-35 проводилась на специальном вибрационном стенде для калибровки пьезоэлектрических датчиков [4].

В стенках трубы генерировались вынужденные колебания, имеющие частоту 4926 Гц. Сканирование поверхности стеклопластиковой трубы производилось с шагом 10 мм. В каждой точке производилось измерение амплитуды колебаний поверхности трубы. В зоне дефекта наблюдается уменьшение амплитуды вследствие диссипации энергетической составляющей колебания из-за неоднородности материала [5].

Список источников

1. Vankov Yu V and Kondrat'ev A E, 2004 Pribory i Sistemy Upravleniya (2) 45-53
2. Gaponenko S.O. Device for Calibration of Piezoelectric Sensors / S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, Saint-Petersburg, 16–19 мая 2017 года. – Saint-Petersburg, 2017. – P. 146-150. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.10.451. – EDN XNXDGR.
3. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков / С.О. Гапоненко, А.Е. Кондратьев, Е.Е. Костылева, А.Р. Загреддинов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 7-8. – С. 79-86. – EDN XHXWOP.
4. 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 MWGTLL.
5. Gaponenko S.O. Low-frequency Vibro-acoustic Method of Determination of the Location of the Hidden Canals and Pipelines / S. O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, A.R. Zagretidinov // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016), Chelyabinsk, 19–20 мая 2016 года. – Chelyabinsk: Elsevier Ltd, 2016. – P. 2321-2326. – DOI 10.1016/j.proeng.2016.07.312. – EDN XNKLCK.

Гарнышова Е.В.

Научный руководитель: Измайлова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ НЕРАЗРУШАЮЩИМ МЕТОДОМ

***Аннотация.** Контролировать состояние поверхностей теплообмена трубопроводных систем рационально неразрушающими методами. Наличие отложений изменяет массу конструкций и, следовательно, собственные частоты колебаний, по анализу которых можно определить наличие отложений. Своевременный контроль поверхностей теплообмена, выявление отложений и его чистка позволяет уменьшить затраты на энергию и, как следствие, сократить общие эксплуатационные затраты, а также повысить энергоэффективность и продлить срок службы.*

***Ключевые слова:** неразрушающий контроль, поверхность теплообмена, трубопроводные системы, диагностика*

Неразрушающий контроль трубопроводных систем широко применяется в различных отраслях, включая нефтегазовую промышленность, химическую промышленность, энергетику и водоснабжение. Он используется для проверки новых трубопроводных систем перед вводом их в эксплуатацию, а также для регулярного мониторинга состояния действующих систем. Оценка состояния таких систем, анализ безопасности их эксплуатации и ранжирование участков трубопроводов по срокам ремонта является важной и актуальной задачей.

Современные экономические условия, увеличение удельной мощности агрегатов, снижение материалоемкости, повышение скоростей движения и нагрузок, ужесточение экологических норм предъявляют повышенные требования к точности и оперативности измерений, к качеству контроля и диагностики различных агрегатов на стадии их проектирования, изготовления, испытаний, эксплуатации и ремонта. Традиционные методы неразрушающего контроля [1] широко применяются на стадии изготовления и ремонта, однако, при их применении в условиях работающего оборудования возникают значительные трудности,

обусловленные влиянием большого количества дополнительных факторов, резким удорожанием оборудования, а также невозможностью проведения контроля в некоторых случаях.

Авторами было создано компактное мобильное устройство для контроля состояния [2] поверхностей теплообмена трубопроводных систем в режиме реального времени [3].

Корпус устройства устанавливают на диагностируемый участок, ударником возбуждаются колебания на поверхности теплообмена, пьезоэлектрический датчик принимает аналоговый сигнал на аналогово-цифровой преобразователь, на выходе которого цифровой сигнал попадает в оперативную память компьютера, где, посредством специального программного обеспечения, регистрируется, записывается звуковой сигнал, анализируется (Рис. 1) [4].

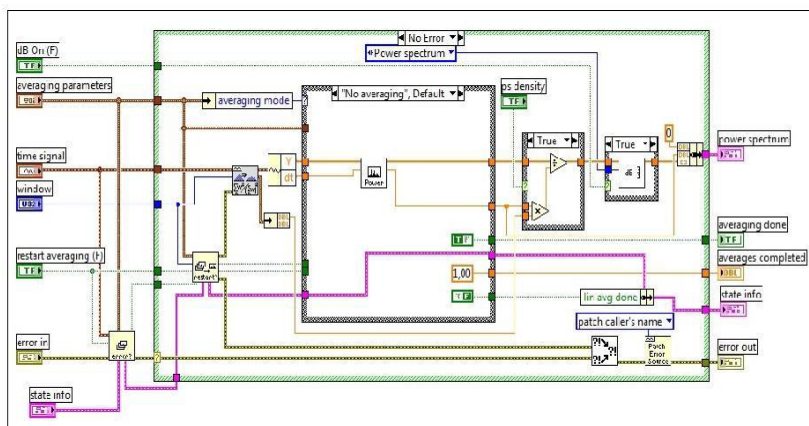


Рис. 1. Часть блок-диаграммы программы для анализа записанных сигналов

Для анализа записанных сигналов используется программа, созданная в среде LabVIEW [5]. Программа предназначена для контроля поверхностей теплообмена трубопроводных систем и может применяться для акустической диагностики производственных объектов, сосудов и трубопроводов. Она позволяет: создавать фильтры нижних и верхних частот; переводить односторонний сигнал во временной области, автоматически строить и усреднять спектры мощности сигнала времени; непрерывно фильтровать входной сигнал; отображать спектрограмму сигнала на графике интенсивности; вычислять предельную интеграцию сигнала путем интегрирования спектрограммы сигнала вдоль временной или частотной осей.

Диагностирование поверхностей теплообмена трубопроводных систем методами неразрушающего контроля [6], с помощью созданных авторами компактного мобильного устройства и программы, позволяет вовремя обнаруживать зарождающиеся отложения, тем самым повысить энергоэффективность, сократить эксплуатационные затраты, а также снизить трудоемкость мониторинга.

Список источников

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1995. 488 с.
2. Измайлова Е.В., Гарнышова Е.В. Собственные частоты колебаний поверхностей теплообмена при наличии отложений с разными плотностями. Материалы XVII Международной молодежной научной конференции по естественно-научным и техническим дисциплинам: Научному прогрессу – творчество молодых. Марий Эл, Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. Ч. 1. С. 264-267. ISSN 2782-4985.
3. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В. Расчет частот колебаний поверхности теплообмена с разными видами отложений. Сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». – М.: МЭИ, 2024. С. 325. ISBN 978-5-907732-12-4.
4. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В. Снижение трудоемкости мониторинга состояния трубопроводов аппаратно-программным комплексом. Материалы XVIII Международной молодежной научной конференции по естественно-научным и техническим дисциплинам: Научному прогрессу – творчество молодых. Марий Эл, Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. С. 360-362. ISSN 2782-4985.
5. Измайлова Е.В., Ваньков Ю.В., Загретдинов А.Р., Гапоненко С.О., Назарычев С.А. Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ «Impcounter-2.0» № 2014613691 от 02.04.2014 г.
6. Гарнышова Е.В., Измайлова Е.В. Неразрушающий способ контроля поверхностей теплообмена и трубопроводных систем. Материалы XXXV Уральской конференции с Международным участием: Физические методы неразрушающего контроля (Янусовские чтения). – Екатеринбург: Институт физики металлов имени М.Н. Михеева, 2024. С. 29-31.

Гафиатуллина К.Р., Крайков М.Д.
Научный руководитель: Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ АЭРОГЕЛЯ

***Аннотация.** В статье рассматривается внедрение тепловой изоляции на основе аэрогеля для повышения эффективности теплообменного оборудования.*

***Ключевые слова:** тепловые потери, теплообменное оборудование, COMSOL Multiphysics, аэрогель, термочехол*

Важным фактором, влияющим на эффективность теплообменного аппарата, являются потери тепла в окружающую среду. С целью минимизации тепловых потерь при эксплуатации теплообменного оборудования активно используются различные теплоизолирующие материалы, что в свою очередь способствует увеличению общей производительности оборудования [1].

Аэрогель представляет собой перспективный материал для использования в качестве тепловой изоляции, благодаря своим уникальным свойствам, превосходным теплоизоляционным характеристикам и устойчивости к химическим воздействиям. Аэрогелям свойственен низкий коэффициент теплопередачи ($0,013 - 0,014 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) [2].

В качестве объекта исследования был взят водо-водный теплообменник (ВВТО) Казанской ТЭЦ-2, используемый для нагрева сетевой воды. Проводилось сравнение эффективности БСТВ, в настоящее время применяемой для теплоизоляции теплообменника, с быстросъемной теплоизоляцией на основе аэрогеля.

Была построена математическая модель ВВТО и проведены расчеты в программной среде COMSOL Multiphysics (рис.1-2).

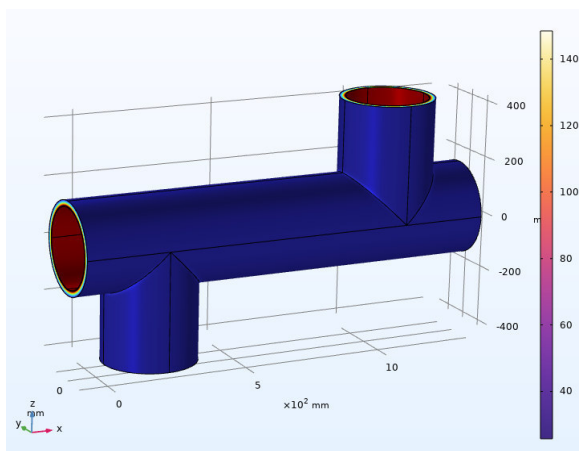


Рис. 1. Температурное распределение на поверхности теплоизоляции на основе аэрогеля

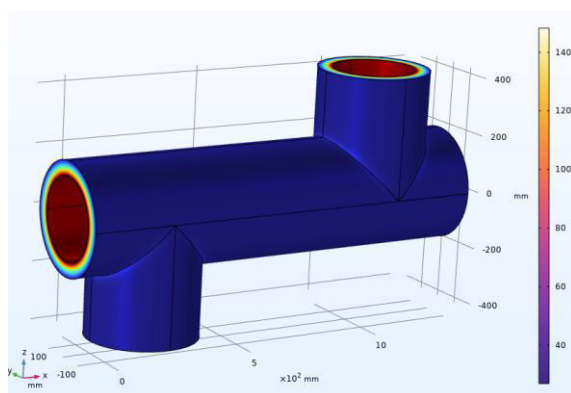


Рис.2. Температурное распределение на поверхности БСТВ

В качестве тепловой изоляции на исследуемом объекте используется БСТВ, армированное фольгой, с теплопроводностью $0,06 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, что намного больше предлагаемого решения в виде термоизолирующего чехла на основе композита из аэрогеля с теплопроводностью $0,018 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Помимо низкого коэффициента теплопроводности, термочехол имеет значительно меньшую толщину - всего 20 мм , по сравнению с 50 мм существующего изоляционного слоя. Это позволяет уменьшить габаритные размеры теплообменного оборудования.

Для оценки эффективности применения тепловой изоляции на основе аэрогеля было проведено исследование тепловых потерь и коэффициента полезного действия (КПД) водо-водяного теплообменника с применением уравнения теплового баланса для рекуперативного теплообмена (1, 2).

$$Q_1 = Q_2 - Q_{\text{пот}}; \quad (1)$$

$$G_1 \cdot \Delta t_1 \cdot c_1 = G_2 \cdot \Delta t_2 \cdot c_2 - Q_{\text{пот}}; \quad (2)$$

В результате расчетов были определены значения тепловых потерь: для БСТВ они составили 294 Вт, а для изоляции на основе аэрогеля - 146 Вт. КПД теплообменника при использовании термоизоляционных чехлов на основе аэрогеля составил 94,6%, что на 2% больше, чем при использовании БСТВ.

Таким образом, применение тепловой изоляции в виде термочехла, изготовленного из композитного материала на основе аэрогеля, позволяет более эффективно сохранять тепло и повышать производительность теплообменного оборудования.

Работа выполнена в рамках Гос. задания № 075-03-2024-226/1 от 15.02.2024.

Список источников

1. Федюхин А.В., Гафиатуллина К.Р., Крайков М.Д., Мухаметова Л.Р. Применение современных теплоизоляционных материалов для технологического оборудования и сооружений промышленных предприятий // XIII семинар вузов по теплофизике и энергетике: тезисы докладов Всероссийской научной конференции. - Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. - С. 132-134.
2. Fedyukhin A.V., Strogonov K. V., Soloveva O. V., Solovev S. A., Akhmetova I. G., Umberto Berardi, Zaitsev M. D., Grigorev D.V. Aerogel Product Applications for High-Temperature Thermal Insulation // Energies. - 2022. - №7792.

Глухова П.Е.

Научный руководитель: Кондратьев А.Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ И ИХ РОЛЬ В ЗЕЛЕНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается роль геотермальных тепловых насосов в развитии энергетики. Тепловые насосы позволяют использовать тепло земной поверхности для производства энергии, снижая выбросы газов и загрязняющих веществ. Инновации и технологические достижения способствуют созданию более экологичной и эффективной энергетической системы.

Ключевые слова: тепловые насосы, устойчивое внедрение, экология, альтернативные способы получения энергии, эффективность

Геотермальная энергетика — это использование тепла Земли для производства энергии. Геотермальные тепловые насосы используют это тепло для нагрева воды, которая затем используется для отопления домов и других зданий. Кроме этого, часть тепловой энергии может идти на систему горячего водоснабжения. Промышленное применение тепла земли позволяет удовлетворять тепловые потребности для различных технологических процессов. Такая энергетика является экологически чистой, так как не производит выбросов различных газов [1].

Тепловые насосы играют важную роль в устойчивом развитии энергетики, поскольку они позволяют использовать тепло Земли для производства электроэнергии и тепла. Это помогает снизить выбросы парниковых газов и загрязнение окружающей среды, при применении традиционного газового топлива для теплоснабжения, что является ключевым аспектом перехода к зеленой энергетике. Кроме того, использование данных насосов может снизить затраты на отопление, что делает их экономически выгодными по сравнению с традиционными системами отопления [2].

Они имеют преимущество перед традиционными системами отопления, такими как газовые котлы, в том, что они не требуют топлива и, следовательно, не производят выбросов. Кроме того, они могут использоваться для охлаждения помещений в летний период.

Использование геотермальной энергии также может помочь снизить зависимость от импорта нефти и газа, что может привести к снижению цен на энергоносители и улучшению экологической ситуации. Повсеместное применение тепловых насосов особенно актуально при технической сложности подвода природного газа, построение системы теплоснабжения на электричестве является слишком затратным способом [3].

В России также есть несколько проектов по использованию геотермальной энергии. Например, на Камчатке существует геотермальная электростанция “Паратунка”, которая использует тепло подземных источников для производства электроэнергии. Однако, использование геотермальной энергии в России пока еще не получило широкого распространения из-за высокой стоимости оборудования и сложности его установки [4].

Одной из решающих проблем, препятствующей внедрению геотермальных тепловых насосов, можно назвать их высокую стоимость. Установка таких систем может быть сложной и требовать специальных знаний и навыков. На глобальном уровне проблемой может стать разработка новых технологий и материалов, которые сделают геотермальные тепловые насосы более доступными и эффективными [5].

Геотермальные тепловые насосы являются ключевым элементом в создании более устойчивой и эффективной энергетической системы благодаря их экологичности, высокой эффективности и возможности использования в различных отраслях экономики. Однако, для широкого распространения геотермальной энергии необходимо продолжать исследования и разработки в области новых технологий и материалов, а также создавать программы поддержки для потребителей и производителей геотермальной энергии [6].

Список источников

1. 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.

2. Даутов Р.Р. Экологические аспекты применения тепловых насосов в индивидуальном отоплении / Р.Р. Даутов, А.Е. Кондратьев // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: Международная научно-техническая конференция. Электронный сбор-

ник научных статей по материалам конференции. В 3-х томах, Алматы, Казань, 20–21 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 192-195. – EDN TTETWR.

3. Шарафисламова Э.А. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности / Э. А. Шарафисламова А.Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2016. – № 2. – С. 256-258. – EDN YGGYGN.

4. Gaponenko S.O. Low-frequency Vibro-acoustic Method of Determination of the Location of the Hidden Canals and Pipelines / S. O. Gaponenko, A. E. Kondratiev, A. R. Zagretdinov // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016), Chelyabinsk, 19–20 мая 2016 года. – Chelyabinsk: Elsevier Ltd, 2016. – P. 2321-2326. – DOI 10.1016/j.proeng.2016.07.312. – EDN XNKLCK.

5. Сергеева Д.В. Инфракрасная система отопления / Д. В. Сергеева, 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. 284-287. – EDN GABWOQ.

6. 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 697

Дюжев А.В.

Научный руководитель: Григорьева Е.Н., доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДУЛЬНЫЕ КОТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Аннотация. В статье описываются модульные котельные для многоквартирных домов, их достоинства и недостатки. Проводится сравнение с централизованным отоплением.

Ключевые слова: модульные котельные, отопление

Блочно-модульные котельные (БМК) – это компактные котельные, которые предоставляют тепло и горячую воду потребителям. Они состоят из модулей с оборудованием, уже подготовленных для установки на месте эксплуатации. БМК могут быть установлены как внутри здания, так и на улице в зависимости от требований объекта. Основное топливо, используемое в них - природный газ.

К самым ценным преимуществам БМК можно отнести:

- Гибкость и экономия места. Модульные котельные могут быть адаптированы к различным требованиям.
- Компактность. Конструктивные особенности БМК позволяют значительно сократить занимаемую площадь.
- Высокая степень автоматизации. БМК оснащены системами управления, которые контролируют и регулируют их функционирование, что позволяет добиться более эффективной и экономичной работы.
- Экономичность. БМК могут быть установлены ближе к месту потребления тепла, что сокращает его потери на транспортировку.

Сравним цены на отопление при централизованном отоплении и БМК на примере многоквартирного дома в микрорайоне Оршанский по данным из экспликация [1] позиция дома 1.

Определение максимальной величины теплового потока на отопление:

$$Q_{o \max} = q_0 \cdot A \cdot (1 + K_1) = 98 \cdot 2000 \cdot (1 + 0,25) = 245 \text{ кВт} \\ = 0,211 \text{ Гкал/ч}$$

где A – жилая площадь зданий равна 2000 м²; q_0 – удельный тепловой поток на отопление 1 м² принимаем 98 по приложению «В» свода правил СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» [2]; K_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий, принимаем равным 0,25.

Определение средней величины теплового потока на отопление:

$$Q_{o \text{ ср}} = Q_{o \max} \cdot \frac{t_b - t_{\text{ср.о}}}{t_b - t_{\text{р.о}}} = 0,211 \cdot \frac{21 + 8,1}{21 + 39} = 0,102 \text{ Гкал/ч}$$

где t_b – температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений ($t_b = 21^\circ\text{C}$); $t_{\text{р.о}}$ – температура наружного воздуха ($t_{\text{р.о}} = -39^\circ\text{C}$); $t_{\text{ср.о}}$ – температура наружного воздуха средняя за отопительный период ($t_{\text{ср.о}} = -8,1^\circ\text{C}$) в соответствии с СП 131.13330.2020 [3];

Годовой расход тепла на отопление:

$$Q_{o \text{ год}} = 24 \cdot Q_{o \text{ ср}} \cdot n = 24 \cdot 0,102 \cdot 220 = 538,56 \text{ Гкал/год}$$

где n – продолжительность отопительного периода ($n = 220$ сут).

Расход тепла на вентиляцию:

Максимальная величина теплового потока на вентиляцию:

$$Q_{v\max} = q_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot A, = 98 \cdot 0,25 \cdot 0,4 \cdot 2000 = 19,6 \text{ кВт} = 0,017 \text{ Гкал/ч},$$

Где k_2 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий, принимаем 0,4 т.к. здание построено до 1985г.

Средняя величина теплового потока на вентиляцию:

$$Q_{v\text{ ср}} = Q_{v\text{ max}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{п.о}}} = 0,017 \cdot \frac{21 + 8,1}{21 + 39} = 0,008 \text{ Гкал/ч}$$

Годовой расход тепла на вентиляцию:

$$Q_{v\text{ год}} = z \cdot Q_{v\text{ ср}} \cdot n = 16 \cdot 0,008 \cdot 220 = 28,16 \text{ Гкал/год}$$

где $z = 16$ – время работы системы вентиляции в течении суток, час.

Расход тепла на горячее водоснабжение:

$$Q_{\text{гв ср}} = \frac{m \cdot a \cdot (t_{\text{гв}} - t_{\text{с}}) \cdot C_{\text{р}}^{\text{CP}}}{3600 \cdot 24} = \frac{156 \cdot 105 \cdot (60 - 5) \cdot 4,187}{3600 \cdot 24} = 54,05 \text{ кВт} = 0,046 \text{ Гкал/ч}$$

где m – число жителей; $a = 105 \text{ л/сут}$ – суточная норма расхода горячей воды на одного человека в жилом здании в соответствии с таблицей Г.1 СП 124.13330.2012 [2]; $t_{\text{гв}}$ – температура горячей воды в соответствии с пунктом 5.1.2 СП 30.13330.2012 [4] принимаем 60°C ; $t_{\text{с}} = 5^\circ\text{C}$ – температура водопроводной воды; $C_{\text{р}}^{\text{CP}} = 4,187 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$ – теплоемкость воды.

Годовой расход тепла на горячее водоснабжение:

$$Q_{\text{гв год}} = 24 \cdot Q_{\text{гв ср}} \cdot 350 = 24 \cdot 0,046 \cdot 350 = 386,4 \text{ Гкал/год}$$

$$Q_{\text{сумм}} = 386,4 + 28,16 + 538,56 = 953,12 \text{ Гкал/год}$$

Тариф на тепловую энергию от МУП "Йошкар-Олинская ТЭЦ-1" равен 2 295,28 руб./Гкал с учетом НДС [5]. При центральном отоплении жильцы за год заплатят сумму в 2 187 677,27 рублей.

Теплотворная способность природного газа 0,008 Гкал/м³. Чтобы покрыть годовую потребность дома понадобится 119140 м³газа. Тариф для потребителей с годовым объемом потребления газа свыше 100 тыс. м³ составляет 5955 руб./1000 м³[6]. При использовании БМК жильцы за год заплатят 709 478,7 рублей.

Таким образом, модульные котельные гораздо выгоднее централизованного отопления. Однако БМК требуют постоянного контроля и обслуживания, чтобы обеспечить безопасную и эффективную работу.

Список источников

1. Микрорайон Оршанский [Электронный ресурс]. URL: http://project-12-photo.ru/images/genplan/466/51854419665_a76e0f50ff_o.jpg.
2. СП 124.13330.2012 [Электронный ресурс]. URL: <https://tk-expert.ru/uploads/files/ntd/ntd-724-20221009-171839.pdf>.
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология [Электронный ресурс]. URL: [https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_131.13330.2020_stroitel'naya_klimatologiya\(1\).pdf](https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_131.13330.2020_stroitel'naya_klimatologiya(1).pdf).
4. СП 30.13330.2012 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tececlub.ru/upload/iblock/f17/СП%2030.13330.2012.pdf>.
5. Тарифы на тепловую энергию Республики Марий Эл на 2024 - 2028 годы [Электронный ресурс]. URL: <https://mari-el.gov.ru/upload/medialibrary/1d9/8g18ubow2opt26yuquxvhb0intqaz6i.pdf>.
6. Тарифы на газ для населения / [Электронный ресурс]. URL: <https://mrg12.ru/individuals/>.

УДК 621.643.8

Клюкин И.И., Александров Р.Н.

Научный руководитель: Загретдинов А.Р. канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАТВОРА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

***Аннотация.** В работе проведен анализ мультифрактальных характеристик акустических сигналов при разной степени прикрытия затвора. Проведены экспериментальные исследования, установлена зависимость ширины мультифрактального спектра от степени прикрытия затвора.*

***Ключевые слова:** мультифрактальный анализ, MF-DFA, ширина мультифрактального спектра, затвор трубопроводной арматуры, утечки*

Распространённой проблемой в обеспечении технологических режимов нефтяной и химической промышленности, а также коммунальной сфере является нарушение герметичности трубопроводной арматуры. Утечки во внешнюю среду (например, через корпус) выявляются при внешнем осмотре. Однако для определения утечек через затвор трубопроводной арматуры требуются специальные методы контроля.

Одним из наиболее распространённых методов контроля трубопроводной арматуры является акустический [1,2]. Данный метод основывается на индикации акустических колебаний, генерируемых в объекте при истечении жидкости или газа через неплотность.

В работе проведен анализ изменения ширины мультифрактального спектра акустических сигналов от степени прикрытия задвижки.

Были проведены экспериментальные исследования на стенде, представленном на рисунке. 1.

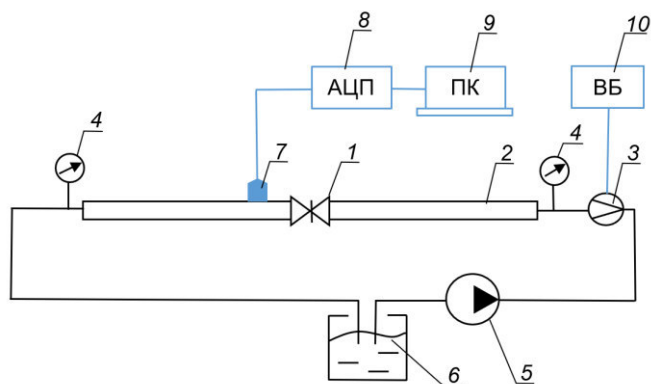


Рис. 1. Схема экспериментального стенда: 1 – задвижка, 2 – трубопровод; 3 – электромагнитный расходомер «Взлет» ЭРСВ-410; 4 – манометр; 5 – насос; 6 – ёмкость с водой; 7 – датчик вибрационного ускорения AP2038P-1000; 8 – аналого-цифровой преобразователь ZET-030; 9 – персональный компьютер с программным обеспечением; 10 - вычислительный блок «Взлет» TCPB-022

Акустические сигналы при разной степени прикрытия задвижки проанализированы методом мультифрактального детрендированного флуктуационного анализа (MF-DFA) [3,4]. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований

Перепад давления на задвижке, бар	Расход воды, л/мин	Ширина мультифрак- тального спектра
0,1	22,0	0,37
0,4	20,0	0,49
0,6	18,7	0,54
1,1	14,0	0,59
1,6	10,5	0,67
1,9	5,3	0,83

Из таблицы 1 видно, что при увеличении степени прикрытия задвижки ширина мультифрактального спектра увеличивается. Данный параметр может являться индикатором нарушения герметичности затвора трубопроводной арматуры.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-10045, <https://rscf.ru/project/22-79-10045/>.

Список источников

1. Притужалов А.Д., Капитонов Н.Л., Воронцов А.В., Капитонов А.М. Контроль утечек в трубопроводной арматуре в процессе эксплуатации // Технологии нефти и газа. 2012. №3 (80). С. 50-53.
2. Бабенков М.В., Копытов Д.В., Гуревич Д.В., Кузнецов М.Н. Экспериментальное исследование параметров акустической эмиссии течи в задвижках фонтанных арматур // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2015. №11. С. 12-14.
3. Kantelhardt J.W., Zschiegner S.A., Koscielny-Bunde E., Havlin S., Bunde A., Stanley H.E. Multifractal Detrended Fluctuation Analysis of Non-stationary Time Series // Phys. A Stat. Mech. Its Appl. 2002. №316. С. 87-114.
4. Espen A F Ihlen. Introduction to Multifractal Detrended Fluctuation Analysis in Matlab // Frontiers in Physiology. 2012. №3. С. 141.

Ковязин Д.А.

Научный руководитель: Григорьева Е.Н. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ АНСАМБЛЯ ЭЛЕКТРОКОНВЕКТОРОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЗАГОРОДНОГО КОТТЕДЖА

Аннотация. Приведены результаты физических расчетов при проектировании системы отопления загородного коттеджа на основе электрических энергосберегающих конвекторов, оптимально распределенных по отдельным помещениям и адаптированно функционирующих в зависимости от наружной-уличной и внутренней температуры и влажности.

Ключевые слова: температура, электрическое напряжение, тепловая мощность, конвектор

С развитием относительно дешевой и дистанционно управляемой электроэнергии в современных системах отопления загородных коттеджей широко применяются электрические конвекторы различного конструкционного исполнения. Конвекторы монтируются в конструкции подоконников, в стены, пол вдоль окон и стен отапливаемых помещений и подключаются к автоматизированным системам контроля, регулирования и дистанционного управления отоплением. На начальном этапе проектирования выполняется физический расчет минимальной и максимальной мощности, необходимой для отопления загородного дома, коттеджа и выбора требуемого количества конвекторов при условии, что конвектор является единственным источником тепла.

Для точного физического расчета суммарной мощности ансамбля конвекторов-обогревателей используется математическая формула вида

$$P = S \cdot h \cdot \Delta T \cdot k / 1000, [\text{кВт}]$$

где P - суммарная мощность ансамбля обогревателей-конвекторов в киловаттах; $V = S \cdot h$ - объем коттеджа в кубических метрах, здесь S, h - суммарная площадь пола либо потолка в квадратных метрах и высота стен помещений коттеджа в метрах соответственно; ΔT - разница меж-

ду внешней уличной температурой и температурой в помещении-коттедже в Цельсиях; k - коэффициент теплопотерь здания, зависящий от степени утепления коттеджа и типа его конструкции.

Коэффициент k может быть рассчитан по формуле:

$$k = \sum S_i \cdot \lambda,$$

где S_i - площадь пола, стен и потолка помещений коттеджа, соприкасаемых с внешней средой, в квадратных метрах, λ - коэффициент утепления нижнего пола отапливаемой части коттеджа, стен и потолка, который зависит от материала, из которого они сделаны.

На практике используют следующие значения λ :

- конструкция из профилированного металлического листа: $\lambda = 4.0 - 5.0$;
- одинарная кирпичная кладка: $\lambda = 3.0 - 3.9$;
- упрощенная деревянная конструкция: $\lambda = 2.0 - 2.9$;
- тройная кирпичная кладка со средней теплоизоляцией: $\lambda = 1.0 - 1.9$;
- улучшенная конструкция здания: $\lambda = 0.4 - 0.9$.

В работе для проведения расчетов принято $S = 210 \text{ м}^2$, $h = 2.7 \text{ м}$. Также расчет проводится для коттеджа с улучшенной теплоизоляцией: $\lambda = 0.4 - 0.9$. Минимальная наружная температура в пригороде Йошкар-Олы может составить - 40 градусов, а температура в помещении должна сохраняться не менее 21 градуса по Цельсию. Поэтому $\Delta T = 21 - (-40) = 61 \text{ }^\circ\text{C}$.

Суммарная минимальная мощность обогревателей равна

$$P = 210 \cdot 2.7 \cdot 61 \cdot 0.4 / 1000 = 13.84 \text{ кВт}.$$

Суммарная максимальная мощность обогревателей равна

$$P = 210 \cdot 2.7 \cdot 61 \cdot 0.9 / 1000 = 31.13 \text{ кВт}.$$

Исходя из суммарной максимальной мощности рассчитаем количество необходимых электрических конвекторов, так при мощности одного конвектора в 3 кВт необходимо $P = (31.13 + 10.33) / 3 = 14$ штук конвекторов, где значение в 10.33 кВт взято как 30% запас по электро мощности приборов от 31.13 кВт.

На рисунке приведена динамическая зависимость суммарной мощности P от коэффициента утепления λ .

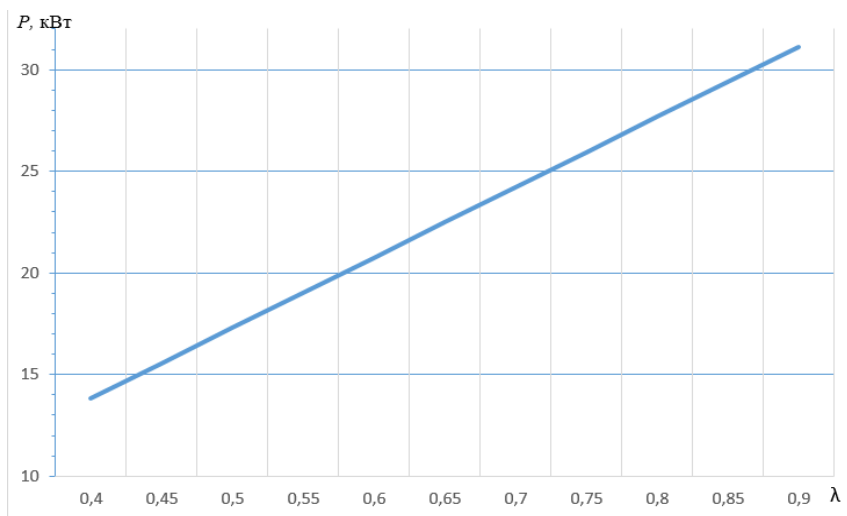


Рис. График зависимости суммарной мощности P от коэффициента утепления λ .

По графику видно, что зависимость суммарной мощности P от коэффициента утепления λ линейна и этот график позволяет определить значение P для любых значений $\lambda = [0,4..0,9]$.

Список источников

1. Балашов А.А. Проектирование систем отопления и вентиляции гражданских зданий: учебное пособие / А.А. Балашов, Н.Ю. Полунина. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 88 с.
2. Отопление жилых домов // ЭВАН news. – 2016. – № 3. – С. 11-21.
3. Виды конвекторов <http://stroyimdom.com/>.
4. Махов Л.М. Отопление. - М.: Издательство АСВ, 2014, 400 с.
5. ГОСТ 21.602-2003. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования.

Марков А.С.

Научный руководитель: Измайлова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТЛАМИ ДКВР И ОБЩЕКОТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИЕМ

***Аннотация.** Котлы ДКВР широко используются в промышленности, благодаря возможности работы на любом топливе, экономичности, надежности и другим преимуществам. Автоматизация этих котлов позволяет увеличить эффективность их работы, упростить контроль и управление. Также автоматика безопасности котлов ДКВР предотвращает возникновение аварийных ситуаций.*

***Ключевые слова:** котлы ДКВР, контроль, управление, автоматизация технологических процессов*

Котлы ДКВР (двухбарабанные котлы водотрубные реконструированные) широко используются в промышленности. В начальный период эксплуатации таких котлов их работа контролировалась визуально (по приборам, установленным по месту), а управление – вручную, сейчас же эти процессы автоматизированы [1, 2].

Целью работы является повышение качества ведения технологического процесса и его безопасность, оперативности действий технологического персонала и точности измерений технологических параметров.

Автоматизированная система управления (АСУ) предназначена для управления работой парового котла типа ДКВР, переведенного в водогрейный режим работы в полном соответствии с режимной картой котла в автоматическом режиме.

Основной функцией АСУ является безопасное автоматизированное управление технологическим оборудованием котлоагрегата в соответствии с техническим регламентом предприятий, для поддержания необходимых технико-экономических параметров работы оборудования.

Основными узлами автоматического управления и контроля системы являются:

- поддержание заданного значения давления пара в котле;
- регулирование давления воздуха перед горелкой;
- регулирование давления газа перед горелкой;

- регулирование разрежения в топке котла;
- регулирование уровня воды в барабане котла;
- регулирование солесодержания в котловой воде.

Система управления котлом обеспечивает:

- автоматический останов котла при срабатывании системы автоматики безопасности;
- автоматический розжиг и останов котла;
- автоматическую проверку герметичности газовой запорной арматуры;
- автоматический прогрев котла из холодного состояния;
- учет энергоресурсов и выработанной тепловой энергии;
- регистрацию и архивирование данных;
- хранение журнала операций, выполняемых операторами.

АСУ котлами изготавливается в виде отдельного навесного или напольного шкафа, на передней дверце которого устанавливается панель для оператора и элементы управления исполнительными механизмами [3].

Структура АСУ представляет собой иерархическую многоуровневую децентрализованную структуру системы управления.

На первом уровне находятся датчики контроля технологических параметров, исполнительные механизмы регулирующей арматуры, электроприводы запорной арматуры.

Второй уровень для котлов выполнен на базе контроллера, выполняющего следующие основные функции:

- автоматический пуск и останов котла;
- автоматическая проверка герметичности клапанов-отсекателей;
- автоматическое регулирование параметров;
- управление электроприводами и другими исполнительными механизмами;
- местное управление регулирующими органами;
- блокировка запрещенных действий;
- сбор и обработка информации о параметрах технологического процесса;
- сигнализация о состоянии процесса;
- контроль и защита по технологическим параметрам;
- передача информации о состоянии технологических параметров и оборудования на верхний уровень.

Второй уровень для котлов представлен в виде шкафа управления, в который, помимо контроллера, входит местный пульт оператора, распо-

ложенный на лицевой панели шкафа и позволяющий осуществлять управление по месту.

Второй уровень для водоподготовки и теплового пункта представлен в виде щита контроля и управления. На пульте оператора расположены вторичные приборы и аппаратура выбора режима работы запорной арматуры.

На третьем уровне находится рабочая станция оператора котельной.

Для местного контроля температуры применяются термометры биметаллические ТБ-2, для дистанционного – термопреобразователи ТСМУ. Для учета расхода воды применяют теплоэнергоконтроллеры ИМ-2300ЩЦМ с датчиками Метран-300ПР.

В качестве датчиков давления используют преобразователи типа Метран-55 и Метран-100. Для сигнализации давления – датчики-реле давления РД, для измерения уровня в емкостях – уровнемер У1500, для контроля над воздушной средой котельной – приборы СТГ-1.

Благодаря внедрению комплексной автоматизированной системы управления котлами ДКВР и общекотельным оборудованием на промышленных предприятиях повышается качество ведения технологического процесса, его безопасность, оперативность действий технологического персонала и точность измерений технологических параметров.

Список источников

1. Соколов Б.А. Котельные установки и их эксплуатация. Учебник для начального профессионального образования. 2007.
2. Доронин В.А., Буйлов Г.П. Автоматизированные системы управления теплоэнергетических процессов и процессов отрасли. – СПб, 2001.
3. СНиП II-35-76. Котельные установки, 2012.

Мурзаев А.С.

Научный руководитель: Ваньков Ю. В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРОВ С КАСКАДНЫМ ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ И СОВОКУПНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.** Методика исследований повышения эффективности теплоаккумуляторов с фазовым переходом подразумевает анализ теплового поведения систем с различными конструктивными и эксплуатационными параметрами, ознакомление с которыми позволит рационально подойти к вопросу проектирования наиболее энергоэффективных моделей теплообменников.*

***Ключевые слова:** материалы с фазовым переходом, каскадные РСМ, аккумулирование теплоты, теплопередача*

Использование каскадного расположения материалов с фазовым переходом (РСМ) является многообещающим методом повышения эффективности теплообменников с РСМ. Многоступенчатое каскадное накопление тепла может увеличить количество накапливаемой аккумулятором тепловой энергии и расширить ее температурный диапазон. Известные исследования сосредоточены на целесообразности использования каскадных РСМ при изменении конструкционных параметров, параметров теплоносителя на входе в теплообменник, а также параметров и свойств, используемых РСМ. В данной работе представлены некоторые результаты исследований, сосредоточенных именно на изменении конструкции теплообменников (изменении количества ступеней с РСМ и их объемного соотношения) и использовании РСМ с различными значениями температуры плавления (T_m) и теплоемкости.

Баланс производительности системы в процессах зарядки и разрядки достигается, в большей степени, именно выбором совокупности РСМ на основе их температур плавления. Использование в системах только одного РСМ предполагает уменьшение характеризующей скорость тепло-

передачи в системе разницы температур между РСМ и теплоносителем в направлении движения последнего. Внедрение в теплоаккумуляторы сразу нескольких РСМ с различными T_m позволяет поддерживать практически постоянную разницу температур вдоль направления потока с течением времени [1]. Исследования эффективности теплоаккумуляторов с каскадным РСМ проводились для материалов с фазовым переходом с различными температурами плавления, внимание уделялось низкотемпературным РСМ с T_m 20–80°C, фенолам с T_m 150–200°C, нитратно-щелочным солям с T_m 300–380°C, карбонатным солям с T_m 400–500°C и др., а обобщенное повышение эффективности теплопередачи в процессах зарядки и разрядки аккумуляторов при каскадном расположении РСМ для упомянутых материалов составляет 10-40%. Утверждается, что совокупность оптимальных T_m РСМ должна быть экспоненциальной функцией осевого положения вдоль системы для получения максимальной эксергетической эффективности.

Значительное улучшение тепловых характеристик аккумуляторов с каскадным РСМ, таких как скорость теплопередачи, количество саккумулированной энергии, равномерность теплового потока во времени в процессах зарядки и разрядки аккумуляторов, эксергетический КПД и др., ощутимо для количества ступеней в диапазоне 2–5, и лишь в некоторых исследованиях представлены методы повышения эффективности теплоаккумуляторов с большим числом ступеней. Такой эффект обуславливается двумя факторами. Во-первых, при использовании конструкций больше, чем с пятью ступенями, сохранение эксергии в результате достижения высокой теплопередачи, несущественно в сравнении с потерями в процессе теплообмена [2]. Во-вторых, увеличение количества ступеней усложняет конструкцию системы, увеличивает эксплуатационные расходы и вероятность аварии, хотя и способствует увеличению теплового КПД. Таким образом, термодинамические и экономические ограничения существенно снижают возможности модернизации теплоаккумуляторов с РСМ с точки зрения изменения количества ступеней.

Исследования представленных в литературе моделей теплообменников позволяют утверждать, что оптимальный объем каждой ступени каскадной кожухотрубной системы должен быть обратно пропорционален времени плавления этой ступени. Таким образом, блок вблизи входа теплоносителя должен быть заполнен РСМ с высокой T_m и низкой теплоемкостью, а T_m РСМ в блоке ниже по потоку должна быть ближе к температуре окружающей среды. Более высокий циклический КПД для

каскадных РСМ с последовательным размещением ступеней достигим при большем, в сравнении с другими слоями, значении теплоемкости слоя, наиболее удаленного от входа теплоносителя [3]. Большие объемные доли РСМ с низкой T_m могут значительно сократить время, необходимое для завершения фазового перехода общего объема РСМ, но такое соотношение РСМ способствует снижению количества саккумулированной/выделившейся теплоты в результате завершения процессов зарядки и разрядки аккумулятора.

Несмотря на то, что авторы представленных в литературе исследований пришли к единому мнению относительно способов решения некоторых проблем проектирования теплоаккумуляторов с каскадным расположением РСМ, анализ теплового поведения экспериментальных и численных моделей теплообменников не позволяет универсализировать подбор оптимальных параметров комплектующих системы. Дальнейшим исследованиям подлежит оценка целесообразности применения каскадных РСМ методом сравнительного анализа эффективности теплоаккумуляторов при изменении совокупности и объемного соотношения используемых РСМ и не изменяющихся во времени параметрах теплоносителя.

Исследования поддерживаются гос. заданием № 075–03–2024–226.

Список источников

1. Velmurugan K. et al. Review of PCM types and suggestions for an applicable cascaded PCM for passive PV module cooling under tropical climate conditions //Journal of Cleaner Production. – 2021. – Т. 293. – С. 126065.
2. Zhang Z., Ci Z., Zhang T. Heat-storage performance optimization for packed bed using cascaded PCMs capsules //International Journal of Thermophysics. – 2021. – Т. 42. – С. 1-20.
3. Khor J. O. et al. Overcharging of a cascaded packed bed thermal energy storage: Effects and solutions //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – Т. 117. – С. 109421.

Мухамедзянов Д.Р.

Научный руководитель: Измайлова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Аннотация. В статье рассматривается влияние мостика холода на эффективность теплообменного оборудования и предлагается использование программы COMSOL Multiphysics для моделирования процессов теплопередачи.

Ключевые слова: тепловые потери, теплообменное оборудование, COMSOL Multiphysics, мостик холода, эффективность

Одним из ключевых аспектов, оказывающих воздействие на эффективность теплообменного устройства, являются тепловые потери в окружающую среду [1]. С целью минимизации тепловых потерь при эксплуатации теплообменного оборудования, важно обратить внимание на «мостик холода» во фланцевых соединениях.

Температурный мост представляет из себя участок, имеющий пониженное термическое сопротивление. Наличие температурных мостов значительно снижает эффективность теплозащиты любого оборудования или трубопровода, что впоследствии отрицательно влияет на производительность теплообменного оборудования.

С целью минимизировать тепловые потери при мостике холода можно использовать различные виды тепловой изоляции, которые должны соответствовать требованиям теплотехнической эффективности, долговечности, надежности и пожарной безопасности [2].

Аэрогель - перспективный материал для использования в качестве теплоизоляции. Его основное преимущество заключается в низком коэффициенте теплопроводности, который колеблется в интервале от 0,013 до 0,014 Вт/м·К [3].

В качестве программного обеспечения для моделирования энергопотерь при фланцевых соединениях использовался COMSOL Multiphysics.

В модуле Heat Transfer in Solids программы COMSOL Multiphysics была построена модель фланцевого соединения водо-водяного тепло-

обменного оборудования без тепловой изоляции и с аэрогелевым чехлом толщиной 20 мм, с целью изучения влияния тепловых потерь на мостике холода (рис.1-2). Результаты расчетов представлены в таблице 1.

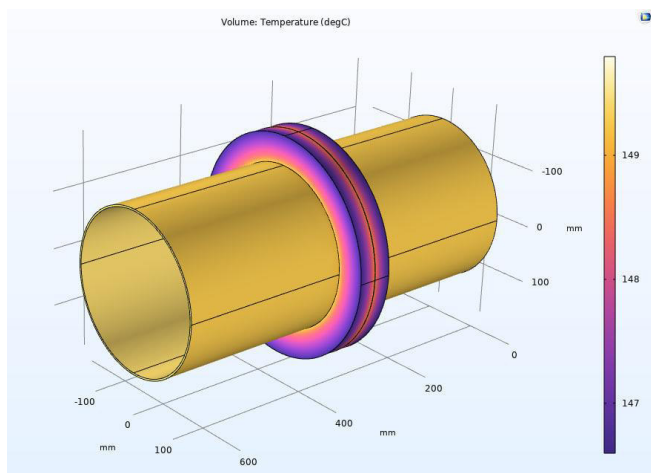


Рис. 1. Температурное распределение на поверхности фланцевого соединения

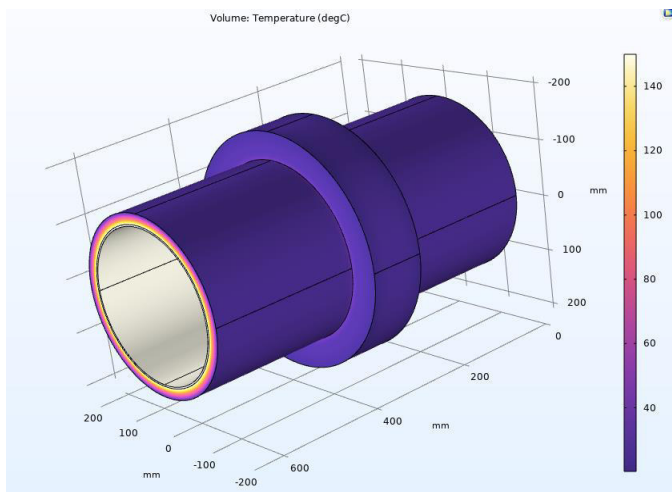


Рис. 2. Температурное распределение на поверхности аэрогелевого чехла

Таблица 1

Сравнение расчетных показателей

	Температура на поверхности, °С	Тепловые потери, Вт
Без изоляции	147	275
Термочехол на основе аэрогеля	24,5	15,43

Правильный выбор и установка теплоизоляции для мостиков холода во фланцевых соединениях поможет решить проблему теплопотерь, повысить экономию энергии, в том числе в денежном выражении.

Список источников

1. Калашников А.М. Классификация и сравнительная оценка методов повышения эффективности теплообменников для системы рекуперации тепловых потерь технологического оборудования //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – №. 6. – С. 237-244.
2. Щербин С.А., Готов В.А. Подбор материала для устройства тепловой изоляции //Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2021. – №. 8. – С. 103-104.
3. Журавлев А.Л. Аэрогели: свойства, технологии изготовления и перспективы применения / А.Л. Журавлев, О.В. Горожанкина // Химия, новые материалы, химические технологии: межвузовский сборник научных трудов. - Воронеж, 2018. - С. 128-132. EDN: SAENTV.

Мухамедзянов Д.Р., Гафиатуллина К.Р.

Научный руководитель: Измайлова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ТЕПЛООБМЕННОМ ОБОРУДОВАНИИ НА ТЭЦ

***Аннотация.** В статье приведен анализ влияния тепловой изоляции на эффективность теплообменного оборудования.*

***Ключевые слова:** тепловые потери, теплообменное оборудование, COMSOL Multiphysics, аэрогель, термочехол*

Важным фактором, влияющим на эффективность теплообменного аппарата, являются потери тепла в окружающую среду. С целью минимизации тепловых потерь при эксплуатации теплообменного оборудования активно используются различные теплоизолирующие материалы, что в свою очередь способствует увеличению общей производительности оборудования [1].

Одним из перспективных материалов для применения в качестве теплоизолятора является аэрогель, обладающий уникальными качествами, выдающимися теплоизоляционными свойствами и стойкостью к химическим реакциям. Аэрогелям свойственен низкий коэффициент теплопередачи (0,013 – 0,014 Вт/м·К) [2].

В качестве объекта исследования был выбран водо-водяной теплообменный аппарат, применяющийся для нагрева сетевой воды на Казанской ТЭЦ. Проводилось сравнение показателей эффективности БСТВ (базальтовое супертонкое волокно), применяемого в настоящее время для теплоизоляции теплообменника, с аналогичными показателями для быстрорасширяемой тепловой изоляции на основе аэрогеля.

Для проведения расчетов в программной среде COMSOL Multiphysics была построена математическая модель ВВТО (рис. 1-2) с температурами греющего и нагреваемого теплоносителей на входе в теплообменник 156 °С и 51 °С, соответственно.

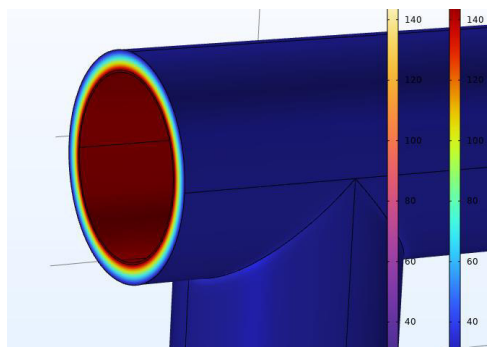


Рис. 1. Температурное распределение на поверхности теплоизоляции на основе аэрогеля

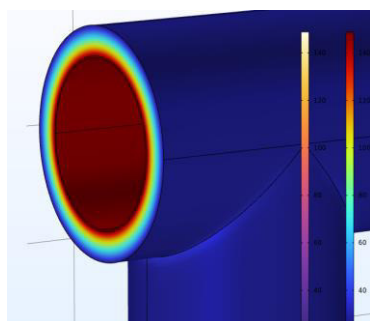


Рис. 2. Температурное распределение на поверхности теплоизоляции БСТВ

Для численного моделирования были заданы характеристики, представленные в таблице.

Характеристики теплоизоляционных материалов

Тепловая изоляция	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м·К	Плотность, кг/м ³
БСТВ	50	0,06	30
Термочехол на основе аэрогеля	20	0,018	200

По результатам расчетов были определены тепловые потери, которые составили 294 Вт и 146 Вт для БСТВ и изоляции на основе аэрогеля, соответственно.

Таким образом, тепловая изоляция в виде термочехла на основе композита из аэрогеля способствует лучшему сохранению тепла и повышению эффективности теплообменного оборудования.

Работа выполнена в рамках Гос. задания № 075-03-2024-226/1 от 15.02.2024.

Список источников

1. Басс М.С. Основные положения об изолирующих материалах / М. С. Басс, А.В. Варавка // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов : XV Международная научно-практическая конференция: сборник статей в 3 частях, Чита, 30 ноября – 02 2015 года. Том Часть 2. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2015. – С. 23-28. – EDN VHKKKB.

2. Федюхин А.В., Гафиатуллина К.Р., Крайков М.Д., Мухаметова Л.Р. Применение современных теплоизоляционных материалов для технологического оборудования и сооружений промышленных предприятий // XIII семинар вузов по теплофизике и энергетике: тезисы докладов Всероссийской научной конференции. - Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. - С. 132-134.

УДК 697.34

Никитина Х.А.

Научный руководитель: Анисимов П.Н., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

***Аннотация.** В работе выполнен анализ особенностей применения сильфонных компенсаторов в водяных тепловых сетях.*

***Ключевые слова:** сильфонный компенсатор, компенсирующая способность, тепловые сети*

При проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводов возникает проблема постоянно напряженно-деформированного состояния его элементов, зависящее от многих факторов, что снижает степень надёжности и срок службы всей трубопроводной системы.

В настоящее время эта проблема является очень актуальной и до конца не решенной. Устранение подобных негативных воздействий решает установка гибких элементов, которые предотвращают разрушение трубопроводных систем. Иными словами, используют компенсаторы — это специальные инженерные устройства для возмещения или уравнивания влияния различных факторов на работу системы, машины или механизма [1].

При применении сильфонных компенсаторов следует учитывать, что сильфонные компенсаторы типа ОПН, ОПФН и КСО изготавливаются с использованием сильфонов, имеющих стандартную компенсирующую способность, а в сильфонных компенсаторах типа ОПНР, ОПГ, ОПК, ОПКР, ОПМ, ОПМР и КСОР применены сильфоны с повышенной компенсирующей способностью.

Сильфонные компенсаторы типа ОПН (ОПНР), ОПФН, ОПК, ОПКР и КСО могут устанавливаться в стальные трубопроводы, проводящие воду с температурой до 200 °С и скоростью до 6 м/с, а также пар с температурой до 350 °С и скоростью до 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см². Сильфонные компенсаторы типа ОПГ, ОПМ и ОПМР рекомендуется применять на трубопроводах, проводящих воду с температурой до 200 °С при скоростях свыше 6 м/с при закрытой системе водозабора и качественной водоподготовке, а также на паропроводах, проводящих пар с температурой до 350 °С и скоростью свыше 30 м/с при номинальном давлении до 25 кгс/см².

При применении на трубопроводе сильфонных компенсаторов типа ОПК и ОПМ, а также сильфонных компенсаторов типа ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ с установленным дополнительно защитным кожухом, их можно устанавливать в любом месте участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, если нет препятствий для свободного перемещения кожуха в осевом направлении при температурных деформациях трубопровода. В случае установки сильфонных компенсаторов возле неподвижной опоры рекомендуется устанавливать их неподвижной частью кожуха к опоре.

Первая пара направляющих опор устанавливается на расстоянии 2...4DN, вторая пара — на расстоянии 14...16DN от шва приварки компенсатора к трубопроводу.

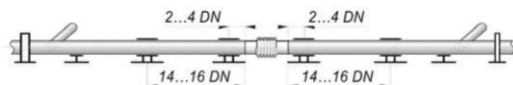


Рис.1. Установка направляющих опор [3]

При применении на трубопроводах сильфонных компенсаторов типа ОПКР, ОПМР и КСО (КСОР) можно устанавливать в любом месте участка трубопровода между двумя неподвижными опорами, если нет препятствий для свободного перемещения кожуха в осевом направлении при температурных деформациях трубопровода. Но для обеспечения более стабильной работы сильфонов рекомендуется односильфонные (одноблочные) компенсаторы устанавливать возле неподвижной опоры, подвижной стороной в сторону компенсируемого участка трубопровода, а двухсильфонные (двухблочные) — посередине участка трубопровода.

Направляющие опоры необходимо установить на расстоянии $2 \div 4$ DN от швов приварки компенсатора к трубопроводу. Необходимость установки направляющих опор на расстоянии $14 \div 16$ DN от компенсатора определяется по результатам расчета трубопровода на устойчивость (при отсутствии боковых нагрузок и врезок направляющие опоры на расстоянии $14 \div 16$ DN можно заменить скользящими опорами, исключая прогиб трубопровода от собственного веса). При наличии врезок, боковых нагрузок и изгибающих моментов, а также несоосности или непрямолинейности участка трубопровода, на котором применены сильфонные компенсаторы типа ОПКР или ОПМР, обязательна установка двух пар направляющих опор в соответствии с требованиями РД-3-ВЭП [3].

При применении на трубопроводах сильфонных компенсаторов типа ОПК, ОПМ, ОПКР, ОПМР, КСО (КСОР), а также сильфонных компенсаторов ОПН (ОПНР), ОПФН и ОПГ с установленным дополнительно защитным кожухом тепловая изоляция присоединительных патрубков сильфонных компенсаторов выполняется после их монтажа в трубопровод одновременно с теплоизоляцией трубопровода теми же теплоизоляционными материалами. Рекомендуется нанесение тепловой изоляции и на кожух. Теплоизоляция не должна препятствовать осевым перемещениям компенсатора. Не допускается заполнение пространства между гофрами сильфона изоляционными и другими материалами. Нанесенная теплоизоляция должна обеспечивать снижение тепловых потерь через присоединительные патрубки и кожух сильфонных компенсаторов, а в зимний период исключать возможность замерзания проводимой среды при возникновении нештатных ситуаций на трубопроводе, а также в

случае использования сильфонных компенсационных устройств на трубопроводах холодного водоснабжения.

Вывод: Сильфонные компенсаторы, принятые во всём мире, являются наиболее эффективным способом снижения нагрузки в трубопроводных системах за счёт поглощения деформации гибкой мембраны, состоящей из одного или более гофров. Их применение позволяет воспринимать значительные линейные (вдоль оси трубы), угловые и боковые перемещения трубопроводов. При этом необходимо строго соблюдать рекомендации предприятий изготовителей по их установке на трубопроводе.

Список источников

1. «Применение сильфонных компенсаторов на трубопроводах при обустройстве кустов скважин». А.С. Виноградова, М.Г. Сибилев, Т.С. Жилина. 2017.
2. «Основы применения осевых сильфонных компенсаторов в теплоснабжении». Я.А. Ковылянский. Москва, 2003.
3. Руководящий документ РД-3-ВЭП по применению осевых сильфонных компенсаторов, сильфонных компенсационных устройств, стартовых сильфонных компенсаторов при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводов тепловых сетей, систем горячего водоснабжения и паропроводов. Санкт-Петербург, 2019.

УДК 620.9

Новоселова М.С.

Научный руководитель: Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ИНТЕГРАЦИЯ НВИЭ В ОБЪЕКТЫ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ

***Аннотация.** В связи с ограниченностью традиционных энергетических ресурсов возникает потребность в поиске аналогичных по энергетическим характеристикам альтернативных источников энергии.*

***Ключевые слова:** малая распределенная энергетика, альтернативные энергетические ресурсы, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии*

На данный момент существует вопрос о повышении эффективности существующих энергетических объектов для снижения потерь и улучшения качества производимой энергии. Также существует необходимость в покрытии все более возрастающих потребностей в электроэнергии, вызванной увеличением производственных мощностей государства и расширением занимаемой городами территории, связанной с увеличением городского населения. Вследствие этого актуализируется малая распределенная генерация.

Одним из методов повышения эффективности эксплуатируемых энергокомплексов является внедрение альтернативных источников энергии, которые предназначены для покрытия собственных нужд предприятия. К нетрадиционным источникам энергии принято относить солнечную, геотермальную энергию, энергию ветров и приливов, а также альтернативные виды топлива, к которым относятся биотопливо, синтез-газ различного происхождения, а также водород, имеющий разнообразные технологии производства [1].

В настоящий момент достаточно популярным решением является установка солнечных панелей или коллекторов, для генерации или аккумуляирования тепловой и электрической энергии. Агрегаты, использующие солнечную энергию для генерации, считаются экологически чистыми, однако являются требовательными к погодным условиям, что выражается потребностью в ясной солнечной погоде, и техническому обслуживанию. Подобным возобновляемым источником энергии являются ветряные электростанции, преобразующие силу ветров в электрическую или тепловую энергию. Такие станции тоже нуждаются в определенных условиях погоды для эффективной выработки энергии.

Внедрение альтернативных источников энергии на крупных ТЭС требует больших вложений, которые связаны с введением в эксплуатацию соответствующего оборудования, и изменения существующего технологического процесса, с возможной модернизацией эксплуатируемого на данный момент оборудования. Срок окупаемости таких решений при внедрении в существующие энергетические комплексы достаточно высок, что снижает привлекательность подобных проектов для инвестиций.

В сравнении с этим малая энергетика может предложить более удобную площадку для развития возобновляемых источников энергии, что связано с быстрыми сроками окупаемости и строительства объектов, использующих традиционные источники энергии (природный газ, дизельное топливо). Малые энергетические комплексы помимо прочего требуют меньших расходов топлива, что уменьшает и стоимость оборудования, необходимого для производства альтернативных видов топлива.

Биотопливо производится несколькими способами из биомассы, при этом может быть получено как жидкое, так и газообразное топливо. Основой для биомассы могут послужить различные отходы (как производственные, так и бытовые). Процесс создания биотоплива достаточно экономичен, первичное сырье доступно и дешево, а продукт имеет соотносимую с природным газом теплотворную способность. К недостаткам относится потребность в хранилище сырья, блоке топливopодготовки и, в связи с этим, уравниением стоимости готового биотоплива и природного газа. Использование биотоплива на объектах распределенной генерации более оправдано за счет возможности близкого расположения не только к хранилищу отходов, но и непосредственно к потребителю.

Также существуют решения по интеграции возобновляемых источников энергии, как гибридные станции, которые могут совмещать генерацию на традиционных и нетрадиционных источниках энергии (гибридные электростанции) [2].

Применение в качестве топлива генераторного газа, полученного в результате газификации угля, на объектах централизованного энергообеспечения осложняется и необходимостью в обеспечении большого количества газа для сжигания в установках большой мощности и вероятной необходимости в модернизации их конструкции. Синтез-газ представляет собой смесь оксида углерода и водорода, иногда содержащий в составе и малую долю углекислого газа. Такой компонентный состав является причиной низкой теплотворной способности производимого топлива. В рамках малой распределенной энергетики использовать синтез-газ становится более реальным за счет кратного уменьшения потребного расхода топлива. Также использование синтез-газа актуально в регионах, в которых затруднен доступ к магистральному природному газу либо затруднена логистика для поставки сжиженного газа [3].

Водород обладает в 2–3 раза большей теплотой сгорания относительно природного газа. Трудности его эксплуатации на данный момент заключается в дороговизне и малодоступности материалов, способных выдерживать температуру его горения, а также сложность и высокая стоимость его генерации. Само производство водорода происходит несколькими методами, отличающиеся своей эффективностью и экологичностью.

Также для утилизации теплоты на тепловых электростанциях могут устанавливать тепловые насосы, преобразующие низкопотенциальное тепло в высокопотенциально за счет хладагента с низкой температурой вскипания. Помимо прочего, тепловые насосы способны эффективно использовать возобновляемые источники энергии (геотермальные источники, энергию почвы и прочее).

Список источников

1. Дарьина П.И. Возобновляемые источники энергии и перспектива совместного использования с традиционной энергетикой // Энергетика и автоматизация в современном обществе: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции обучающихся и преподавателей, 11 мая 2023 года. – СПб: СПбГУПТД, 2023. – С. 7-11.
2. Набиуллина М.Ф. Гибридные мини-ТЭС на биомассе и солнечной энергии как автономные источники тепла и электричества // XXVI Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика: материалы докладов, Казань, 6–7 декабря 2022 года. Т. 2. – Казань: КГЭУ, 2023. – С. 196–200.
3. Афанасьева О.В. Региональные аспекты использования угля на объектах малой распределенной энергетики // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2017. – Т. 19, № 9-10. – С. 85-93.

УДК 620.9

Новоселова М.С.

Научный руководитель: Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВА НА МИНИ-ТЭС

Аннотация. *К настоящему времени возрастает потребность в источниках энергии, обеспечивающих меньший экологический ущерб по сравнению с традиционными энергетическими ресурсами. Одним из развивающихся направлений в поиске экологичных альтернатив природному газу, дизельному топливу и углю является биотопливо.*

Ключевые слова: *малая распределенная энергетика, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, биотопливо*

Источники энергии, распространенные сейчас на тепловых электростанциях, наносят значительный экологический вред окружающей среде. Это обстоятельство обуславливает потребность в альтернативных энергетических ресурсах, которые обеспечивали бы экологичность работы электростанций, а также сравнимую экономичность с наиболее распространенным видом топлива - природным газом. Экономичность можно оценить как по энергетическим характеристикам, так и по удельной стоимости единицы произведенной энергии на том или ином виде топлива.

Одним из перспективных альтернативных видов топлива является биотопливо, получаемое из биомассы. В свою очередь сырьем для биомассы может являться: древесина и другие части деревьев (ветви, кора, листья); травы, сельскохозяйственные культуры, включая зерно, солому, кукурузу, сахарный тростник, подсолнечник и др.; отходы лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности; отходы животноводства; бытовые отходы, включая отходы пищевой промышленности и кухонные отходы; морские макроводоросли и микроводоросли (одноклеточные организмы, которые могут быстро размножаться и производить большое количество биомассы); отходы рыбной и мясной промышленности и прочее [1].

При этом для получения биотоплива применяются разнообразные методы, показанные на рис. 1.



Рис. 1. Основные технологии производства биотоплива.

Биодизельное топливо производится из растительных масел или животного жира. Процесс производства включает следующие этапы:

- рафинирование исходного сырья для удаления свободных жирных кислот и фосфолипидов;
- переэтерификация триглицеридов с метанолом или этанолом в присутствии катализатора;
- нейтрализация и очистка полученного биодизеля от примесей;
- гидролиз и отделение глицерина.

Биометанол и биоводород получают из биомассы путем газификации, пиролиза или гидрогенизации. Процесс газификации заключается в превращении биомассы в газ при высокой температуре и давлении в присутствии водяного пара. Пиролиз – это процесс термического разложения биомассы без доступа кислорода, в результате которого образуются твердые, жидкие и газообразные продукты. Гидрогенизация – это процесс присоединения водорода к органическим соединениям, в результате чего образуются углеводороды.

Биоэтанол получают путем ферментации сахаров из сельскохозяйственных культур, таких как кукуруза, пшеница, сахарный тростник и т.д.. Процесс включает в себя следующие этапы:

- сбор и подготовка сырья для ферментации;
- ферментация сахаров с помощью дрожжей;
- отделение этанола от остатков ферментации и его очистка;
- концентрирование этанола.

Объекты малой генерации имеют некоторые преимущества перед крупными электростанциями, такие как: близкое расположение к потребителю, сниженные потери на транспорт энергии, а также сниженные капитальные вложения и сроки окупаемости [2]. Особенно эффективными оказываются когенерационные электростанции, которые могут строиться для энергообеспечения как предприятий, так и населения.

Использование в случае близости к жилым застройкам наиболее оправдано. Такое решение снижает потенциальный наносимый вред, а также в случае использования биотоплива, произведенного из бытовых отходов, решается проблема утилизация последних.

Помимо вышеуказанного, есть возможность использования нескольких возобновляемых энергетических ресурсов в рамках гибридных электростанций, совмещающая солнечную и (или) ветроэнергетику с альтернативными видами топлива [3].

Список источников

1. Невolina Д.Д. Использование местных топливно-энергетических ресурсов // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 162–168.
2. Вереvкина Ю.А. Мини-ТЭЦ. Преимущества и недостатки // Аллея науки. – 2018. – Т. 3, № 6(22). – С. 386–389.
3. Набиуллина М.Ф. Исследование работы гибридной мини-ТЭС на биотопливе с ветроэнергетической установкой // Тинчуринские чтения - 2023 "Энергетика и цифровая трансформация": Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26–28 апреля 2023 года, Т. 2. – Казань: КГЭУ, 2023. – С. 719–722.

Панькина А.Д.

Научный руководитель: Медяков А.А., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЁТ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

Аннотация. В статье предложен алгоритм расчёта котла-утилизатора, позволяющий рассчитать массовый расход пара на турбоустановку, который может использоваться для эксплуатационного контроля технического состояния теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: котёл-утилизатор, газотурбинная установка, энергетика, парогазовая установка

Расчёт ведётся для данных котла П-100 производства ОАО "ЗиО-Подольск", входящего в состав ПГУ-230. Вычисления производятся при температуре наружного воздуха, расчетной для отопления и равной $t_{н.о}^p = -24^\circ\text{C}$. При выбранной температуре для условий работы ГТУ в составе ПГУ по фирменным данным имеем: $\eta_{ГТУ}^3 = 34,1\%$; $G_b = 520,55 \text{ кг/с}$; $G_T = 10,45 \text{ кг/с}$; $G_r = 531,0 \text{ кг/с}$; $t_4 = 526^\circ\text{C}$; $N_{ГТУ}^3 = 172,7 \text{ МВт}$. Коэффициент избытка воздуха после КС равен $\alpha_{кс} = \frac{520,55}{10,45 \cdot 16,8} \approx 3$. Примем на расчетном режиме давление перегретого пара верхнего $p_{пе,вд} = 7,5 \text{ МПа}$, нижнего $p_{пе,нд} = 0,65 \text{ МПа}$ контуров. Давление в барабанах высокого и низкого давления с учетом гидравлических потерь в пароперегревателе 10%: $p_{б,вд} = 8,25 \text{ МПа}$; $p_{б,нд} = 0,715 \text{ МПа}$. Давление в деаэраторе питательной воды $p_{дпв} = 0,615 \text{ МПа}$. Примем температурный напор $\Delta t_{min}^{пп} = 30^\circ\text{C}$, тогда температура пара на выходе пароперегревателя равна $t_{п5} = t_5 - t_{min}^{пп} = 526 - 30 = 496^\circ\text{C}$. Здесь $t_5 = t_4 = 526^\circ\text{C}$ – температура газов на входе в КУ. При этой температуре и $\alpha_{кс} = 3$ средняя изобарная теплоемкость газов $C_{p5}^r = 1,075 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, а $h_5 = t_5 \cdot C_{p5}^r = 526 \cdot 1,075 = 565,5 \text{ кДж/кг}$.

По [1] энтальпия пара после пароперегревателя высокого давления при $p_{пе,вд} = 7,5 \text{ МПа}$ составляет $h_{пе,вд} = h_{п5} = 3393 \text{ кДж/кг}$. Температура насыщения при давлении в барабане ВД $p_{б,вд} = 8,25 \text{ МПа}$ равна $t_{п6} = t_{п7} = 297^\circ\text{C}$. Тогда с учетом температурного напора $\Delta t_{min}^и = 10^\circ\text{C}$ температура газов на «холодном» конце испарительных поверхностей

$t_7 = t'_{п7} + \Delta t_{min}^i = 297 + 10 = 307^\circ\text{C}$. При $\alpha_{\text{кс}} = 3$, $C_{\text{р}7}^\Gamma = 1,0485 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, а их энтальпия $h_7 = t_7 \cdot C_{\text{р}7}^\Gamma = 307 \cdot 1,0485 = 321,9 \text{ кДж/кг}$. Примем, что в барабан высокого давления подается питательная вода, недогретая в экономайзере до температуры насыщения на 10°C , с энтальпией $h_{п7} \approx 1287 \text{ кДж/кг}$. Тогда расход пара высокого давления рассчитывается по формуле: $G_{\text{п.вд}} = \frac{G_\Gamma \cdot (h_5 - h_7) \eta_{\text{охл}}}{h_{п5} - h_{п7}} = \frac{531(565,5 - 321,9)}{3393 - 1287} 0,98 = 60,19 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 216,7 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$.

Расход питательной воды через экономайзер высокого давления $G_{\text{пв.вд}}$ с учетом непрерывной продувки из барабана ВД будет несколько выше:

$$G_{\text{пв.вд}} = (1 + \alpha_{\text{пр.вд}}) G_{\text{п.вд}} = (1 + 0,005) \cdot 60,19 = 60,5 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 217,8 \text{ т/ч}, \text{ где } \alpha_{\text{пр.вд}} = 0,005 \text{ — относительная величина непрерывной продувки из барабана высокого давления. Энтальпия питательной воды на входе в экономайзер ВД определяется по ее параметрам в деаэраторе питательной воды } (h'_{\text{Дпв}} = 673,2 \text{ кДж/кг}) \text{ с учетом повышения энтальпии в питательном насосе контура ВД } \Delta h_{\text{ПНвд}} = 10^{-3} \cdot (1,2 \cdot 7,1 - 0,615) 10^3 / 0,85 \approx 9,3 \text{ кДж/кг и равна } h_{п8} = h_{\text{пв.вд}} = 673,2 + 9,3 = 682,5 \text{ кДж/кг. Энтальпия газов на выходе из экономайзера ВД: } h_8 = h_7 - \frac{G_{\text{пв.вд}}(h_{п7} - h_{п8})}{G_\Gamma \cdot \eta_{\text{охл}}} = 321,9 - \frac{60,5(1287 - 682,5)}{531 \cdot 0,98} = 251,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

При температуре 250°C и $\alpha_{\text{кс}} = 3$, $C_{\text{р}8}^\Gamma = 1,0434 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ тогда температура газов на выходе из контура ВД равна $t_8 = \frac{h_8}{C_{\text{р}8}^\Gamma} = \frac{251,5}{1,0434} = 241,4^\circ\text{C}$.

Эта температура соответствует температуре газов на входе в контур низкого давления котла–утилизатора $t_9 = t_8 = 241,4^\circ\text{C}$, который рассчитывается после контура высокого давления. С учетом принятого температурного напора $\Delta t_{min}^{\text{нп}} = 30^\circ\text{C}$ определяется температура пара после пароперегревателя низкого давления $t_{п9} = t_9 - \Delta t_{min}^{\text{нп}} = 241,4 - 30 = 211,4^\circ\text{C}$.

Энтальпия пара при $p_{\text{п,нд}} = 0,65 \text{ МПа}$ $h_{п,вд} = h_{п9} \approx 2870 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$. Аналогично по температуре насыщения в барабане НД (при $p_{б,нд} = 0,715 \text{ МПа}$) $t_{п10} = t'_{п11} = 165,5^\circ\text{C}$ и принятому значению $\Delta t_{min}^i = 10^\circ\text{C}$ определяется температура $t_{11} = t'_{п11} + \Delta t_{min}^i = 165,5 + 10 = 175,5^\circ\text{C}$ и затем энтальпия газов после испарительных поверхностей контура высокого давления $h_{11} = t_{11} \cdot C_{\text{р}11}^\Gamma = 175,5 \cdot 1,0366 = 182 \text{ кДж/кг}$, где средняя изобарная теплоемкость газов в зависимости от температуры t_{11} и коэффициента избытка воздуха равна $C_{\text{р}11}^\Gamma = 1,0366 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$. Энталь-

пия питательной воды, определяемая по аналогичным формулам равна $h_{\text{пв,нд}} = h_{\text{п11}} \approx 673,5$ кДж/кг. Из балансовых уравнений пароперегревательных и испарительных поверхностей НД расход пара из контура низкого давления $G_{\text{п.нд}} = \frac{G_{\text{г}} \cdot (h_{\text{г}} - h_{\text{п11}}) \eta_{\text{охл}}}{h_{\text{п9}} - h_{\text{п11}}} = \frac{531(251,5 - 182)}{2870 - 673,5} 0,98 = 16,56 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 59,6 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$.

Расход питательной воды в барабан контура низкого давления с учетом непрерывной продувки равен $G_{\text{пв,нд}} = (1 + \alpha_{\text{пр.нд}}) G_{\text{п.нд}} = 1,005 \cdot 16,56 = 16,64 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 59,9 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$, где $\alpha_{\text{пр.нд}} = 0,005$ – относительная величина непрерывной продувки из барабана низкого давления. Параметры газов на выходе испарительных поверхностей НД соответствуют их параметрам на входе в газовый подогреватель основного конденсата: $t_{12} = t_{11} = 175,5^\circ\text{C}$ и $h_{12} = h_{11} = 182$ кДж/кг. В данном расчете примем температуру газов на выходе из котла–утилизатора $t_{\text{yx}} = t_{13} = 100^\circ\text{C}$ и найдем теплоту $Q_{\text{ГПК}}$, которую газы отдают в ГПК конденсату. Со стороны газов имеем $Q_{\text{ГПК}} = G_{\text{г}} \cdot (h_{12} - h_{13}) \eta_{\text{охл}} = 531(182 - 103,7) 0,98 = 40746$ кВт $\approx 40,75$ МВт.

В заключение рассчитаем КПД котла–утилизатора $\eta_{\text{КУ}} = \frac{h_4 - h_{\text{yx}}}{h_4 - h_{\text{н}}} \eta_{\text{охл}} = \frac{565,5 - 103,7}{565,5 - 26,7} 0,98 = 0,84$.

Список источников

1. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. службой стандартных справочных данных – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984, 80 с.
2. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М.: Издательство МЭИ, 2002. 550 с.

Панькина А.Д.

Научный руководитель: Медяков А.А., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ Г-ОБРАЗНОЙ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА С РАСЩЕПЛЕННОЙ ОБМОТКОЙ НН

Аннотация. В работе предложена методика расчёта параметров Г-образной схемы замещения, приведенные к высшему напряжению, трансформатора ТРДН-40000/110-У1, позволяющая определить общие сопротивления, активную и реактивную проводимость.

Ключевые слова: трансформатор, активная проводимость, мощность, реактивная проводимость, коэффициент трансформации

Расчёт ведётся для трансформатора марки ТРДН-40000/110-У1 с паспортными данными:

$$\begin{aligned} S_{\text{Т.НОМ}} &= 100000 \text{ кВА}; U_{\text{ВН}} = 230 \text{ кВ}; U_{\text{НН1}} = 11 \text{ кВ}; \\ U_{\text{НН2}} &= 11 \text{ кВ}; \Delta P_{\text{к}} = 360 \text{ кВт}; \Delta P_{\text{х}} = 94 \text{ кВт}; \\ u_{\text{к}} &= 12 \%; I_{\text{х}} = 0,7 \%. \end{aligned}$$

Общие (сквозные) сопротивления:

$$R_{\text{ОБЩ}} = \frac{\Delta P_{\text{к}} \cdot U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{Т.НОМ}}^2}; X_{\text{ОБЩ}} = \frac{u_{\text{к}} \cdot U_{\text{НОМ}}^2}{100\% \cdot S_{\text{Т.НОМ}}};$$

$$R_{\text{ОБЩ}} = \frac{360 \cdot 230^2}{100000^2} \cdot 10^3 = 1,904 \text{ Ом};$$

$$X_{\text{ОБЩ}} = \frac{12 \cdot 230^2}{100 \cdot 100000} \cdot 10^3 = 63,48 \text{ Ом}.$$

Схема замещения трансформатора представлена на рисунке 1 [2].

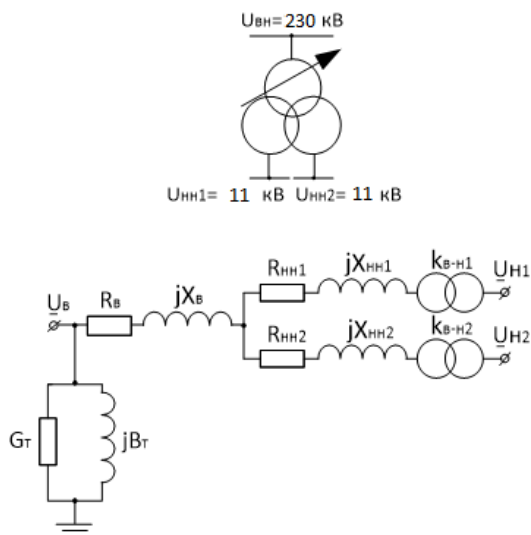


Рис. 1. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой НН

Мощность каждой обмотки НН равна половине мощности обмотки ВН, т.е. половине номинальной мощности трансформатора. Тогда

$$R_B = 0,5 \cdot R_{\text{ОБЩ}}; R_{\text{НН1}} = R_{\text{НН2}} = 2 \cdot R_B = R_{\text{ОБЩ}};$$

$$X_B = 0,125 \cdot X_{\text{ОБЩ}}; X_{\text{НН1}} = X_{\text{НН2}} = 1,75 \cdot X_{\text{ОБЩ}};$$

$$R_B = 0,5 \cdot 1,904 = 0,952 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{НН1}} = R_{\text{НН2}} = 2 \cdot R_B = 1,904 \text{ Ом};$$

$$X_B = 0,125 \cdot 63,48 = 7,935 \text{ Ом};$$

$$X_{\text{НН1}} = X_{\text{НН2}} = 1,75 \cdot 63,48 = 111,09 \text{ Ом}.$$

Активная проводимость, См:

$$G_T = \frac{\Delta P_x}{U_{\text{НОМ}}^2},$$

$$G_T = \frac{94}{230^2} \cdot 10^{-3} = 1,777 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

Намагничивающая мощность трансформатора, ВАр:

$$\Delta Q_x = \frac{I_x \cdot S_{T, \text{НОМ}}}{100\%},$$

$$\Delta Q_x = \frac{0,7 \cdot 100000}{100} \cdot 10^3 = 700 \cdot 10^3 \text{ ВАр.}$$

Реактивная проводимость, См:

$$B_T = \frac{\Delta Q_x}{U_{\text{НОМ}}^2},$$

$$B_T = \frac{700 \cdot 10^3}{230^2} \cdot 10^{-6} = 13,233 \cdot 10^{-6} \text{ См.}$$

Номинальные коэффициенты трансформации:

$$k_T' = \frac{U_{\text{ВН}}}{U_{\text{НН1}}}; k_T'' = \frac{U_{\text{ВН}}}{U_{\text{НН2}}};$$

$$k_T' = \frac{230}{11} = 20,91; k_T'' = \frac{230}{11} = 20,91.$$

Вывод: Проведён расчёт параметров Г-образной схемы замещения, приведенные к высшему напряжению, трансформатора ТРДН-40000/110-У1: общие (сквозные) сопротивления: $R_{\text{ОБЩ}} = 1,904 \text{ Ом}$, $X_{\text{ОБЩ}} = 63,48 \text{ Ом}$, активная проводимость $G_T = 1,777 \cdot 10^{-6} \text{ См}$, реактивная проводимость $B_T = 13,233 \cdot 10^{-6} \text{ См}$.

Список источников

1. Трансформаторное оборудование: практикум / А. П. Остащенко, А.А. Медяков, К.М. Воробьев. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 82 с.
2. Электроэнергетические системы и сети: метод. указания к практическим занятиям / сост.: А.А. Герасименко, Т.М. Чупак. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 115 с.

Сафин Ф.Ф.

Научный руководитель: Вафин Д.Б., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ПРОБЛЕМА ИХ ИСЧЕРПАЕМОСТИ

Аннотация. *Одной из актуальных проблем в современном мире является проблема энергетических ресурсов. Истощение таких ресурсов, как нефть, газ и древесный уголь – одна из главных глобальных проблем человечества. Кроме того, при современном уровне жизни природные ресурсы не экономятся и стремительно тают. Потребление энергии с каждым годом увеличивается, возникает проблема исчерпаемости энергетических ресурсов.*

Ключевые слова: энергетические ресурсы, исчерпаемость, ископаемое топливо, нефть, природный газ, уголь

Основным источником энергии до конца века останется ископаемое топливо. Из-за сокращения доступных ресурсов нефти ее доля в мировом энергобалансе будет постоянно снижаться, а доля природного газа – расти.

В настоящее время нефть является важнейшим природным ресурсом, определяющим состояние не только всей мировой энергетики, но и в значительной степени мировой геополитической ситуации.

Запасы угля огромны и, по некоторым прогнозам, могут обеспечивать мировые потребности в энергии в течение нескольких столетий. В отношении ресурсной базы уголь по сравнению с нефтью имеет несравненное преимущество, которое, однако, в значительной степени нивелируется из-за его низких потребительских и экологических характеристик.

Природный газ по своим потребительским свойствам занимает промежуточное положение между нефтью и углем. Это связано со сложностью его транспортировки и использования на транспорте, а также с высокими затратами на конверсию в более удобные жидкие энергоносители и многие химические продукты. К безусловным потребительским достоинствам природного газа относятся его наиболее высокие среди ископаемых топлив экологические характеристики, а также удобство использования в быту, промышленности и базовой тепло-и электроэнергетике [1].

Проведенный в ряде работ [2, 4] анализ состояния и качественной структуры запасов и ресурсов нефти и газа показывает, что в «старых» нефте- и газодобывающих регионах (Поволжье, Урал, Северный Кавказ)

к 2020-2030 гг. ожидается снижение добычи нефти и газа более чем в 2 раза. Вместе с тем потенциальные возможности сырьевой базы севера европейской части России, Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и шельфа о. Сахалин позволяют прогнозировать максимальную добычу нефти к 2020 г. 400-405 млн т и максимальную добычу газа к 2030 г. 800-805 млрд м³ с последующим ее снижением к 2040-2050 гг. по нефти до 300-280 млн т, по газу до 700-670 млрд м³. Темпы роста добычи природного газа будут ниже, чем в оптимистическом прогнозе, и максимум добычи в 700 млрд м³ будет достигнут к 2030 г., а к концу периода можно ожидать ее снижения до 620 млрд м³.

По нашим оценкам, в рассматриваемой перспективе значительные изменения должны произойти в структуре производства и потребления энергоресурсов. За счет нефти и газа сейчас обеспечивается 80% производства первичных энергоресурсов в России и 70% их потребления. В перспективе доля углеводородного топлива в структуре производства первичных энергоресурсов будет постепенно снижаться: до 72% к 2030 г. и 58% к 2050 г. К концу рассматриваемого периода на долю газа будет приходиться 30-32 % потребляемых энергоресурсов в стране, на долю нефти – 20% против соответственно 49 и 21% в настоящее время. Прогнозируемое снижение добычи природного газа в стране после 2030 г. ставит задачу восполнения потребления первичной энергии за счет альтернативных источников, и в первую очередь за счет развития угольной промышленности и атомной энергетики. По оценкам авторов [3], добыча угля в России к 2050 г. относительно 2000 г. должна увеличиться более чем в 3 раза и составит 800 млн т.

В результате к концу рассматриваемого периода потребление угля в стране (в условном топливе) становится соизмеримым с потреблением природного газа.

На долю атомной энергетики в 2050 г. будет приходиться 12% производимых в стране первичных энергоресурсов в оптимистическом сценарии и 8% – в умеренном. Доля гидроэнергии останется на уровне 3% практически на протяжении всего рассматриваемого периода. В отличие от этого, доля нетрадиционных источников в производстве энергоресурсов увеличится почти в 20 раз (с 0,1% в настоящее время до 1,8% в 2050 г.), но, тем не менее, они не будут иметь существенного значения в топливно-энергетическом балансе России.

В свете рассматриваемых прогнозов органическое топливо остается преобладающим энергоресурсом в структуре производства первичных энергоресурсов. К 2040 г. его доля сократится незначительно: с 98% в 2010 г. до 91-95% к 2040 г. При этом доля угля в структуре органиче-

ского топлива возрастет от 12,5 до 21% за тот же период. Можно ожидать, что к 2040 г. около половины извлекаемых ресурсов нефти и около трети ресурсов природного газа будут добыты из недр. Степень истощения ресурсов угля за тот же период не превысит 3%.

Модельные расчеты сценариев перспективного топливно-энергетического баланса страны указывают на рост в период с 2010 по 2040 г. затрат на добычу следующих органических топлив:

Нефть – себестоимость добычи: от 90 до 235 долл./т,

удельные капиталовложения: от 990 до 2300 долл./т,

удельные затраты: от 210 до 510 долл./т.

Природный газ – себестоимость добычи: от 17 до 33 долл./1000 куб. м,

удельные капиталовложения: от 415 до 805 долл./1000 куб. м,

удельные затраты: от 65 до 130 долл./1000 куб. м.

Уголь – себестоимость добычи: от 35 до 55 долл./т н.э.,

удельные капиталовложения: от 130 до 175 долл./т н.э.,

удельные затраты: от 52 до 75 долл./т н.э.

Такая динамика ожидаемого роста затрат на добычу органических топлив при одновременном снижении затрат в новые источники энергии уже после 2020 г. будет оказывать сдерживающее влияние на использование традиционных технологий, основанных на сжигании органического топлива.

Список источников

1. Арутюнов В.С., Лисичкин Г.В. Энергетические ресурсы XXI столетия: проблемы и прогнозы. Могут ли возобновляемые источники энергии заменить ископаемое топливо? Russ.Chem.Rev., 2017, 86 (8) 777-804 [Успехи химии, 2017, 86 (8) 777-804].
2. Стратегия развития газовой промышленности России. М.: Энергоатомиздат, 1997. 342 с.
3. Энергетика XXI века: Условия развития, технологии, прогнозы / Л.С. Беляев, А.В. Лагереv, В.В. Посекалин и др.; Отв. ред. Н.И. Воропай. Новосибирск: Наука, 2004. 386 с.
4. Энергетическая стратегия России в XXI веке / А.Э. Конторович, Н.Л. Добрецов, Н.П. Лаверов и др. // Вестн. РАН. 1999. Т. 69, № 9. С. 771–784.

Семенчук А.О.

Научный руководитель: Кондратьев А.Е., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ВЛИЯНИЕ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА КЛИМАТ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Аннотация. Рассмотрены негативное влияние полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) на окружающую среду и способы борьбы с этой проблемой.

Ключевые слова: мусорный полигон, свалочный биогаз, экологичность, перерабатывание

Человеческая деятельность порождает значительное количество разнообразных твердых промышленных и бытовых отходов, которые могут содержать вредные химические, биологические и биохимические вещества, угрожая окружающей природной среде и здоровью людей.

Преимущественным способом утилизации бытовых отходов является их складирование на свалках, однако выход свалок за границы населенных пунктов приводит к формированию незаконных свалок, которые могут стать распространителем инфекционных болезней и серьезных экологических проблем [1].

В таких условиях отходы активно разлагаются, что приводит к образованию биогаза, известного как свалочный газ (СГ), который обычно сжигают специальными факелами для уменьшения влияния метана на климат. Предполагается, что это эффективный и выгодный метод утилизации. Однако исследование на полигоне Кучино показало, что факелы для сжигания свалочного газа, на самом деле, способствуют образованию опасных летучих органических соединений. Работники свалки подвергаются высокому канцерогенному и неканцерогенному риску, причем хлороформ является основным источником канцерогенной опасности [2].

Необходимо отметить, что биогаз на свалке образуется в отсутствие кислорода из-за деятельности метаногенных бактерий, которые расщепляют органические материалы, такие как бумага, картон, пищевые отходы, текстиль, дерево, кости и кожа [3].

Свалочный газ, в основном состоящий из метана, является одним из основных источников парниковых газов, способствующих изменению

климата. Метан обладает гораздо более высоким потенциалом влияния на парниковый эффект по сравнению с углекислым газом, и его выпуск в атмосферу является серьезной угрозой для окружающей среды. Научные исследования показывают, что свалочный газ является значительным источником метана и вносит вклад в ухудшение климатических условий. Неплохой альтернативой построения системы отопления на свалочном газе является применение инфракрасных систем отопительных приборов, значительно минимизирующих выработку углекислого газа [4].

Помимо влияния на климат, свалочный биогаз также оказывает неблагоприятное воздействие на природу. Выпуск сероводорода и других вредных веществ может привести к загрязнению воздуха, почвы и водоемов вблизи свалок, угрожая здоровью живых существ и людей. Биогаз также негативно влияет на растительный покров, вызывая асфиксию корневой системы. Болезни дыхательных путей, отравления и другие последствия могут быть вызваны воздействием свалочного газа на окружающую среду.

Тем не менее производство биогаза из органических отходов имеет свои преимущества. Это позволяет санитарно обрабатывать сточные воды, уничтожать патогены и семена сорняков, а также минерализовать азот и фосфор, что является важным для удобрений. Традиционные методы удобрения могут потерять до 30-40% азота и фосфора [5].

Однако это не меняет тот факт, что выбросы биогаза в окружающую среду вызывают как локальные, так и глобальные негативные последствия, поэтому во многих странах мира принимаются меры для их минимизации.

Для борьбы с влиянием свалочного биогаза на климат и окружающую среду необходимо выполнять мероприятия по его предотвращению и утилизации. Одним из таких мероприятий является сбор и последующая обработка свалочного газа для выработки электрической энергии или тепла. Многие страны активно внедряют механизмы для использования свалочного газа в качестве возобновляемого источника энергии, что способствует снижению его негативного воздействия на окружающую среду.

Кроме того, важно развивать системы управления отходами, снижать объём органических отходов, применять современные технологии утилизации и переработки отходов. Улучшение инфраструктуры и внедрение инновационных методов переработки помогут сократить образование свалочного газа и уменьшить его негативное воздействие на окружающую среду.

Решение проблемы переработки твердых и биологических отходов значительно возросло в последние годы. Важным становится и полное использование всех видов промышленных и бытовых отходов из-за угрозы постепенного истощения природных ресурсов, таких как нефть, уголь и металлические руды, которые являются основой для различных отраслей экономики.

Таким образом, современные технологии и меры по управлению отходами могут способствовать снижению негативных последствий от образования и выброса свалочного газа. Необходимо продолжать развивать и внедрять эффективные способы борьбы с этой проблемой, чтобы сохранить окружающую среду и обеспечить устойчивое развитие общества.

Список источников

1. Кабатъева А.Ю. Факельные установки на производстве / А.Ю. Кабатъева, А.Е. Кондратьев // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VII Национальной научно-практической конференции, Казань, 09–10 декабря 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 696-698. – EDN NIPVGY.
2. 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.
3. Политрубая установка для анаэробного сбраживания органических отходов с получением биогаза / Г.И. Павлов, А.Е. Кондратьев, С.Р. Калачева, С.О. Гапоненко // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 4. – С. 26-28. – EDN SHCXWH.
4. Сергеева Д.В. Инфракрасная система отопления / Д.В. Сергеева, 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. 284-287. – EDN GABWOQ.
5. Мустафина Г.Р. Особенности конструкций реакторов для получения биотоплива / Г.Р. Мустафина, 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. 277-280. – EDN JJVOBP.

Тимершин А.Р., Шарафиев Д.Е.

Научный руководитель: Ваньков Ю.В. д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАЗРЯДКИ ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа процесса разрядки теплоаккумулятора фазового перехода, на основании проведенных экспериментов. Выявлен наиболее эффективный вариант движения охлаждающей жидкости.

Ключевые слова: тепловой аккумулятор, фазовый переход, разрядка, парафин, фазопереходный материал

Целью исследования является повышение эффективности энергетических систем за счет внедрения аккумуляторов тепла фазового перехода (АТФП) [1].

В данной работе рассмотрен процесс разрядки низкотемпературного аккумулятора тепла, рабочим телом которого является парафин. Данный аккумулирующий материал был выбран по ряду причин: дешевизна и простота закупки, высокий уровень накапливаемой теплоты фазового перехода, отсутствие химической реактивности, устойчивость к циклам плавления и кристаллизации.

Основной задачей исследования является определение наилучшего способа разрядки АТФП с точки зрения эффективности нагрева охлаждающей жидкости и минимизации времени разрядки [2].

Под разрядкой АТФП понимается время, за которое будет достигнута полная кристаллизация аккумулирующего материала и равенство температур охлаждающей жидкости на входе и на выходе из теплообменного оборудования. Охлаждение контура разрядки осуществляется воздушным охладителем.

В ходе работы рассматривались два вида подачи жидкости в АТФП «сверху-вниз» и «снизу-вверх» [3]. Экспериментальный стенд и схема движения жидкости представлена на рисунке 1.

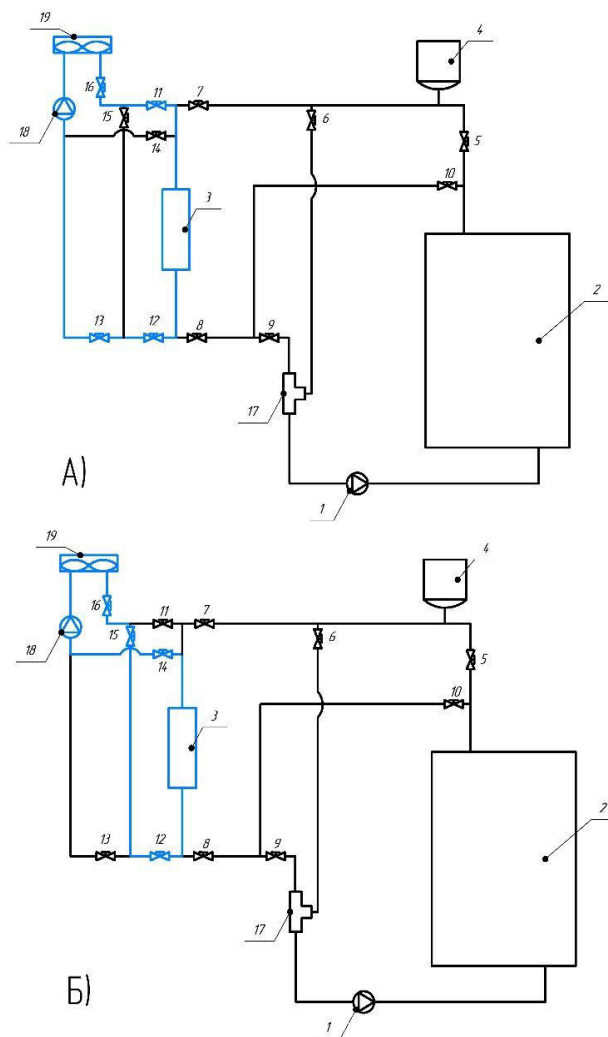


Рис.1. - Схема движения теплоносителя

А) - сверху-вниз, Б) - снизу-вверх

1 – насос греющего контура, 2 - электрический котел, 3 - аккумулятор тепла,
4 - расширительный бак, 5-16 - кран шаровый, 17 – тройник,
18 – насос контура охлаждения, 19 – воздушный охладитель

В процессе анализа было выявлено, что направление течения жидкости «снизу-вверх» эффективней в 1,4 раза. Среднее время кристаллизации теплоаккумулирующего материала при данном способе течения составило 35 минут. В случае движения теплоносителя «сверху-вниз» среднее время разрядки составило 48 минут. Также помимо скорости затвердевания в процессе разрядки «снизу-вверх» наблюдается более плавный процесс кристаллизации, связанный с распределением температурных полей внутри рабочего тела. Жидкая фаза на протяжении всего эксперимента находится выше, чем кристаллизованный парафин, тем самым при движении теплоносителя «снизу-вверх» идет более равномерный съем тепла.

В случае разрядки АТФП по схеме «сверху-вниз» теплоноситель сначала дополнительно охлаждает твердую фазу, образовавшуюся в верхней части теплообменника, что снижает разность температур между жидкой фазой и охлаждающей жидкостью.

Исследования выполнены по государственному заданию с номером соглашения 075-03-2024-226/1 от 15.02.2024.

Список источников

1. Спицын И.А. Орехов А.А. Чушкин М.В. Тепловой аккумулятор фазового перехода // *Агроинженерия*. - 2008. - с. 52-53.
2. Умеренков Е. В. Моделирование процесса затвердевания теплоаккумулирующего материала / Е. В. Умеренков, Э. В. Котенко // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. – 2012. – № 1(25). – С. 41-49
3. Шарафиев Д.Е., Тимершин А.Р. Установка для изучения теплоаккумулирующих свойств веществ с фазовым переходом // XXVII Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика и 55-летию КГЭУ/ Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2023. – т. 3 - с. 214-216

Токтарова А.А.

Научный руководитель: Звонарева Ю.Н., канд. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАФИКОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ФАКТИЧЕСКОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ И МАТЕРИАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТИ

Аннотация. *В настоящее время существует высокая потребность в разработке и внедрении методов и технологий оптимизации температурных графиков. Недостаточная оптимизация температурных режимов может привести к излишнему потреблению энергии, повышенным затратам на эксплуатацию и недостаточному комфорту при минимальных затратах. Данная проблема представляет собой актуальную и важную область исследований и практической деятельности в области теплоснабжения.*

Ключевые слова: *температурный график, гидравлическая характеристика, материальная характеристика, тепловая сеть, энергосбережение*

В современных системах теплоснабжения часто возникают проблемы неэффективного использования энергии. В связи с этим остро стоит вопрос об оптимизации температурных графиков систем теплоснабжения. Несмотря на наличие технологических средств и методов расчета, многие системы теплоснабжения функционируют неэффективно из-за недостаточного внимания к фактическим гидравлическим и материальным характеристикам сети [1].

Из множества энергосберегающих мероприятий в системах теплоснабжения оптимизация гидравлических характеристик является наиболее эффективной. Эти характеристики оказывают прямое влияние на гидравлический режим всей системы, включая распределение давления и расхода теплоносителя, в результате чего подбор необходимой конструкции системы становится рациональным. Также появляется возможность оценки затрат на перекачивание теплоносителя, например, при определении требуемой мощности насосов или выборе оптимальных диаметров трубопровода. Гидравлические характеристики могут

изменяться в зависимости от их режима работы и нагрузки. Поэтому для оптимизации необходимо учитывать возможные изменения в гидравлических условиях при изменении нагрузки или режима работы потребителей [6,7].

Не менее значимым пунктом является оптимизации материальной характеристики сети. Этого можно достичь заменой износившихся трубопроводов тепловых сетей в совокупности с уменьшением исходных диаметров. Существует достаточное количество факторов, в следствии чего прибегают к уменьшению диаметра трубопровода: снижение затрат на приобретение комплектующих и монтажные работы; уменьшение диаметров отверстий под трубы, пробиваемых в перекрытиях, простенках; сокращение времени монтажных работ, в том числе их упрощение; снижение общего объема теплоносителя, циркулирующего в системе, уменьшение тепловой инерции отопительной системы; увеличение скорости теплоносителя [2]. Однако, согласно Федерального закона [4] тепловая сеть, имеющая скорость потока теплоносителя выше 1,5 м/с, обязана включать применение антивибрационных компенсаторов [3].

Помимо изменений диаметров сети, повышению материальной характеристики способствуют следующие аспекты: материал трубопроводов, теплоизоляция, схема и протяженность тепловой сети. Различные материалы, такие как сталь, пластик, медь или композитные материалы, могут использоваться для изготовления трубопроводов в системах теплоснабжения. Каждый тип материала обладает своими уникальными свойствами, такими как теплопроводность, коррозионная стойкость, прочность и стоимость. Выбор оптимального материала трубопровода может повлиять на рентабельность и долговечность системы. В части касающейся эффективности изоляции, в первую очередь речь идет о качестве материала и толщине теплоизоляции, влияющей на уровень теплопотерь в системе. Плохая теплоизоляция может привести к нежелательным теплопотерям и увеличению расходов на энергию. В рассуждении об оптимизации геометрии и длины трубопровода можно снизить гидравлическое сопротивление, к тому же длинные или сложные сети могут требовать дополнительных усилий для поддержания требуемых температурных режимов и расхода теплоносителя [5].

Таким образом, оптимизация температурного графика систем теплоснабжения напрямую зависит от фактической гидравлической и материальной характеристик сети.

Список источников

1. Савастиенок А.Я. Оптимизация трубопроводных инженерных сетей гидравлического расчета // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2006. №4.
2. https://agpipe.ru/articles/zauzhenie_diametra_truby_otopleniya_i_vod_osnabzheniya
3. Морозов И.В. Разработка рекомендаций по повышению энергоэффективности тепловой сети / И.В. Морозов, А.П. Зыков // Современный взгляд на науку и образование: Сборник научных статей. Том Ч. V. – Москва: Издательство "Перо", 2020. – С. 170-173. – EDN EUNKRB.
4. О теплоснабжении: ФЗ от 27.07.2010 № 190-ФЗ (ред. от 28.11.2015). – Москва, 2010. – 115с.
5. Чуйкина А.А. Исследование связи материальной характеристик тепловой сети и момента тепловой нагрузки / А.А. Чуйкина, А.Р. Бохан, К.А. Григорьева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2018. – № 4(13). – С. 9-16. – EDN YWJONB.
6. Звонарева Ю.Н. Совершенствование систем теплоснабжения путем внедрения АИТП / Ю. Н. Звонарева, О. И. Зверев // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2019. – Т. 11, № 1(41). – С. 10-18. – EDN KORWDV.
7. Звонарева Ю.Н. Оценка экономического эффекта для потребителей при установке автоматизированных узлов учета и регулирования тепловой энергии / Ю. Н. Звонарева, Ю. В. Ваньков, С. А. Назарычев // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4(38). – С. 98. – EDN VNZCFX.

УДК 004.41

Шарафиев Д.Е., Тимершин А.Р.

Научный руководитель: Ваньков Ю.В., д-р техн. наук, профессор
Казанский государственный энергетический университет

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛА ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

***Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ расчета конструкции аккумулятора тепла фазового перехода с помощью программного обеспечения, разработанного в среде LabVIEW и аналитического расчета реального образца.*

Ключевые слова: аккумуляторы тепла, фазовый переход, сравнительный анализ, программное обеспечение

В настоящее время целью промышленных предприятий, а также частного потребителя является энергосбережение. Большая часть неиспользованного тепла уходит в окружающую среду, что, безусловно, пагубно влияет на экологию [1].

Для предотвращения большого количества выбросов тепловой энергии могут быть использованы аккумуляторы тепла фазового перехода (АТФП), способные накопить энергию от уходящего тепла за счет фазового перехода рабочего тела [2].

Для эффективного проектирования конструкции АТФП, удовлетворяющих требованиям эксплуатирующего лица, стоит учесть следующие факторы: необходимое количество аккумулированного тепла, тип поверхности теплообмена, ее типоразмеры, вид теплоаккумулирующего материала (ТАМ), а также предусмотреть постоянный источник тепла, способный по своим теплофизическим свойствам произвести фазовый переход рабочего тела [3, 4].

Для повышения эффективности расчетов конструкции АТФП была разработана программа на платформе LabVIEW, предоставляющая по результатам расчетов основные параметры будущей конструкции аккумулятора.

Основная задача – сравнение результатов машинного расчета с параметрами реального образца АТФП.

В реальном образце в качестве ТАМ был выбран парафин марки П-1. Выбор в сторону парафина был сделан из-за подходящих теплофизических и химических свойств вещества.

Определение количества аккумулированного тепла реальным образцом проводилось по формуле (1), учитывающей накопление энергии не только при плавлении твердой фазы ТАМ, а также дополнительно запасается за счет теплоемкости жидкой фазы (перегрева расплава).

$$Q = m_2 \cdot L_2 + m_2 \cdot c_2' \cdot (T_{II} - T_{кр}), \quad (1)$$

где, m_2 - масса загруженного ТАМ, кг; L_2 - теплота фазового перехода, кДж/кг; c_2' - теплоемкость ТАМ в жидком фазовом состоянии, кДж/(кг·°С); T_{II} - температура перегрева ТАМ выше температуры кристаллизации, °С; $T_{кр}$ - температура кристаллизации ТАМ, °С.

По полученному значению накопленной энергии, производим расчет в программе, используя известные параметры конструкции АТФП.

Для проведения анализа полученных результатов расчета с реальными величинами сводим данные в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты программного и аналитического расчета образца АТФП

Величина	Программный расчет	Аналитический расчет
Объем труб, см ³	57,81	57,80
Объем бункера АТФП, см ³	792,13	792,11
Масса ТАМ, загруженного в бункер, г	564,69	564,69

Из сравнительной таблицы видно, что погрешность между вычисленными программой значениями и параметрами реального образца не превышает 0,002%.

Таким образом можно сделать вывод о том, что разработанное программное обеспечение удовлетворяет требованиям и может быть использовано для расчета и дальнейшего проектирования аккумуляторов тепла фазового перехода, используемых как частным, так и промышленным потребителем.

Исследования выполнены по государственному заданию с номером соглашения 075-03-2024-226/1 от 15.02.2024.

Список источников

1. Э.В. Котенко, Е.В. Умеренков В.И. Котенко. Экологические аспекты использования аккумуляторов теплоты // Серия Техника и технологии - № 3. - 2013. - с. 111-113.
2. Спицын И.А. Орехов А.А. Чушкин М.В. Тепловой аккумулятор фазового перехода // Агроинженерия. - 2008. - с. 52-53.
3. Бараненко А.В., Кузнецов П.А., Захарова В.Ю., Цой А.П. Применение веществ с фазовыми переходами для аккумулирования тепловой энергии // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптик - №6 (18). - 2018. - с. 990-1000.
4. Razmat Makhmudov Mirzo Ulugbek, Samarkand Shavkat. Experimental technique for a heat storage model with a phase transition of substance // Universum. - 2021. - №5. - 5 p.

Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.7

Андреев П.О.

Научный руководитель: Смирнова С.Ю., ст. преподаватель
Марийский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Аннотация. *Рассматриваются исследования в архитектурном проектировании, которые играют ключевую роль в создании современных, функциональных и удобных для проживания зданий и сооружений.*

Ключевые слова: *архитектурное проектирование, современная и устойчивая среда*

Актуальность исследований в архитектурном проектировании нельзя переоценить, поскольку они имеют огромное значение для создания современного жилого и общественного пространства, которое соответствует потребностям и ожиданиям людей. В современном мире, когда сталкиваются такие вызовы, как изменение климата, населенность городов, устойчивость и энергоэффективность зданий, исследования в архитектуре становятся особенно важными.

Целями для исследования в архитектуре могут быть:

1. Оптимизация проектирования зданий с учетом климатических условий и энергоэффективности.
2. Исследование социокультурных особенностей для создания пространств, отвечающих потребностям различных социальных групп.
3. Развитие новых технологий и материалов для создания устойчивых и инновационных архитектурных решений.
4. Исследование влияния архитектурного окружения на здоровье и благополучие людей.

Исследования в архитектурном проектировании играют ключевую роль в создании современных, функциональных, удобных для проживания зданий и сооружений. Они позволяют архитекторам учитывать разнообразные аспекты, начиная от климатических условий и географических особенностей местности до потребностей будущих пользователей.

Одним из основных направлений исследований в архитектуре является изучение климата и окружающей среды. Для создания энергоэффективных зданий необходимо анализировать солнечное воздействие, ветровой поток, тепловые потери и другие параметры, чтобы оптимизировать конструкцию здания и обеспечить комфортное пребывание людей в нем.

Помимо этого, исследования в области архитектурного проектирования включают в себя изучение социокультурных аспектов. Архитекторы должны учитывать предпочтения и потребности различных социальных групп, создавая пространства, которые будут удовлетворять потребности всех пользователей - от детей до пожилых людей.

Одним из ключевых вопросов, на которые направлены исследования в архитектуре, является также вопрос устойчивого развития. Современные здания должны быть не только функциональными и привлекательными с эстетической точки зрения, но и экологически безопасными и энергоэффективными. Исследования в этой области помогают архитекторам создавать здания, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, исследования в архитектурном проектировании играют важную роль в создании современной и устойчивой среды для жизни и работы людей. Они позволяют архитекторам создавать инновационные и функциональные решения, сочетая в себе креативность, техническую осведомленность и социокультурные аспекты.

Список источников

1. Крундышев Б.Л. Архитектурное проектирование жилых зданий, адаптированных к специфическим потребностям маломобильной группы населения: Учебное пособие / Б.Л. Крундышев. - СПб.: Лань, 2021. - 208 с.
2. Крундышев Б.Л. Архитектурное проектирование жилых зданий, адаптированных к специфическим потребностям маломобильной группы населения / Б.Л. Крундышев. - СПб.: Лань, 2022. - 208 с.
3. Лисициан М.В. Архитектурное проектирование жилых зданий / М.В. Лисициан, В.Л. Пашковский, З.В. Петунина; Под ред. Е.С. Пронин. - М.: Архитектура-С, 2022. - 488 с.
4. Лисициан М.В. Архитектурное проектирование жилых зданий / М.В. Лисициан и др.. - М.: Архитектура-С, 2023. - 488 с.

Антропова Е.М.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИОНОСФЕРЫ В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Аннотация. Эта статья представляет собой анализ ионосферы Земли, описывая её структуру, характеристики и влияние на радиосигналы. Ионосфера определяется как верхняя часть атмосферы с высоким уровнем ионизации, что влияет на распространение радиоволн. В статье подробно рассматриваются основные области ионосферы, включая D, E и F-слой, а также их влияние на радиосвязь. Автор анализирует изменения в ионосфере в зависимости от широты и влияние солнечных и магнитосферных вспышек. Статья также обсуждает последствия этих изменений для радиосвязи и влияние технологий спутниковой связи на исследования ионосферы.

Ключевые слова: ионосфера, области ионосферы, климатические зоны, ПЭС, ионосферное возмущение

Цели и задачи исследования. Целью работы является исследование состояния ионосферы в различных климатических зонах и областях применяя регрессионные модели машинного обучения.

Ионосфера обозначает верхнюю часть атмосферы Земли, где уровень ионизации достаточно высок, чтобы оказывать значительное влияние на распространение радиоволн. Её нижняя граница находится на высоте 50-60 км, а верхняя граница, переходящая в плазмосферу или другие магнитосферные плазменные образования, достигает примерно 1000 км.

Основные характеристики ионосферы, такие как концентрация электронов, ионный состав и температура, изменяются в зависимости от высоты сложным образом. В ионосфере выделяются три основные области с максимальной концентрацией электронов: D (80 км), E (110 км) и F-слой, который делится на F1 (170 км) и F2 (300 км). Эти значения являются приблизительными, так как высота слоев, их концентрация и другие параметры могут значительно варьироваться. Регулярные изменения в областях D и E в основном определяются уровнем освещенности ионосферы, что делает суточные и сезонные вариации наиболее заметными. В области F важную роль играет влияние магнитосферных процессов на движение плазмы.

Учитывая, что влияние факторов, влияющих на состояние ионосферы, зависит от широты, ионосферу обычно анализируют в контексте разных широтных поясов. Экваториальная или низкоширотная ионосфера охватывает широты от ± 0 до 35° , среднеширотная ионосфера находится в диапазоне ± 35 - 55° , субавроральная ионосфера приблизительно от 55° до $\pm 65^\circ$, а до полюса тянется высокоширотная ионосфера, которая может быть разделена на ионосферу авроральной зоны и полярную шапку.

Нерегулярные изменения в параметрах ионосферы, включая возмущения, связаны с воздействием частиц и излучений, создаваемых во время солнечных или магнитосферных вспышек. Внезапные ионосферные возмущения (Sudden Ionospheric Disturbances, SID) в областях E и D вызваны всплеском рентгеновского излучения, генерируемого на Солнце во время хромосферных вспышек. Эти возмущения могут длиться несколько минут, приводя к значительному увеличению концентрации электронов в D области и увеличению на 50-200% в E области. Эти эффекты и сопутствующие явления наблюдаются только в освещенной части ионосферы.

Поглощение в полярной шапке (PCA - Polar Cap Absorption), вызванное приходом солнечных космических лучей на Землю, является ионосферным возмущением, характерным для D-области ионосферы. Это возмущение наблюдается, когда солнечные протоны с энергией более 10 МэВ и выше свободно проникают в полярную шапку, в то время как на меньших широтах их движение замедляется из-за магнитного поля Земли. В результате этого процесса концентрация электронов в D-области может увеличиваться в два раза. Продолжительность этого явления определяется длительностью события, вызывающего его, и может достигать нескольких суток.

Развитие суббури в авроральной области приводит к значительным изменениям в ионосфере, включая изменения в F-области, где наблюдаются как уменьшение, так и увеличение концентрации электронов, а также значительные вертикальные перемещения. В E-области появляются так называемые спорадические слои Es, что также влияет на условия прохождения радиосигналов, иногда до полного их поглощения, известного как блэкауты.

В D-области ионосферы наблюдается авроральное поглощение, которое связано с выбросом в ионосферу электронов с энергией в диапазоне единиц и десятков кэВ. Изменения в ионосфере, особенно заметные в высоких широтах, вызывали значительный интерес из-за критической важности устойчивой радиосвязи для народного хозяйства и воен-

ных целей. Однако в последние десятилетия интерес к этим исследованиям снизился из-за широкого распространения технологий радиосвязи через спутники.

В данной работе используются города с разных климатических зон нашей страны: субарктический пояс – Мурманск; умеренный пояс (континентальная западно - сибирская северная и центральная область) – Ярославль, Йошкар-Ола; умеренный пояс (атлантико - континентальная европейская область) – Севастополь; умеренный пояс (континентальная восточно – европейская область) – Астрахань; умеренный пояс (горная Большого Кавказа) – Сочи.

В ходе теоретического анализа были выяснены следующие закономерности. В южных районах России наблюдается увеличение плотности ионосферы, что влечёт за собой повышение ионизации атмосферы. В умеренных широтах изменчивость состояния ионосферы связаны с воздействиями геомагнитных штормов, солнечных вспышек и других факторов.

Список источников

1. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А.. Физика ионосферы. - Москва: Наука, 1988. - 528 с.
2. Анализ прогнозирования рядов с помощью автоматизированного машинного обучения в национальной базе данных МКБ-10. 2022. URL: Многошаговое прогнозирования временных рядов с помощью XGBoost. // Towards Data Science URL: <https://towardsdatascience.com/multi-step-time-series-forecasting-with-xgboost-65d6820bec39> (дата обращения: 22.10.2022).
3. Международный журнал прогнозирования. 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207021001710> -----> Machine learning algorithms for forecasting and backcasting blood demand data with missing values and outliers: A study of Tema General Hospital of Ghana // ScienceDirect URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169207021001710?via%3Dihub> (дата обращения: 20.10.2022).
4. РД 52.26.817-2015. Руководство по ионосферным, магнитным и гелиогеофизическим наблюдениям. Часть 1 ионосферные наблюдения. – 2015 – 200 с.

Атласов Р.Р.

Научный руководитель: Смирнова С.Ю., ст. преподаватель
Марийский государственный университет

ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ СЕТИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ

Аннотация. Данное исследование представляет обзор концепции программно-определяемых сетей (SDN) с акцентом на автоматизацию и управление трафиком. Описываются основные принципы SDN, технологические компоненты и методы реализации. Обсуждаются преимущества SDN в контексте улучшения гибкости, эффективности и безопасности сетевых операций. В заключении рассматриваются вызовы и перспективы применения SDN в различных областях сетевой инфраструктуры.

Ключевые слова: программно-определяемые сети, автоматизация, управление трафиком

Актуальность программно-определяемых сетей (SDN) продолжает расти в современном мире сетевых технологий. SDN предлагает инновационный подход к управлению сетями, позволяя упростить конфигурацию и управление сетевым трафиком, повысить гибкость и масштабируемость инфраструктуры, а также обеспечить более эффективное использование ресурсов. С ростом объема данных, внедрением облачных технологий и развитием интернета вещей (IoT), SDN становится ключевым элементом для обеспечения высокопроизводительных и адаптивных сетей, способных эффективно поддерживать требования современных бизнес-приложений и услуг.

Цель исследования – это анализ и создание гибких, управляемых и адаптивных сетевых инфраструктур, которые способны быстро реагировать на изменения в требованиях бизнеса и приложений. SDN стремится отделить управление сетью от уровня пересылки данных, позволяя централизованно управлять и программно контролировать сетевые ресурсы, что обеспечивает более эффективное использование ресурсов, повышенную гибкость и масштабируемость, а также упрощенное внедрение новых сервисов и функций в сети.

Для достижения целей программно-определяемых сетей (SDN) необходимо учитывать следующие ключевые аспекты:

1. Необходимо разработать подходящую архитектуру SDN, которая учитывает требования конкретной сетевой инфраструктуры.

2. Внедрение программного управления и контроля сетью позволяет достичь высокой автоматизации и гибкости в управлении сетью.

3. Использование открытых стандартов и протоколов обеспечивает совместимость и интероперабельность различных компонентов SDN.

4. Важно обеспечить безопасность сети при внедрении SDN, учитывая потенциальные уязвимости и риски централизованного управления.

5. Развитие систем мониторинга и аналитики позволяет оперативно выявлять проблемы в сети и оптимизировать её работу.

Объектом исследования являются программно-определяемые сети, предметом исследования является сама концепция программно-определяемых сетей (SDN).

Это означает изучение технологий, методов и принципов, используемых для управления сетевыми устройствами через программное обеспечение, вместо традиционных аппаратных методов.

Обсуждение вызовов и ограничений SDN важно для полного понимания этой технологии. В контексте безопасности, SDN может представлять угрозу из-за единой точки управления, которая может стать целью для злоумышленников. Также важно учитывать масштабируемость SDN, поскольку увеличение размера сети может потребовать более мощного оборудования и ресурсов для поддержки централизованного контроллера.

Совместимость с существующими сетевыми устройствами - еще один значимый аспект. Некоторые старые устройства могут не поддерживать протоколы управления, используемые в SDN, что может создать проблемы при интеграции новых и существующих компонентов сети.

Также следует обратить внимание на сложность внедрения и настройки SDN, особенно для организаций с ограниченными ресурсами или ограниченным опытом в области сетевых технологий. Это может потребовать дополнительных инвестиций в обучение персонала и обновление инфраструктуры.

В целом, несмотря на вызовы, SDN предоставляет значительные преимущества в управлении сетями и обеспечении их гибкости и эффективности. Однако для успешной реализации этой технологии необходимо тщательное планирование, учет ограничений и принятие соответствующих мер по обеспечению безопасности и совместимости с существующей инфраструктурой.

Список источников

1. Дибров М.В. Компьютерные сети и телекоммуникации. Маршрутизация в ip-сетях в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум / М. В. Дибров. — М. : Издательство Юрайт, 2022. — 333 с.
2. Чугунов А.В. Социальная информатика: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Чугунов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 256 с.

Будкина И.М.

Научный руководитель: Шашин Д.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПЛЁНОК ОКСИДА ТИТАНА МЕТОДОМ РЕАКТИВНОГО МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

***Аннотация.** Рассмотрены особенности фотокатализа на тонких плёнках диоксида титана. Определены технологические параметры магнетронного распыления, влияющие на фотоактивность тонких плёнок, установлена взаимосвязь между этими параметрами, приведены их оптимальные численные значения.*

***Ключевые слова:** фотокаталитическая активность, тонкие плёнки, диоксид титана, магнетронное распыление*

В настоящее время существует потребность в недорогих и эффективных средствах очистки и обеззараживания воздуха. Большим потенциалом в этой области обладают тонкие плёнки диоксида титана (TiO_2), полученные методом реактивного магнетронного распыления.

Действие фотокаталитических фильтров основано на явлении фотокатализа. Оно заключается в том, что органические загрязнители (пыль, CO_2 и т.п.) в присутствии фотокатализатора и УФ-излучения преобразуются в воду, кислород и другие безвредные для человека соединения. Установлено, что TiO_2 является хорошим фотокатализатором, а варьированием значений технологических параметров магнетронного распыления можно добиться повышения фотоактивности тонких плёнок TiO_2 .

На фотокаталитические свойства получаемых плёнок влияют следующие параметры магнетронного распыления [1]:

- давление в вакуумной камере и соотношение рабочих газов;
- температура и материал подложек;
- длительность процесса напыления и, следовательно, толщина полученных плёнок;
- шероховатость, кристаллическая структура, однородность плёнок.

На рисунке 1 приведены зависимости некоторых технологических параметров друг от друга.

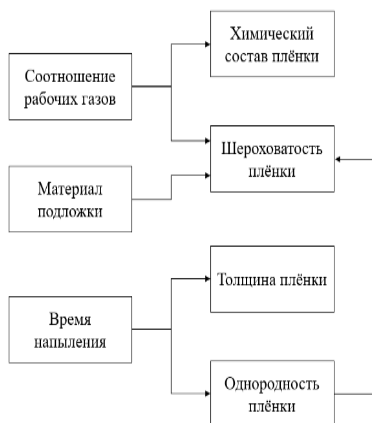


Рис. 1. Факторы, влияющие на фотокаталитическую активность тонких плёнок диоксида титана

Проведённые эксперименты позволили сделать вывод, что оптимальными являются следующие значения вышеуказанных факторов:

- соотношение рабочих газов 70%Ar — 30%O₂;
- давление в вакуумной камере — 1 Па;
- время напыления — 5 минут;
- материал подложки — нержавеющая сталь.

Указанное соотношение рабочих газов позволяет добиться высокой шероховатости тонких плёнок. Вкупе с собственной шероховатостью нержавеющей стали площадь соприкосновения плёнки и органического загрязнителя увеличивается, что позволяет повысить эффективность очистки [2]. Температура подложки при напылении не оказывает значительного влияния на фотокаталитическую активность плёнок TiO₂.

Полученные при вышеприведённых значениях параметров магнетронного распыления тонкие плёнки TiO₂ обладают достаточной прозрачностью (пропускание света составляет 86-92%), имеют высокую степень совершенства и однородности кристаллической структуры, отлично разлагают метиленовый синий.

По итогам исследований был сформирован способ получения тонких плёнок диоксида титана с высокой фотокаталитической активностью методом реактивного магнетронного распыления. На изобретение получен патент [3].

В рамках научно-исследовательской работы был собран прототип фильтра воздуха на основе тонких плёнок TiO_2 (рис. 2). В настоящее время проводятся испытания эффективности работы прототипа фильтра воздуха в реальных условиях, вносятся корректировки в его конструкцию.



Рис. 2. Прототип фильтра воздуха на основе фотокаталитических плёнок TiO_2

Все исследования в данном направлении проводятся при поддержке Фонда содействия инновациям.

Список источников

1. Будкина И.М., Михеева Е.В., Шашин Д.Е. Изучение влияния технологических параметров реактивного магнетронного распыления на фотокаталитические свойства оксида титана [Текст] / И.М. Будкина // Материалы Одиннадцатой Российской студенческой научно-технической конференции «Вакуумная техника и технология» (18-20 апреля 2023 г.); Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань: Изд-во КНИТУ, 2023. — С. 69-70.
2. Шашин Д.Е., Сушенцов Н.И., Будкина И.М. Технологические особенности повышения фотокаталитической активности плёнок TiO_2 , сформированных методом реактивного магнетронного распыления [Текст] / Д.Е. Шашин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. — 2021. — № 4 (51). — С. 77-85.
3. Патент №2794659 Российская Федерация, МПК C23C 14/35 (2006.01), C23C 14/56 (2006.01). Способ получения фотокаталитических пленок оксида титана и установка для его осуществления: № 2023101337, заявл. 23.01.2023, опубл. 24.04.2023 / Шашин Д. Е., Сушенцов Н. И., Будкина И. М.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный технологический университет». — 8 с.: ил.

Васильев И.Н., Иванов А.А., Захаров Д.Е.,
Михайлова С.Ю., Зиновьева Е.Г., Михадаров Д.Г.
Научный руководитель: Михадаров Д.Г., канд. техн. наук, доцент
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

СОЗДАНИЕ МУЗЫКАЛЬНОГО ПРОЕКТА С ПРОГРАММИРОВАНИЕМ НА Iskra Uno

***Аннотация.** Рассмотрены возможности платформы Iskra Uno на примере имитации работы музыкального устройства. Описывается принцип работы модели «пианино», который основан на программировании микроконтроллера для воспроизведения звуков при нажатии на тактовые кнопки.*

***Ключевые слова:** плата Iskra Uno, электрическая схема, пьезоэлемент, программный код*

Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств построения и прототипирования простых систем, моделей и экспериментов в области электроники, автоматике, автоматизации процессов и робототехники [1].

Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino.

Существуют различные модификации плат Arduino, отличающиеся своими функциональными возможностями [2]. Arduino Uno одна из самых популярных и широко используемых моделей.

Аналогом Arduino Uno является плата Iskra Uno отечественной компании Amperka.ru, специализирующейся на предоставлении электронных компонентов, модулей, и инструментов для изучения основ электроники и электротехники в образовательных целях. Платформы практически идентичны между собой по качеству и начинке, включая микроконтроллер ATmega328P, распиновку, физическое расположение портов и размеры платы.

На платформе Iskra Uno можно создать различные модели, например: метеостанция, пантограф, секундомер, светильник с управляемой яркостью и т.д. [3].

В качестве иллюстрации возможности платы рассмотрим на примере «мерзкого пианино». Программируя микроконтроллер и используя распиновку платформы можно настроить кнопки на генерацию определенного звука при нажатии.

Для создания модели «пианино» используются компоненты:

- микроконтроллер Iskra Uno (основная плата обработки сигналов);
- пьезоэлемент (используется в качестве динамика для воспроизведения звуковых сигналов);
- тактовые кнопки (каждая кнопка представляет собой клавишу пианино, при нажатии на которую генерирует определенный звук);
- резисторы (для подтяжки входов к определенному уровню);
- бредборд (электронная плата для монтажа комплектующих);
- провода (для соединения компонентов с микроконтроллером).

Использование бредборда упрощает процесс сборки и тестирования проекта, позволяя легко изменять расположение и подключение компонентов во время разработки.

Схема подключения компонентов показана на рис. 1. Каждая тактовая кнопка и пьезоэлемент подключается к цифровым пинам микроконтроллера.

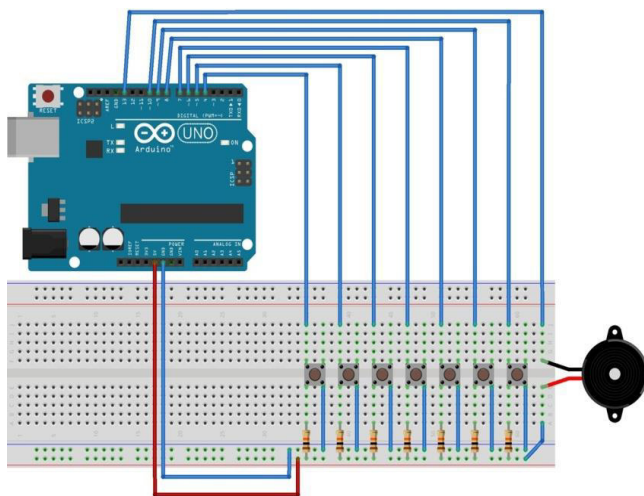


Рис. 1. Схема подключения для модели «пианино»

Программа начинается с определения частоты для каждой ноты, которая затем используется для воспроизведения звука на пьезоизлучателе. Пины для каждой кнопки и пьезоизлучателя также определены в начале программы.

Функция `loop()` проверяет состояние каждой кнопки. Если кнопка нажата (кнопка подключена к земле), то вызывается функция `playTone()`, которая проигрывает соответствующую ноту.

Функция `playTone()` отвечает за воспроизведение ноты на пьезоизлучателе. Она использует простой метод генерации звука с помощью цикла и функции `delayMicroseconds()` для создания звуковых импульсов с определенной частотой, соответствующей выбранной ноте, которые определены в начале кода с помощью директив препроцессора `«#define»`.

Данная концепция подходит для изучения основ электроники, электротехники, программирования и последующего применения полученных навыков при работе с более сложными логическими контроллерами и SCADA-системами.

Список источников

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В.А. Петин – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 560 с.
2. Arduino: официальный сайт. – URL: <https://www.arduino.cc/> (дата обращения: 20.03.2024). – Текст: электронный.
3. Амперка: официальный сайт. – URL: <https://amperka.ru/product/hacker-workbook> (дата обращения: 20.03.2024). – Текст: электронный.

Вершинин М.В.

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

СИНТЕЗ СТРУКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЭС ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

***Аннотация.** Разработка алгоритма, позволяющего синтезировать и подбирать структуру нейронной сети и ее гиперпараметры.*

***Ключевые слова:** синтезирование, нейронные сети, прогнозирование, гиперпараметры*

Актуальность проблемы. Ручной подбор гиперпараметров нейронной сети является сложным и трудоемким процессом. Учитывая данные обстоятельства, автоматический подбор оптимальных гиперпараметров модели, работающей с данными полного электронного содержания (ПЭС), является перспективным направлением разработки.

Цель работы. Разработка алгоритма, позволяющего подбирать оптимальные гиперпараметры и структуру модели машинного обучения. Алгоритм оперирует такими гиперпараметрами, как: количество каждого из слоёв, количество нейронов в каждом слое и функции активации для каждого *Dense* слоя. В результате работы данного алгоритма проводится оценка лучших моделей.

Задачи. Найти лучшее сочетание гиперпараметров и структуры нейронной сети для прогнозирования ПЭС.

Методология. При разработке алгоритма были учтены лучшие практики, связанные с предсказанием и использованием временных рядов [1]. В связи с этим, была построена структура нейронной сети, в функциональных слоях которой на первом месте всегда находятся *LSTM* слои, на втором — со случайной долей вероятности может быть включен *Dropout* слой, а завершающими выступают *Dense* слои. При оценивании моделей использовались данные, не входящие в тренировочную выборку, что позволило более объективно оценить предсказательную способность моделей машинного обучения. В качестве основной библиотеки был использован *Keras Tuner*, позволяющий настроить параметры подбора и синтеза нейронной сети с последующей возможностью наблюдения за ходом и результатом работы алгоритма. Для оценивания результа-

та использовался *TensorBoard*, благодаря которому можно было визуализировать и более детально рассмотреть результат работы алгоритма.

Результаты исследования. Было проведено 100 испытаний по 250 эпох [2], в результате которых было получено 10 лучших моделей, показавших наилучшие значения ключевых метрик, включающих в себя такие метрики, как *MAPE*, *MAE*, *RMSE*, главной из которых является *MAPE*.

Зависимость *MAPE* от количества эпох при обучении для лучшей модели представлена на рис. 1а (верхний рис.). На ней можно наблюдать, что средняя абсолютная процентная ошибка падает с увеличением количества эпох и остаётся примерно на одном и том же уровне при преодолении 100 эпох.

На рис. 1а (нижний рис.), показывающей зависимость *MAPE* от количества эпох при валидации для лучшей модели, можно наблюдать большое количество скачков ключевой метрики, но линия тренда всё равно продолжает идти вниз, что говорит об уменьшении *MAPE* при увеличении количества эпох [3].

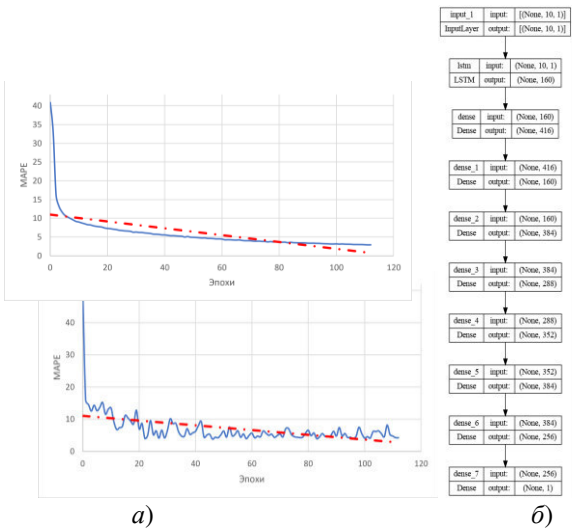


Рис. 1. Характеристики лучшей модели: а) зависимость *MAPE* от количества эпох при обучении (верхний рис.) и валидации (нижний рис.); б) структура лучшей модели нейронной сети

Заключение. В ходе выполнения исследования было получено 10 лучших моделей машинного обучения. Минимальное и максимальное

количество каждого типа слоя было от 2 до 10 соответственно, с шагом 2. Количество нейронов в каждом слое варьировалось от 32 до 512, с шагом 32. В качестве функции активации полносвязных слоев использовалась либо *SELU*, либо *ReLU*. При тренировке и валидации относительная ошибка лучшей модели составляла 4,88% и 7,85% соответственно, что говорит о достаточно хорошей предсказательной способности. Структура лучшей модели состоит из одного входного (*Input*) слоя, одного *LSTM* и 8 полносвязных (*Dense*) слоев, один из которых является выходным.

Список источников

1. Новиков А.А. Анализ методов прогнозирования временных рядов / А.А. Новиков, Е.О. Будзинская, О.Н. Канева // Материалы X Международной молодежной научно-практической конференции с элементами научной школы. – Омск, 2020. – С. 37-43.
2. Конкин Н.А. Применение технологии машинного обучения для анализа параметров трансionoсферных каналов связи / Н.А. Конкин, А.Д. Пасова, Н.В. Рябова // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2021. – № 2. – С. 191-194. – EDN PWQSKD.
3. Кислицын А.А. Метод интеллектуального анализа данных для прогнозирования значений полосы когерентности изменяющегося трансionoсферного радиоканала / А.А. Кислицын, Н.В. Рябова, Н.А. Конкин // Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике : Труды XVII Конференции молодых ученых, Иркутск, 05–10 сентября 2022 года. – Иркутск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 2022. – С. 361-363. – EDN BJKGKW.

Гатауллин А.Р.

Научный руководитель: Демьянов Д.Н., доцент, канд. техн. наук
Казанский (Приволжский) федеральный университет

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ECAS

Аннотация. В работе проводится анализ системы управления подвеской грузовых автомобилей на базе *Electronic Control Air Suspension (ECAS)*. Рассмотрены структура, алгоритм работы и функциональные возможности этой системы. Проанализированы существующие недостатки и определены перспективы ее развития. Результаты исследования позволят повысить эффективность и безопасность использования грузового автотранспорта.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, подвеска, ECAS, перспективы развития

Система управления пневматической подвеской является важным элементом электрооборудования транспортного средства (ТС), обеспечивающим комфорт и безопасность во время движения [1].

Целью исследования является анализ структуры, алгоритмов работы, функционала и перспектив развития системы ECAS на примере продукции компании ZF [2].

Система ECAS обеспечивает точное управление высотой рамы с помощью датчиков, электронного блока управления (ЭБУ) и электромагнитного клапана (ЭК). С датчиков поступает информация о фактическом положении рамы ТС. Если необходимо его изменить, то ЭБУ подает сигнал на ЭК, увеличивая или уменьшая давление в пневмобаллоне. Это приводит к изменению объема пневмобаллона и, соответственно, положения рамы ТС. Таким образом, система ECAS может быстро установить требуемое значение высоты. Эта система может работать в автоматическом режиме, когда автомобиль находится как в движении с малой скоростью, так и на стоянке [1].

Структура системы. На рисунке 1 приведена общая структура и схема взаимодействия основных элементов системы ECAS, в число которых входят: ЭБУ – 1, пульт управления – 2, датчик хода – 3, ЭК – 4, пневмобаллон – 5.

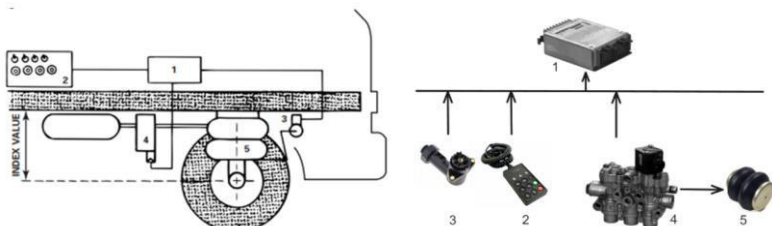


Рис. 1. Общая схема системы ECAS

Функционал системы. К основным функциям системы ECAS относятся: автоматическое регулирование уровня, автоматическая настройка высоты при достижении определенной скорости, возможность установки двух различных уровней высоты с сохранением их в памяти ЭБУ, возможность проведения самодиагностики и выдача предупреждений при неисправности, а также ручная регулировка уровня.

При ручной регулировке с использованием пульта управления водителю доступны следующие функции: включение/выключение предварительного выбора оси, подъем и опускание оси, регулировка нормального уровня, сохранение текущего уровня в памяти, остановка выполнения текущей команды.

Алгоритм работы. Алгоритм работы системы ECAS включает в себя выполнение следующей последовательности действий [1]:

1. Датчик хода с заданной периодичностью определяет расстояние между осью и конструкцией. Причем частота опроса зависит от режима работы ТС (режим движения или погрузки).

2. Полученное при измерении значение является фактическим, оно передается в ЭБУ.

3. В ЭБУ поступившее фактическое значение сравнивается с заданным нормативным значением.

4. При недопустимой разнице между фактическим и заданным значением (отклонение в регулировке) на ЭК поступает управляющий сигнал.

5. В зависимости от поступившего сигнала управления ЭК изменяет давление в пневмобаллоне, подавая в него сжатый воздух или выпуская из него воздух в атмосферу. За счет изменения давления в пневмобаллоне изменяется расстояние между осью и рамой автомобиля.

6. Расстояние вновь измеряется датчиком хода, и цикл работы системы повторяется.

Выполнение описанного алгоритма позволяет поддерживать требуемое положение рамы ТС.

Перспективы развития. Для анализа перспектив развития системы ECAS был проведен опрос специалистов по эксплуатации этой системы и опытных водителей ПАО «КАМАЗ». Был определен перечень функций, добавление которых позволило бы значительно улучшить ее потребительские характеристики:

1. Поднимать ведущую ось для улучшения управляемости при обильном снегопаде; на неровной дороге; при подъеме в гору; при старте движения.

2. Опускать ведущую ось для улучшения управляемости при наличии гололедицы; при спуске с горы.

3. Держать поднятой ведущую ось для улучшения маневренности и уменьшения износа колес при движении в городе со скоростью менее 30 км/ч.

4. Переходить в транспортный уровень для улучшения устойчивости при движении за городом.

Кроме того, предлагается динамически изменять высоту рамы ТС во время движения. Для этого планируется создать интеллектуальную систему управления пневматической подвеской, использующую алгоритмы нечеткой логики для анализа данных и оптимизации процессов управления, которая позволит не только улучшить устойчивость и управляемость ТС, но и обеспечить адаптацию подвески к различным дорожным условиям, повышая безопасность и комфорт вождения.

Вывод. В ходе работы был проведен анализ структуры, алгоритма работы, функционала и перспектив развития системы ECAS на примере продукции компании ZF, определены перспективы ее развития.

Список источников

1. Optiride Electronically Controlled Air Suspension (ECAS) for buses and trucks with CAN II (SAE 1939) [Электронный ресурс]: Maintenance manual. URL:

https://www.zf.com/products/media/automotive/cv/literature_downloads_wna/truck_solutions/air_suspension_maintenance_manuals/MM1315_web_2.pdf (дата обращения: 14.02.2024).

2. ZF Friedrichshafen AG: [сайт]. URL: <https://www.zf.com> (дата обращения: 15.02.2024).

Гребнев Ю.А.

Научный руководитель: Смирнова С.Ю., ст. преподаватель
Марийский государственный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

***Аннотация.** Данная статья посвящена значению энергообеспечения для предприятий, его влиянию на конкурентоспособность, экономическую эффективность и экологическую устойчивость.*

***Ключевые слова:** энергообеспечение, предприятия, энергоэффективность, устойчивое развитие, энергосбережение*

В современных условиях повышения цен на энергоресурсы и ужесточения экологических требований, эффективное управление энергообеспечением становится ключевым фактором для успешной деятельности предприятий. Необходимость сокращения затрат на энергоснабжение и снижения негативного воздействия на окружающую среду делает данную тему актуальной и востребованной.

Цель – изучение основных аспектов энергообеспечения предприятий, выявление проблемных моментов и разработка рекомендаций по повышению энергоэффективности и устойчивости предприятий.

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

1. Анализ основных источников энергии
2. Изучение потребления энергии на предприятиях.
3. Выявление факторов, влияющих на энергоэффективность.
4. Организация энергообеспечения.
5. Меры по энергосбережению и устойчивому развитию.

Энергообеспечение предприятий является одним из ключевых аспектов их деятельности. Энергия играет важную роль в производственных процессах, обеспечивая необходимую мощность для работы оборудования и технологических линий. Кроме того, энергообеспечение оказывает влияние на конкурентоспособность предприятия, его экономическую эффективность и экологическую устойчивость.

Энергообеспечение - основа функционирования любого предприятия. Без надлежащего энергоснабжения производство может быть парализовано, что приведет к значительным финансовым потерям и ухудшению репутации компании. Поэтому обеспечение стабильного и эффективного энергоснабжения - приоритетная задача любого предприятия.

Наиболее распространенными источниками энергии на предприятиях являются электроэнергия, тепловая энергия, газ и топливо. Выбор источников энергии зависит от специфики производства, его масштабов и требований к качеству энергоснабжения.

Потребление энергии на предприятии определяется объемом производства, технологическими процессами, энергоэффективностью оборудования. Оптимизация потребления энергии позволяет снизить затраты на энергоснабжение и повысить конкурентоспособность предприятия.

Энергоэффективность предприятия зависит от множества факторов, включая состояние оборудования, организацию производственных процессов, управление энергопотреблением и обученность персонала. Регулярный мониторинг и анализ этих факторов позволяет оптимизировать энергосистему предприятия.

Планирование потребности в энергии - важный шаг для обеспечения стабильного функционирования предприятия. Прогнозирование потребности позволяет избежать ситуаций нехватки или избытка энергии.

Выбор оптимальных энергетических систем и оборудования играет ключевую роль в обеспечении надежного и эффективного энергоснабжения предприятия.

Постоянный мониторинг и контроль за энергопотреблением позволяют оперативно реагировать на изменения в потреблении энергии и оптимизировать работу энергосистемы предприятия.

Внедрение мер по энергосбережению, таких как установка современного оборудования, оптимизация технологических процессов, проведение обучающих курсов для персонала, позволяет снизить затраты на энергию и сократить негативное воздействие на окружающую среду.

Включение возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветровая энергия, в энергосистему предприятия способствует уменьшению зависимости от традиционных видов топлива и снижению выбросов парниковых газов.

Эффективное энергообеспечение способствует повышению устойчивости предприятий к экономическим и экологическим рискам, а также улучшению имиджа компании перед клиентами, инвесторами и обществом в целом.

Список источников

1. Автономов А.Б. Положение в области систем централизованного теплоснабжения в странах Центральной и Восточной Европы // Электрические станции. 2022. №7.
2. Аракелов В.Е., Кремер А.И. Методические вопросы экономии энергоресурсов. - М., Энергоатомиздат, 2019 г.

Елчанинова А.С.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР НЕЙРОННОЙ СЕТИ ТИПА LSTM ДЛЯ ПРОГНОЗА ПЭС И ПОЛОСЫ КОГЕРЕНТОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОГНОЗНЫХ ПЕРИОДАХ

Аннотация. Рассматривается задача анализа структур моделей нейронной сети типа LSTM с целью развития нейросетевого подхода прогнозирования ПЭС и ПК. В связи с поставленной целью в рамках исследования было рассмотрено 5 архитектур моделей LSTM для прогноза ПК и 5 архитектур моделей LSTM для прогноза ПЭС при прогнозных периодах от 1 до 5 дней. Экспериментально были выявлены наилучшие модели для прогноза ПЭС и ПК, соответствующие определенному прогнозному периоду.

Ключевые слова: рекуррентная нейронная сеть, ПЭС, полоса когерентности, Keras tuner

Введение. В современном мире спутниковые системы связи предоставляют широкий спектр услуг и возможностей в области телекоммуникаций, а также влияют на обороноспособность страны. Поэтому необходимо обеспечить должную производительность и эффективность функционирования систем спутниковой связи (ССС) через изменчивые слои ионосферы. Следовательно, возникает потребность в прогнозировании полосы когерентности и полного электронного содержания (ПЭС), чтобы адаптировать характеристики СССР. При этом существующие подходы и инструменты не всегда могут обеспечить требуемую точность и скорость прогнозирования. В связи с этим с целью решения данной проблемы, могут успешно применяться нейронные сети.

Цель работы – проведение исследования структур рекуррентной нейронной сети типа LSTM и выявление зависимости точности от различных прогнозных периодов ПЭС и ПК от структуры НС.

Рекуррентная нейронная сеть. Для решения задач прогнозирования ПК и ПЭС в системах радиосвязи может успешно применяться рекуррентная нейронная сеть типа LSTM (Long Short-Term Memory [1]. Особенностью архитектуры LSTM-сети являются блоки памяти, в которых элементы регулируют состояние и отклик [2]. Принцип действия

LSTM заключается в передаче выхода предыдущего состояния как входа для следующего состояния, причем делает это через два параллельных потока данных: верхний проходит практически без изменений, нижний же подвергается различным нелинейным операциям для того, чтобы регулировать количество данных основного потока, циркулирующих в сети [2].

Исследование структур нейронной сети. Архитектура сети *LSTM* не является универсальной, поэтому важно определить не только количество и типы слоев, но и подобрать количество нейронов, функции активации и оптимизации для каждого слоя [1]. Таким образом, при заданных идентичных начальных настройках алгоритма поиска оптимальной структуры *НС* для *ПК* были получены следующие структуры моделей, которые содержат от 3 до 9 *LSTM* слоев, 2 полносвязных Dense слоя, 1 слоя Dropout. Для *ПЭС* были получены модели, включающие в себя от 2 до 9 *LSTM* слоев, 2 полносвязных Dense слоя, 1 слоя Dropout. Диапазон нейронов в слоях варьировался от 200 до 328 для моделей анализа данных *ПК* и от 72 до 264 нейронов для анализа *ПЭС*. В целом в моделях использовались такие функции активации как: *selu*, *elu*, *gelu*. С целью тестирования, полученных моделей был использован 5 дневный набор данных с дискретизацией отсчетов каждые пол часа.

Анализ точности прогнозирования *ПЭС* и *ПК* осуществлялся с помощью метрик средней абсолютной процентной ошибки *MAPE* (Mean Absolute Percentage Error) и коэффициента детерминации (R^2) и представлен на рис. 1

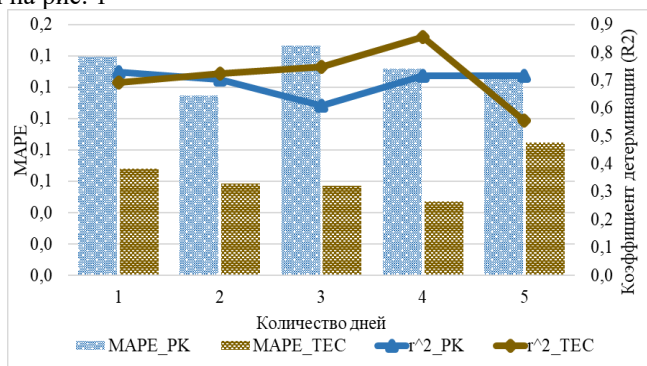


Рис. 1. Результаты прогнозирования *ПЭС* и *ПК* 10 экспериментальных моделей *LSTM* по метрике *MAPE*, R^2 для 5 дней

Таким образом, экспериментально было установлено, что точность прогноза от 2 до 4 дней выше для *ПК*, а точность прогноза 1 и 5 дней выше для *ПЭС*. При этом наибольшую точность прогноза *ПК* возможно

добиться при прогнозе на 4 дня по R^2 равное 0,85 и $MAPE$ равное 0,05 и архитектуре содержащей: 7 *LSTM* слоев с 200 нейронами, 2 *Dense* слоя с 328 нейронами, 1 *Dropout* слой, а для ПЭС при прогнозе на 5 день по R^2 равное 0,73 и $MAPE$ равное 0,13 с использованием архитектуры – 3 *LSTM* слоя с 136 нейронами, 2 *Dense* слоя с 264 нейронами, 1 *Dropout* слой.

Заключение. В целом подбор моделей был осуществлен в идентичных условиях начальной настройки алгоритма поиска оптимальной структуры *НС*. Таким образом, было исследовано 5 архитектур *LSTM* с целью прогнозирования *ПК* и 5 архитектур *LSTM* с целью прогнозирования *ПЭС* для прогнозных периодов от 1 до 5 дней. В рамках исследования было выявлено, что каждому прогнозируемому периоду соответствует определенная структура *НС*, т.е. 2 *Dense* слоя и 1 *Dropout* слой не изменяются, а изменению подвержено количество *LSTM* слоев и количество нейронов в слое. Иными словами, моделям прогнозирования *ПЭС* соответствовало следующее количество *LSTM* слоев: 1 дню – 6 *LSTM* слоев, 2 дням – 2 *LSTM* слоя, 3 дням – 5 *LSTM* слоев, 4 дням – 9 *LSTM* слоев, 5 дням – 3 *LSTM* слоев, количество нейронов изменялось в диапазоне от 72 до 392. Аналогичным образом, изменялось количество слоев в моделях прогнозирования *ПК*: 1 дню соответствовало 8 *LSTM* слоев, 2 дням – 9 *LSTM* слоев, 3 дням – 7 *LSTM* слоев, 4 дням – 7 *LSTM* слоев, 5 дням – 3 *LSTM* слоев, количество нейронов варьировалось от 200 до 328. Также в рамках исследования было определено, чтобы добиться наиболее высокой точности прогнозирования *ПК* необходимо использовать большее количество слоев в моделях *НС*, по сравнению с моделями прогнозирования *ПЭС*.

Список источников

1. Иванов Д.В., Кислицын А.А., Конкин Н.А., Елчанинова А.С., Чернов А.А. Специализированная нейронная сеть для прогнозирования параметров широкополосных транссионсферных радиоканалов в составе интеллектуального сенсора / Д.В. Иванов, А.А. Кислицын, Н.А. Конкин, А.С. Елчанинова, А.А. Чернов / Вестник ПГТУ: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2023. №4(60). С 50-63.
2. Рапаков Г.Г. Исследование LSTM-нейросетевого подхода при моделировании временных рядов / Г.Г. Рапаков, В.А. Горбунов, С.А. Дианов, Л.В. Елизарова // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2023. №3. С. 47-54

Жабкина Ю.А.

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

ВЫЯВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ ПЭС В ПЕРИОДЫ ВОЗМУЩЕННОЙ И СПОКОЙНОЙ ИОНОСФЕРЫ

***Аннотация.** Выявлены закономерности в данных ПЭС при анализе графиков математического ожидания, дисперсии, СКО в периоды возмущенной и спокойной ионосферы.*

***Ключевые слова:** ионосфера, ПЭС, математическое ожидание, дисперсия, СКО, магнитные бури*

Исследование изменений ПЭС дает возможность лучше понять ее влияние на прохождение радиосигналов через ионосферу, так как это сказывается на качестве связи, позволяет предсказывать магнитные бури, что важно для стабильной работы систем беспроводной связи и изучения ионосферы.

Цель – выявление статистических закономерностей в данных ПЭС при анализе периодов возмущенной и спокойной ионосферы.

Задачи исследования:

1. Исследовать влияние солнечной активности на данные ПЭС.
2. Выявить статистические закономерности в данных ПЭС.

Ионосфера Земли – это заряженная часть атмосферы, на высоте 60-1000 км. Эта среда оказывает значительное влияние на распространение сигналов ГНСС и других радиоизмерительных систем.

Полное электронное содержание является важным параметром ионосферы. Это количество электронов вдоль столба сечением в один метр. Единица измерения ПЭС – TECU, $1 \text{ TECU} = 10^{16} \text{ м}^{-2}$. Значения полного электронного содержания могут изменяться в зависимости от многих факторов, таких как время суток, сезон, магнитные бури и солнечная активность [1].

Для того, чтобы выявить закономерности ПЭС, полученных от различных станций, от влияния солнечной активности, рассчитывается математическое ожидание, дисперсия и СКО.

Математическое ожидание – мера центральной тенденции в рассеянии случайной величины. Для дискретной случайной величины X , принимающей последовательность значений $x_1, x_2, \dots, x_n$ с вероятностями, равными соответственно $p_1, p_2, \dots, p_n$ математическое ожидание определяется формулой:

$$M_x = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i. \quad (1)$$

Дисперсия – мера рассеяния значений случайной величины относительно центра (соответствующего математическому ожиданию). Для случайной величины с дискретным распределением дисперсия определяется формулой:

$$D_x = \sum_{i=1}^{\infty} (x_i - M_i)^2 p_i. \quad (2)$$

Наряду с дисперсией в качестве меры рассеяния (той же размерности, что и сама случайная величина) используется квадратный корень из дисперсии:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} \quad (3)$$

- стандартное (квадратичное) отклонение случайной величины X .

В статистике математическое ожидание, дисперсия и СКО используются для оценки центральной тенденции, вариации и степени разброса значений случайной величины, соответственно, что позволяет охарактеризовать набор данных, выявить некоторые закономерности. [2].

Для каждого дня 2022 года рассчитаем математическое ожидание - среднее значение полного электронного содержания, полученного от станций, находящихся на разных расстояниях от экватора, и построим график зависимости от даты для каждого месяца. На сайте лаборатории солнечной астрономии можно узнать дни, в которые происходили магнитные бури [3]. При анализе полученных данных и графиков замечаем следующую закономерность: значения полного электронного содержания в периоды солнечной активности уменьшаются в большинстве случаев. В среднем спад ПЭС по всем станциям составил 4 TECU. Для спокойных дней значения равномерны, могут увеличиваться, достигая своего пика в момент появления магнитной бури. Для примера взят график, полученный за август 2022 года (рис. 1.)

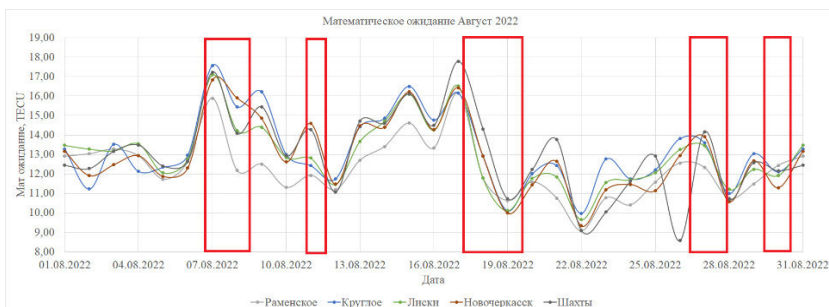


Рис. 1. Зависимость мат ожидания от даты за август 2022 года

Здесь выделены дни, в которые наблюдались возмущения. Во время бури заметно снижение ПЭС, а перед ней выявлено в одних случаях возрастание, в других – убывание ПЭС. Результаты во время активности можно объяснить тем, что поток заряженных частиц от Солнца увеличивается, что может приводить к увеличению электронной плотности в ионосфере. Это, в свою очередь, может вызвать снижение полного электронного содержания, поскольку радиосигналу будет труднее проходить через более плотную ионосферную среду.

Заключение. В работе использовались статистические формулы для выявления зависимости ПЭС от влияния солнечной активности. В спокойные дни наблюдались значения ПЭС около 11,98 TECU в среднем по всем месяцам за 2022 год, перед бурей они возрастали до 16, в момент солнечной активности уменьшились на 4 единицы.

Список источников

1. Замогильный Д. Прогнозирование полного электронного содержания ионосферы на основе алгоритмов машинного обучения. Научные труды в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. №4. С. 39-46.
2. Статистические методы обработки информации в НГД [Электронный ресурс] URL: http://bngs.samgtu.ru/sites/bngs.samgtu.ru/files/lekciya_4_matematicheskoe_ozhidanie.pdf (дата обращения 05.04.2024).
3. Веб-сайт лаборатории солнечной астрономии ИКИ и ИСЭФ [Электронный ресурс] URL: https://xras.ru/magnetic_storms.html?m=12&d=2&y=2023 (дата обращения 05.04.2023).

Зиязетдинов Р.Р., Кожаева Н.А.

Научный руководитель: Галлямов Ф.Н., канд. техн. наук, доцент
Башкирский государственный аграрный университет

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ЖИЛЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

***Аннотация.** В статье рассматривается разработка элементов интеллектуальной системы для поддержания микроклимата в помещениях, которое обеспечивает приток и вытяжку воздуха для каждого помещения в отдельности.*

***Ключевые слова:** интеллектуальная система, микроклимат в помещении, система управления, рекуператор, микроконтроллер*

Одной из важнейших функциональных составляющих Умного дома является интеллектуальное управление микроклиматом в помещениях, который формирует оптимальные показатели микроклимата по ГОСТ 1.46 с эффективными показателями энергосбережения.

Интеллектуальная система поддержания микроклимата в помещениях — это устройство, которое обеспечивает приток и вытяжку воздуха для каждого помещения в отдельности. Через отверстие в стене прибор забирает свежий воздух с улицы и подаёт его в помещение, а затем вытягивает отработанный воздух. Свежий воздух с улицы проходит через теплообменник, где встречается с тёплым воздухом помещения. Потоки не смешиваются, но холодная струя прогревается и попадает в дом уже тёплой. Этот способ обогрева даёт возможность, не повышая расходов на отопление, практически не затрачивая на это электричество добиться хорошего качества воздуха в помещении. Этот процесс создает нагрев уличного воздуха в холодное время года и охлаждение в летнее [3]. Управляется система микроконтроллером.

Технические требования к разработке:

- модуль должен быть оборудован датчиками для уровней CO₂, температуры и влажности;
- встроенный вентилятор должен обеспечивать равномерность измерений без использования выносных датчиков;
- модуль должен быть оснащен вычислительным устройством, содержащим математическую модель процесса для автоматического

управления, которая позволяет изменять производительность вентилятора, в зависимости от уровня CO_2 как основного индикатора загрязнения воздуха, а также других параметров;

- данные, собранные датчиками, должны быть переданы на компьютер или мобильное устройство через беспроводное подключение для мониторинга и последующего анализа;

- пользователи должны иметь возможность отслеживать изменения качества воздуха в реальном времени и получать уведомления о превышении предельных значений;

- в случае обнаружения превышения уровня загрязнения воздуха, внутренний и выносной модули должны активировать звуковые или визуальные сигналы предупреждения, а также дублировать уведомления на устройства пользователя;

- мобильная станция должна была энергоэффективной, иметь возможность работы от аккумулятора с подзарядкой от сети переменного тока, а также низким энергопотреблением для обеспечения длительного автономного использования;

- используемое при разработке программное обеспечение и библиотеки программных кодов должны иметь широкое распространение, быть общедоступными. Базовой программной платформой должна являться операционная система MS Windows;

Автоматизированные системы управления планируется внедрить на базе простых 8-ми битных микроконтроллеров. Аппаратную часть в нашем случае планируется выполнить при помощи модуля на микроконтроллере ATmega328p аналога Arduino UNO, который в разы дешевле и позволяет чётко задавать требуемые параметры работы в соответствии с заранее заданным алгоритмом [2]. В качестве чувствительного элемента будут применены датчик температуры и влажности DHT22 и датчик газа MQ135, либо мобильный модуль для определения углекислого газа.

Программную часть планируется реализовать в виде веб-сервиса и подключенной к ней базе данных. На рисунке 1 представлена структурная схема проекта.

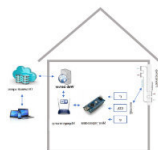


Рис. 1. Структурная схема проекта

Автоматизация вентиляции позволяет поддерживать собственный температурный фон и частоту проветривания в зависимости от времени суток, температуры и влажности на улице. Датчики внутри помещения постоянно отслеживают показатели воздуха внутреннего пространства. В случае превышения значений усиливают функцию вытяжки [1].

Преимущества интеллектуальной системы:

- Универсальность. Можно устанавливать в квартирах, офисных и производственных помещениях, образовательных и медицинских учреждениях. Система работает в дневное и ночное время.
- Несколько режимов действия. Работая на минимуме перед приходом, оперативно очистит и освежит воздух.
- Автономное функционирование. Интеллектуальный микроконтроллер предупредит перегрев или переохлаждения воздушной массы, скорректирует показатели.
- Оптимизированный расход энергоресурсов и как следствие – снижение суммы в платёжных квитанциях.
- Разумный интерфейс. Настройки программ системы, изменение и корректировка действующих параметров выполняются дистанционно одним прикосновением пальца к смартфону.

Список источников

1. Использование цифровых ресурсов для обеспечения образовательного процесса / С.А. Арсланбекова, Е.Н. Дик, Ф.Н. Галлямов, Э.Ф. Мурзина // Конструирование стратегических приоритетов развития образования как ответ на вызовы третьего тысячелетия : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Уфа, 01–02 ноября 2022 года / Отв. редактор А.В. Янгиров. – Уфа, 2022. – С. 334-338. – EDN CYPPDQ.

2. Исследование способа рекуперации тепловой энергии отработавших газов ДВС / Р.Ф. Самиков, Ш.Ф. Нигматуллин, А.А. Козеев, М.М. Разяпов // Технический сервис машин. – 2023. – № 1(150). – С. 29-38. – DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-1-29-38. – EDN RQSEEEJ.

3. Моделирование параметров теплоносителя смешанного типа / Д.А. Гусев // Достижения техники и технологий в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 15 ноября 2018 года / Ответственный редактор Ю.М. Исаев. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2018. – С.

Иванов Д.М., Янковский Н.А., Ушаков В.А.
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

АВТОНОМНЫЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

***Аннотация.** В статье предлагается решение проблемы отсутствия стабильного интернета для работы систем автоматизации ресторанов, путем использования распределенных автономных терминалов с собственной локальной базой данных. Разработанная система позволяет печатать и регистрировать фискальные и нефискальные чеки на контрольно-кассовой технике в офлайн-режиме и осуществлять складской учет. Таким образом, предприятие становится защищенным от проблем с интернет-соединением, что способствует повышению качества ресторанного бизнеса.*

***Ключевые слова:** автономность, контрольно-кассовые машины, ERP системы, синхронизация*

Существующие популярные ERP системы для автоматизации ресторанов требуют постоянного интернет соединения для своей стабильной работы. Основной проблемой таких систем является невозможность проведения складского учёта в отсутствии стабильного интернет соединения. На данный момент большое количество предприятий могут быть не оснащены стабильной связью в виду неудачного расположения или наличия внешних помех.

В нашей работе мы предлагаем для решения данной проблемы использовать разработанную систему автономных терминалов, способных полноценно функционировать без интернет соединения. Основное отличие разработанной системы состоит в том, что каждый терминал имеет собственную независимую локальную базу данных. Система оснащена ККМ сервером [1] – программой, предназначенной для печати и регистрации фискальных/не фискальных чеков на контрольно-кассовой технике (ККТ) [2], оборудованной фискальным накопителем и представляющей собой HTTP web-сервер со встроенными драйверами ККТ - позволяют регистрировать чеки с мобильного устройства (планшета) в офлайн-режиме, а для складского учета используется “тонкий клиент”,

который обеспечивает локальный доступ к базе через интернет. Благодаря такой схеме, предприятие остается защищенным от проблем с интернетом. На рисунке 1 продемонстрирована данная схема.

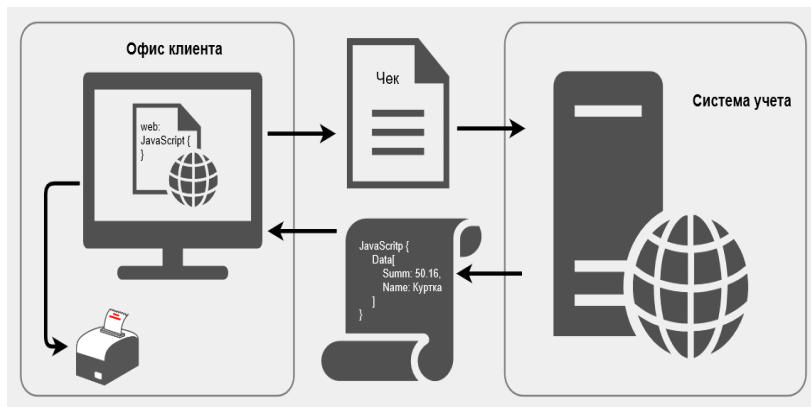


Рис. 1. Схема взаимодействия системы учёта и офиса клиента

Такой подход реализует автономную распределенную систему, позволяющую снизить вычислительную нагрузку с ERP системы. Терминал способен проводить инвентаризацию, заказывать поставку товаров, проводить анализ эффективности сотрудников.

Синхронизация с ERP системой происходит на уровне асинхронной репликации [3] статичных данных основной базы данных с установленными базами на терминалах и обменом по http локальными данными, собираемыми и вычисляемыми также на терминалах. Это способствует повышению качества ресторанного бизнеса, так как основной процесс работы предприятий перестаёт быть зависим от ERP.

Список источников

1. KKM web-сервер: [Электронный ресурс]. – URL: <https://kkmsrver.ru/KkmServer> (дата обращения 22.03.2024).
2. Федерально налоговая служба [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nalog.gov.ru/rn25/news/activities_fts/10948112/ (дата обращения 21.03.2024).
3. Martin Kleppman. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems: [Электронный ресурс]. – URL: <https://systems.education/ddia-replication> (дата обращения 22.03.2024).

Масленников А.Н.

Научный руководитель: Морозов М.Н., канд. техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Аннотация. *Рассмотрены принципы работы и особенности реализации распределённых файловых систем для решения задачи обработки больших массивов данных.*

Ключевые слова: *распределённая файловая система, клиент-серверная архитектура, обработка больших данных*

В настоящее время возрастает актуальность проблемы хранения и обработки больших объемов информации. Использование физических накопителей с высокой ёмкостью, не является эффективным решением, так как при этом потребляется значительное число вычислительных ресурсов [1]. Для решения этой проблемы применяются распределённые файловые системы.

Файловая система – это система, включающая в себя описание модели данных, программные компоненты, сами данные и способ обращения между файлами. Другими словами, файловая система представляет собой способ организации и хранения данных, находящихся на некотором физическом носителе [2]. Такие системы имеют иерархическую структуру, которую можно представить в виде дерева, где корнем являются каталоги и подкаталоги, а листьями – файлы. Данная структура образует пространство имён файловой системы. Каждый файл уникально идентифицируется путём. Выделяют локальные и распределённые файловые системы (РФС). Структурные компоненты РФС находятся на разных устройствах, в отличие от локальной файловой системы. Данная работа посвящена исследованию принципов работы РФС для обработки больших массивов данных.

Для файловой системы интересно не само содержимое файлов, а метainформация [3]. Под метainформацией понимается атрибуты файла: название, тип, путь, права доступа, время модификации, что позволяет операционной системе и пользователям эффективно находить, откры-

вать, изменять и удалять файлы. При помощи метаданных файловая система поддерживает внутреннюю структуру каталогов.

Клиент-серверная архитектура РФС представляет собой модель, в которой пользователи обращаются к некоторому файлу, а сервер хранит и обеспечивает доступ к этим файлам. Данная архитектура позволяет работать с данными, находящимися на удаленных серверах, точно так же, как если бы они находились на локальном устройстве пользователя. Для работы большинства систем требуется, чтобы клиенты и серверы были разными машинами, в то время как другие допускают, чтобы один компьютер работал и как клиент, и как сервер.

Одним из примеров реализации РФС может служить программный продукт – Hadoop Distributed File System (HDFS) [4]. Данная система, разработана для хранения и обработки больших объемов данных в кластерах серверов. Под кластером понимается группа компьютеров, работающих вместе над решением одной общей задачи. Кластер HDFS состоит из двух типов узлов: главный и рабочие. В главном узле хранится метаданная информация и иерархическая структура каталогов в виде дерева. В рабочих узлах хранятся данные, разделенные на несколько блоков. Для обеспечения отказоустойчивости и производительности одинаковые блоки могут быть размещены на разных узлах. Также рабочий узел передает информацию главному узлу об изменении данных операций чтения и записи. Кластеры серверов в HDFS могут быть масштабированы горизонтально путем добавления новых узлов для увеличения общей емкости хранения и производительности обработки данных.

РФС широко применяются в различных областях информационных технологий. Они используются для хранения и обработки больших объемов данных в облаке, в крупных корпоративных сетях, в системах хранения данных для научных исследований, в высоконагруженных веб-приложениях и многих других областях. Применение РФС позволяет повысить надежность и производительность системы, обеспечивая быстрый доступ к данным и возможность масштабирования инфраструктуры.

Вывод. Итак, в данной статье была представлена структура РФС для управления большими данными. Рассмотрены преимущества использования РФС в современных информационных системах.

Список источников

1. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Архитектура распределенной файловой системы //Вестник евразийской науки. – 2014. – №. 6 (25). – С. 131
2. Трубачева С.И. Особенности построения файловых систем //Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2013. – №. 4 (22). – С. 97-104.
3. Жура В.С. Обзор файловых систем //Наука, технологии, инновации в мире глобальных трансформаций. – 2021.
4. Архитектура HDFS. Документация. [Электронный ресурс] // URL: <https://hadoop.apache.org/docs/stable/hadoop-project-dist/hadoop-hdfs/HdfsDesign.html> (Дата доступа: 04.04.2024)

УДК 539.376

Михайлов М.Л.

Научный руководитель: Бастркова М.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНОГО МИКРОАППАРАТА ДЛЯ РАДИОМОНИТОРИНГА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ

Аннотация. *Сегодня наблюдается потребность в технических средствах для мониторинга состояния Земли, технических систем и объектов, включая движущиеся объекты. Одним из наиболее эффективных способов решения задачи детального мониторинга локальных районов, движущихся объектов являются мобильные комплексы авианаблюдений при проведении видеосъемок с борта летательного микроаппарата (ЛМА).*

Ключевые слова: *летательный микроаппарат (ЛМА), системы управления движением и навигации (СУД и Н), бесплатформенный инерциальный блок (БИБ), мобильного комплекса авианаблюдений (МКА)*

В состав персонального мобильного комплекса авианаблюдений (МКА) входят: летательный микроаппарат, наземный комплекс управления и транспортный контейнер с аксессуарами [2].

Летательный микроаппарат (ЛМА) состоит из несущей конструкции, системы управления движением и навигации (СУД и Н), двигательной установки, аккумуляторной батареи и видеокамеры с передатчиком видеоизображения [2].

В состав СУД и Н входят: на рисунке 1 приведена блок-схема аппаратного состава СУД и Н ЛМА.

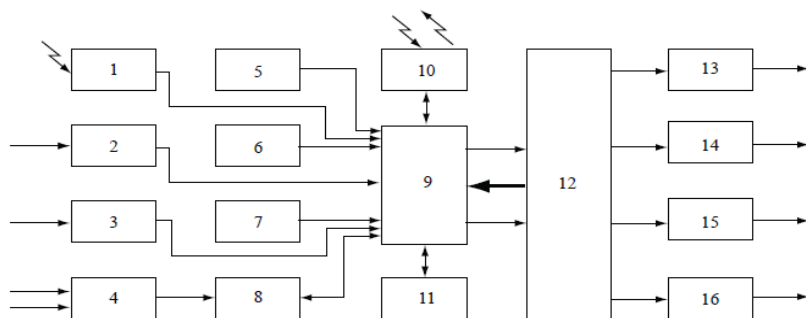


Рис. 1. Блок-схема аппаратного состава СУД и Н: 1 – спутниковая навигационная система, 2 – бесплатформенный инерциальный блок (БИБ), 3 – магнитный компас, 4 – баровысотомер, 5 – система определения скорости и направления ветра, 6 – ультразвуковой измеритель малых высот, 7 – ультразвуковой измеритель малых дальностей, 8 – устройство сопряжения, 9 – микроконтроллер, 10 – бортовое приемно-передающее устройство, 11 – флеш-память, 12 – блок усилителей мощности, 13–16 – электрические двигатели.

Структурная схема алгоритмов бортовой СУД и Н приведена на рисунке 2. При этом алгоритмы СУД и Н ЛМА делятся по задачам: алгоритм решения навигационной задачи, алгоритмы управления ЛМА и алгоритмы обмена с наземным комплексом управления и типу: вычислительные алгоритмы и аппаратные алгоритмы.

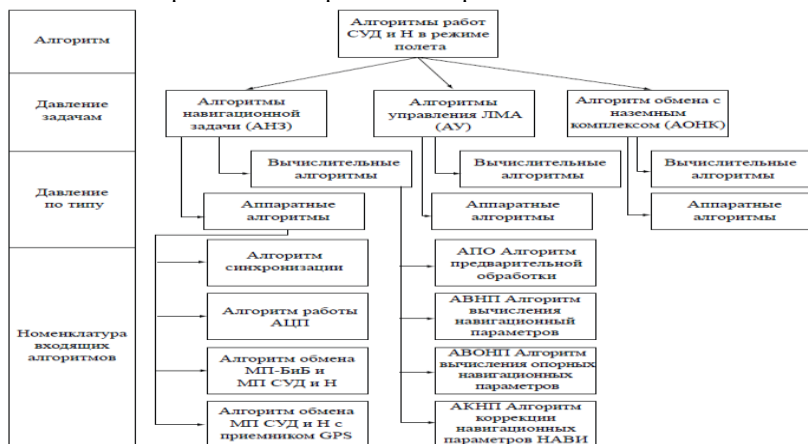


Рис. 2. Структурная схема алгоритмов бортовой СУД и Н

Основной целью математического моделирования является исследование на основе полученных алгоритмов автономного управления динамических параметров движения ЛМА.

С целью исследования влияния указанных факторов в контуре управления на динамические характеристики движения ЛМА разработан вычислительный комплекс на базе программной среды MatLab + Simulink.

Математическое моделирование проводилось для случаев реализации следующих основных режимов управления ЛМА. Управление с использованием непрерывных сигналов измерений БИБ, бортового высотомера и GPS-приемника, формируемых с дискретностью 1с. При этом текущее управление движением ЛМА осуществляется на основе сигналов управления, вычисленных микроконтроллером на предыдущем шаге выдачи сигналов GPS- приемника [1].

Таким образом анализ результатов комплексных наземных испытаний мобильного комплекса управления совместно с бортовым блоком аппаратуры СУД и Н ЛМА показал безотказную работу аппаратуры в соответствии с алгоритмами и программно-математическим обеспечением НКУ и СУ ЛМА.

Список источников

1. Ачильдиев В.М. Дистанционно пилотируемый микролетательный аппарат для локального мониторинга лесных и урбосистем / В.М. Ачильдиев, Н.М. Иванов, В.А. Есаков и др. // Научн. тр. международной научно-технической конференции «Математические и физические методы в экологии и мониторинге природной среды». – М.: МГУЛ, 2001. – С. 290–294.
2. Абрамов С.В. Мобильный комплекс для локального мониторинга урбозкосистем на основе микролетательного аппарата / С.В. Абрамов, В.М. Ачильдиев, О.А. Мезенцев. – М.: МСТ, 2002. – № 10. – С. 21–25.

Морозов А.С.

Научный руководитель: Смирнова С.Ю., ст. преподаватель
Марийский государственный университет

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА МЕЖДУ ФАКУЛЬТЕТАМИ (КОРПУСАМИ) С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. *Рассматриваются возможности использования лазерных технологий для сверхбыстрой передачи данных в локальных сетях университетов.*

Ключевые слова: *передача данных на расстояние, лазерные технологии*

Внедрение лазерных технологий (далее по тексту ЛТ) для сверхбыстрой передачи данных между корпусами университетов на любых расстояниях с целью упрощения коммуникации между ними.

Цель – изучить эффективность передачи данных в локальной сети университета между факультетами (корпусами) с помощью лазерной технологии.

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

1. Изучение свойств лазерной технологии.
2. Изучение аналогичных вариантов передачи данных, схожих по свойству с лазерной передачей данных.
3. Анализ рисков.

Объект данного исследования - технологии передачи данных.

Предмет исследования - технологии передачи данных на ближние/средние/дальние дистанции в пределах одного города с помощью ЛТ [2].

Для передачи на дальние и сверхдальние расстояния было изобретено множество различных вариантов: от сверхдальних передач по радиодиапазону до многожильных кабелей и оптоволоконно соответственно.

ЛТ уже частично используются в передачах с оптоволоконном, но при всех положительных аспектах для дальних расстояний необходимы различные усилители сигнала, множители и другие подобные устройства,

созданные с целью уменьшения потерь при передаче сигнала на сверхдальние расстояния (между континентами, например) [3].

Тогда почему же не использовать лазерный метод передачи данных между, например, корпусами одного университета? Благодаря нынешнему развитию технологий передача данных с помощью такой технологии может даже быть дешевле прокладки многожильных кабелей между корпусами и быстрее передачи по радиодиапазону (к примеру, беспроводная технология передачи данных Wi-Fi работает на свободном радиодиапазоне в 2.4 и 5 ГГц соответственно). К тому же, относительно загруженности, освободятся соответствующие частоты для передачи данных в случае технологии Wi-Fi.

Но какие же могут быть преграды для реализации данной технологии? Вообще, есть два варианта для реализации:

- первый вариант отсылает нас к использованию оптоволокна для соответствующей передачи, но данная технология может быть не оправдана на близких расстояниях;

- второй вариант более интересный в плане своей реализации и представляет собой установку, которая имеет в себе сам лазерный диод с соответствующими модуляторами сигнала, усилителями, платами и так далее, и принимающую установку в виде фотоприемника для преобразования получаемого от передающей установки лазерного луча в электричество.

Само собой, у второго варианта есть один огромный минус: засвет фотоприемника от солнечного света или иного светового загрязнения. Но все эти проблемы можно решить с помощью экранирования приемника и настройки лазерного луча с целью уменьшения как помех, так и потерь при передаче информации. [1]

Для достижения поставленных целей предусматривается решение следующих задач:

- разработка такого вида установки с уменьшением соответствующих побочных эффектов (настройка усилителей, модуляторов, экранирование излучателя и фотоприемника);

- оснащение мест установки систем передачи данных на ЛТ соответствующими установками и их правильной установкой.

На решение задач и достижение целей могут оказать влияние следующие факторы и риски:

1. Финансовые риски.

Отсутствие или недостаточное финансирование разработки соответствующих установок, что может замедлить внедрение и использование соответствующей технологии.

Преодоление рисков может быть осуществлено путем сохранения устойчивого финансирования данного проекта, а также путем дополнительных организационных мер, направленных на достижение результата и на преодоление данных рисков.

2. Технологические риски.

Отсутствие соответствующих компонентов, которые необходимы для работы установок, а также запасных частей.

Преодоление рисков может быть осуществлено путем нахождения соответствующих партнеров, которые будут поставлять соответствующие запчасти высокого качества [4].

В случае наступления риска будут выявляться его причины, прогнозироваться ход развития и последствия, осуществляться разработка и реализация мер по его устранению (локализации).

Список источников

1. Изучение принципа работы, свойств и видов лазеров. URL: <https://laserstore.ru/blog/chto-takoe-lazer/>. Дата обращения: 13.04.2024

2. Изучение аналогичных видов передачи данных. Оптоволоконных кабелей. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic_communication . Дата обращения: 13.04.2024

3. Исследование различных мест применения передачи данных с помощью лазерной технологии. URL: <https://agat-rosocosmos.ru/digests/lazernye-sistemy-svyazi-24/>. Дата обращения: 13.04.2024

УДК 621.793

Парсаев В.А.

Научный руководитель: Сушенцов Н.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВАКУУМНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС УРМ 3.279.036 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

***Аннотация.** В данной статье описан модернизированный вакуумный технологический комплекс УРМ 3.279.036 для реализации технологии магнетронного распыления и ионного травления, который предназначен для формирования наноструктурированных пленок различных металлов и их соединений.*

Ключевые слова: магнетронное распыление, покрытия, вакуумная установка

Актуальность. В настоящее время на производственных предприятиях микроэлектронной промышленности существует потребность в нанесении тонких металлических, полупроводниковых и диэлектрических пленок на различные подложки. Тонкие пленки широко применяются в качестве упрочняющих, светоотражающих, проводящих и диэлектрических покрытий.

На сегодняшний момент вакуумные методы получения тонких плёнок получили большое распространение, однако по основным процессам, происходящим в ходе роста можно выявить следующие методы: молекулярно-лучевая эпитаксия, магнетронное распыление и термовакuumное напыление [1].

В виду высокой скорости роста плёнки, адгезионной прочности, простоты электрической организации магнетронное распыление является наиболее перспективным способом получения тонких плёнок.

Для получения пленок методом магнетронного распыления была разработана установка УРМ 3.279.036, внешний вид представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Внешний вид установки УРМ 3.279.036

Конструкция установки. В данной установке в камере смонтированы два магнетрона с мишенью магнетрона 300*100 мм.

Формирование плёнок осуществляется на подложке, установленной на подложкодержателе, расстояние между подложкой и магнетроном составляет 100 мм.

Установка состоит из следующих узлов:

1) *Вакуумная камера*, в которой происходит, непосредственно, напыление пленок. Внутри камеры установлен подложкодержатель, мишень с магнетронной системой, что способствует созданию высокого вакуума.

2) *Механический форвакуумный насос* - предназначен для откачки воздуха, других газов, паров и парогазовых смесей из рабочей зоны и используется для газов из вакуумной камеры (до 1 Па).

3) *Диффузионный паромасляный насос* – предназначен для получения высокого и сверхвысокого вакуума и используется для создания высокого вакуума внутри камеры (до $1 \cdot 10^{-5}$ Па).

4) *Вакуумные клапаны* - предназначены для вакуумно-плотной изоляции элементов вакуумных систем друг от друга и/или от окружающей атмосферы. На данной установке используются 3 клапана: защитный; форвакуумный; байпасный.

5) *Вакуумметр* - прибор, предназначенный для измерения и контроля давления разреженного газа в вакуумной системе. Вакуумметр состоит из датчика, присоединенного к вакуумной системе, и измерительного блока, служащего для обеспечения датчика необходимыми напряжениями питания и индикации измеряемого давления. На данной установке используется цифровой вакуумметр "Мета-хром".

6) *Натекатель* - предназначен для подачи рабочих газов, поддержания заданного давления и соотношения количества газов или расхода газов в вакуумных установках с автоматическим и ручным управлением. В качестве рабочих газов на установке используются: аргон и кислород. На данной установке используется цифровой натекатель газов "Мета-хром".

7) *Магнетронная распылительная система* - используется в установках вакуумного напыления для распыления металлических, диэлектрических и полупроводниковых мишеней при нанесении покрытий различного назначения. Магнетроны, работающие на постоянном токе, позволяют распылять проводящие мишени (методом реактивного распыления возможно изготовление и диэлектрических покрытий).

8) *Блок питания магнетрона* работает в импульсном режиме и имеет защиту от короткого замыкания и систему гашения микродуг. При распылении на постоянном токе возникают проблемы, связанные с частым возникновением дуг на мишени из-за образования диэлектрических пленок в результате химического взаимодействия материала мишени с реакционным газом. Преодолеть эти недостатки удалось при использовании для питания магнетронного разряда импульсного напряжения в среднечастотном (20 кГц) диапазоне.

9) *Шаговый двигатель Neta34* - используется для вращения барабана подложкодержателя внутри камеры. Для лучшей работы он подключен к драйверу DM556. Благодаря усовершенствованному алгоритму работы и функции автоматической подстройки под двигатель, драйвер DM556 обеспечивает низкий уровень шума и нагрева, плавность движения и наилучшие характеристики на высоких скоростях работы двигателя.

Список источников

1. Духопельников Д.В. Магнетронные распылительные системы: учеб. пособие в 2 ч. – Ч.1: Устройство, принципы работы, применение / Д.В. Духопельников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 53 с.;
2. Комлев А.Е., Ухов А.А., Комлев А.А. Комплекс требований к оборудованию для осаждения плёнок оксидов методом реактивного магнетронного распыления //Вакуумная техника и технология. – 2012. – Т. 22. – №. 4. – С. 245-248. - <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18272655>

УДК 621.793.74

Пименов Г.А.

Научный руководитель: Шашин Д.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТНОГО УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ ПОСЛЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В настоящее время металлические тонкие пленки широко применяются в различных областях электроники. Тонкие пленки используются в качестве функциональных покрытий и проводящих слоев в разных сферах, например, машиностроении, медицине, цифровой микроэлектронике. На данном этапе развития технологий получения металлических тонких пленок интенсивно развивается метод магнетронного распыления, обеспечивающий формирование тонких пленок с требуемыми функциональными характеристиками.

Ключевые слова: магнетронное распыление, тонкие пленки алюминия, поверхностное удельное сопротивление

Актуальность. При производстве изделий микроэлектроники качество материалов играет критическую роль. Одним из способов оценки

качества пластин или созданных функциональных слоев является измерение поверхностного удельного сопротивления четырехзондовым методом. Поверхностное удельное электрическое сопротивление является фундаментальным параметром, который определяет способность материала препятствовать протеканию через него электрического тока. Удельное поверхностное сопротивление численно равно сопротивлению квадрата любых размеров, мысленно или реально выделенного на поверхности исследуемого материала, если ток проходит через квадрат от одной его стороны к противоположной [1].

Анализ. Пленки формировались на установке с модернизированной откачной и клапанной системами методом магнетронного распыления в течение 1 мин, при технологических параметрах, представленных в таблице, толщина пленок определена интерференционным методом на микроинтерферометре МИИ-4:

№ образца	Давление остаточных газов в камере, Па	Давление аргона в камере, во время процесса, Па	Температура подложки, С°(±3)	Ток на мишени, А	Толщина пленки, нм
1	8×10^{-2}	1	200	1	700
2	5×10^{-2}	1	200	1	700
3	1×10^{-2}	1	200	1	700

Поверхностное удельное сопротивление образцов пленок измерялось с помощью четырехзондового метода. Результаты измерений представлены в таблице 2.

№ образца	Давление остаточных газов в камере, Па	Удельное поверхностное сопротивление, Ом/□
1	8×10^{-2}	5
2	5×10^{-2}	2
3	1×10^{-2}	0,03

Из анализов результатов измерений можно сделать вывод, что с уменьшением величины давления остаточных газов в камере, удельное поверхностное сопротивление пленок алюминия падает с 5 Ом/□, до 0,03 Ом/□, что является близким значением к теоретическому (0,0275–0,0285 Ом/□). Данный эффект объясняется отсутствием включений оксида и оксинитрида алюминия при низких давлениях, что позволяет получать пленки с более низким удельным поверхностным сопротивле-

нием, данный фактор является одним из основных при формировании проводящих слоев при проектировании устройств микроэлектроники.

Измерения проводились на установке ST2258C представляющей собой измерительный прибор для измерения удельного и поверхностного электрического сопротивления полупроводниковых материалов и тонких проводящих плёнок четырехзондовым (четырёхконтактным) методом.

Список источников

1. Кузьмичев А.И. Магнетронные распылительные системы: Книга 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления / А.И. Кузьмичев. – К.: Аверс, 2008. – 5 с.;
2. Инструкция по работе с установкой четырехзондового измерения ST2258C. - <https://sputnik-micro.ru/oborudovanie/izmerenie-soprotivleniya-chetyrekhzondovym-metodom/ustanovka-chetyrekhzondovogo-izmereniya-jg-st2258c/>

УДК 004.738.5

Попов Д.С., Сибгатуллин Р.Р.

Научный руководитель: Багракова М.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОНЦЕПЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ “УМНЫЙ ДОМ”

Аннотация. В современном мире роль технологий в повседневной жизни становится все более существенной. Одной из наиболее захватывающих разработок является концепция умного дома. Этот тезис представляет обзор концепции умного дома, рассматривая его как инновационную технологию, способную изменить облик современного жилья. Рассмотрим основные компоненты умного дома, преимущества и недостатки его внедрения, а также роль мобильных устройств в интеграции с этой технологией.

Ключевые слова: умный дом, технологии, автоматизация, безопасность, комфорт, интеграция, мобильные устройства

В современном мире технологии проникают в различные аспекты нашей жизни, изменяя их до неузнаваемости. Одной из самых захватывающих и инновационных областей стал концепт "Умного дома" в сфере телекоммуникационных систем. Этот концепт представляет собой совокупность передовых технологий, нацеленных на автоматизацию и управление различными аспектами бытового пространства.

Умный дом — система связанных устройств, настроенных пользователем под свой стиль жизни. Разные приборы обмениваются друг с другом информацией и благодаря этому взаимодействуют. Для установления связи между различными устройствами в системах умного дома используются различные протоколы. Среди них наиболее распространены:

- **Wi-Fi:** этот протокол обеспечивает беспроводное подключение устройств к домашней сети интернета. Устройства могут обмениваться данными и командами через Wi-Fi маршрутизатор, который обеспечивает доступ к Интернету и сетевым ресурсам.

- **Bluetooth:** этот протокол обычно используется для соединения устройств в непосредственной близости друг от друга. Он позволяет устройствам обмениваться данными напрямую без необходимости доступа к сети Интернет.

- **Zigbee:** специально разработанный протокол для систем умного дома, обеспечивающий низкое энергопотребление и надежную связь между устройствами. Zigbee позволяет создавать сети устройств, которые могут работать вместе даже при наличии препятствий или интерференции в сигнале.

Эти технологии позволяют устройствам в умном доме обмениваться данными, командами и информацией, что позволяет создавать интегрированные и автоматизированные системы управления бытовым пространством.

В составе умного дома можно выделить три основных типа компонентов: контроллеры, устройства умного дома и сенсоры. Центральным элементом системы является главный узел, известный также как хаб или шлюз. К этому узлу посредством кабелей или беспроводных протоколов связи подключаются различные устройства, такие как датчики, кнопки, камеры и другие умные гаджеты, обеспечивая их взаимодействие и управление. Управление функциями системы возможно через мобильное приложение, универсальный пульт или голосовые команды, взаимодействуя с Siri, Google Assistant или другими виртуальными помощниками. Кроме того, часто присутствуют дополнительные механические кнопки для ручного управления устройствами.

Внедрение умного дома представляет собой множество преимуществ и может быть целесообразным по нескольким причинам:

1. **Комфорт и удобство:** Умный дом автоматизирует множество задач, освобождая вас от рутины и делая вашу жизнь более комфортной и удобной. Вы можете контролировать освещение, температуру, безопасность и другие аспекты вашего дома с помощью мобильного приложения или голосовых команд.

2. Энергоэффективность и экономия: Умный дом позволяет оптимизировать потребление энергии, автоматически выключая освещение и отопление в пустых помещениях или регулируя температуру в соответствии с вашим расписанием и предпочтениями. Это помогает снизить счета за энергопотребление.

3. Безопасность: Системы безопасности умного дома обеспечивают защиту вашего дома от вторжений и несчастных случаев. Вы можете мониторить свой дом удаленно и получать уведомления о подозрительных событиях через мобильное приложение.

В целом, концепция умного дома представляет собой эволюцию традиционного образа жизни, обеспечивая улучшенные возможности управления и комфорта в домашней среде при помощи передовых технологий и интегрированных систем. С развитием технологий и увеличением их доступности, умные дома становятся все более популярными, предоставляя пользователям новые возможности для улучшения их качества жизни.

Список источников

1. Кашкаров А.П. Умный дом своими руками / А. П. Кашкаров. – ДМК-Пресс, 2013. – 10-30 с.
2. Тесля Е.В. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е.В. Тесля. – Питер, 2009. – 1-20 с.

УДК 519.872

Русановская Д.А., Янковский Н.А., Каркина А.Д., Ушаков В.А.
*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения*

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ АССОЦИИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ К БАЗОВЫМ СТАЦИЯМ

Аннотация. *С учетом постоянного увеличения потребности в беспроводных средствах коммуникации, Wi-Fi и мобильные сети тяготеют к созданию многочисленных многоячеечных структур, а также многоуровневых архитектур, включающих макро- и микроячейки. В данном контексте, традиционная задача ассоциации пользователей к базовым станциям значительно усложняется, и становится все существеннее для общего функционирования сети. В настоящей статье представлен метод для оптимизации процесса ассоциации пользовательских устройств к базовым станциям.*

Ключевые слова: ассоциация пользователей, 5G, сотовые сети, многомерная оптимизация, Интернет вещей

С учетом быстрого роста объема беспроводного трафика в корпоративных Wi-Fi сетях, активно используется плотное размещение точек доступа. В будущих сетях сотовой связи предлагается использование плотного размещения небольших сот (например, микро- и фемтосот) под покрытием макросот.

В стандарте 5G [1] такие небольшие соты могут работать на частотах, отличных от макросот (например, миллиметровые волны на частоте 60 ГГц) [2], и общая производительность сотовой сети может значительно улучшиться благодаря этой гетерогенной, многоуровневой архитектуре. В контексте такой многоячеичной, многоуровневой сети пользователи обычно имеют несколько вариантов подключения к базовой станции. Основная проблема заключается в том, как правильно соединить пользователей с базовыми станциями для максимизации общей производительности системы, что становится сложнее и важнее при таких конфигурациях. Соединение зависит от множества факторов, включая качество сигнала, расстояние до базовой станции, загрузку сети и т.д.

В данной модели рассматривается сценарий с M базовыми станциями, зоны покрытия которых пересекаются, и N пользовательскими устройствами. Основной целью алгоритма связывания пользователей с базовыми станциями является равномерное распределение нагрузки между базовыми станциями для повышения средней скорости передачи данных в направлении от базовой станции к пользователю.

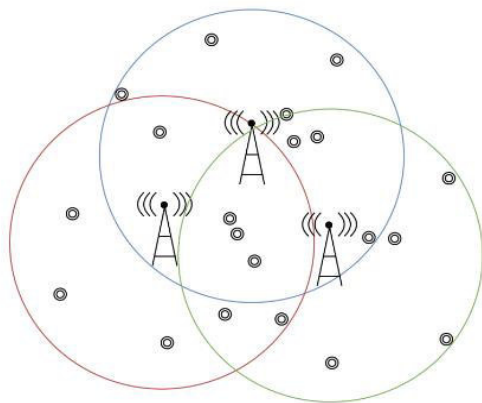


Рис. 1. Модель системы

Основным показателем эффективности распределения пользовательских устройств в сети является средняя скорость передачи данных от базовой станции к устройству пользователя. В рамках данной работы мы будем использовать следующее предположение: скорость передачи данных между базовой станцией и пользовательским устройством зависит только от расстояния между ними и от количества других пользовательских устройств, подключенных к каждой базовой станции. Исходя из этого предположения, мы можем рассчитать скорость передачи данных с помощью следующей формулы:

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_i \frac{C_{max}}{(1 + r^2)(k + 1)}$$

Для решения данной проблемы используется метод многомерной оптимизации Гаусса-Зейделя. При этом вектор пар {базовая станция, пользователь} является параметрами оптимизации, а средняя скорость передачи данных - критерием оптимизации.

На Рисунке 2 показана зависимость средней скорости передачи от числа итераций: нулевое число итераций соответствует результату жадного алгоритма.

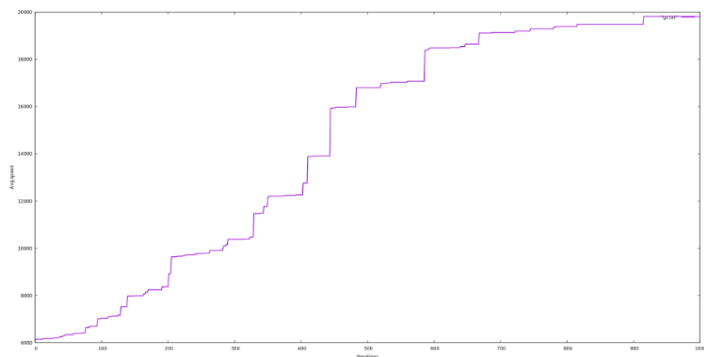


Рис. 2. График зависимости средней скорости передачи от количества итераций

Список источников

1. Pastushok I.A., Boikov N.A. and Yankovskii N.A., "Bit Stream Multiplexing in 5G networks," 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), St. Petersburg, Russia, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/WECONF48837.2020.9131511.
2. Rappaport T., Sun S., Mayzus R., Zhao H., Azar Y., Wang K., Wong G., Schulz J., Samimi M., and Gutierrez F.. Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work! IEEE Access, 1:335–349, May 2013.

УДК 621.793

Смирнов А.Н.

Научный руководитель: Шашин Д. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСХОДА ГАЗА НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ.

Аннотация. Тонкие пленки представляют собой слои вещества толщиной от долей нанометра до нескольких микрометров, которые обладают рядом особенностей атомно-кристаллической структуры, магнитных, электрических и других физических свойств.

В последние годы интерес к тонкопленочным материалам быстро растет. Тонкие пленки широко применяются в качестве различных функциональных покрытий для повышения прочности, коррозионной стойкости, улучшения магнитных и электрических свойств материалов, используемых в авиационной и космической технике, машиностроении, медицине, энергетике, цифровой микроэлектронике. Применение тонкопленочных материалов является эффективным путем решения проблемы, связанной с миниатюризацией и снижением материалоемкости различных устройств различного.

Ключевые слова: магнетронное распыление, тонкие пленки оксида цинка, поверхностное удельное сопротивление, расход газа

Актуальность. Функциональные слои на основе оксидов различных металлов получили широкое распространение в различных опто-электронных приложениях: системах отображения информации, тонкопленочных преобразователях солнечной энергии, светоизлучающих

структурах и т.д. В настоящее время основным промышленным методом формирования функциональных слоев является метод магнетронного распыления.

Так же стоит отметить, что варьирование расхода и концентрации кислорода в рабочей смеси является фактором, оказывающим сильное влияние на оптические и электрические свойства получаемых пленок.

Поэтому исследование влияния расхода реактивного газа на физические свойства пленок оксидов металлов при реализации технологии магнетронного распыления является актуальной темой для изучения в наше время.

Анализ. Одним из способов оценки влияния расхода газа на физические свойства тонких пленок является измерение удельного поверхностного сопротивления четырехзондовым методом. Поверхностное удельное электрическое сопротивление является фундаментальным параметром, который определяет способность материала препятствовать протеканию через него электрического тока. Удельное поверхностное сопротивление численно равно сопротивлению квадрата любых размеров, мысленно или реально выделенного на поверхности исследуемого материала, если ток проходит через квадрат от одной его стороны к противоположной.

Пленки формировались на установке с модернизированной откачной и клапанной системами методом магнетронного распыления при технологических параметрах, представленных в таблице 1. Толщина пленок определена интерференциальным методом на микроинтерферометре МИИ-4.

Таблица 1. Технологические параметры формирования

Параметры	Значения
Мишень	Zn (чистота 99,9 %, диаметр 100 мм, толщина 5 мм)
Расход рабочей газовой смеси	5-50 см ³
Время формирования	5 минут
Температура подложки	150°C
Мощность разряда	0,348–0,356 кВт
Рабочее давление	1 Па
Расход рабочей смеси	50 см ³ /мин

Измерения проводились на установке ST2258C, представляющей собой измерительный прибор для измерения удельного и поверхностного электрического сопротивления полупроводниковых материалов и тонких проводящих плёнок четырехзондовым (четырёхконтактным) методом.

Основное преимущество данного метода заключается в возможности измерения сопротивления тонких пленок различных форм и размеров, поскольку в данном случае нет необходимости в создании омических контактов к исследуемому образцу.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты исследования

№ образца	Расход газовой рабочей смеси, л/мин	Удельное поверхностное сопротивление, Ом/□
1	5	400
2	10	600
3	20	1000
4	30	2000
5	40	1 МОм
6	50	1МОм

Из анализа измерения удельного поверхностного сопротивления можно сделать вывод, что с увеличением расхода газовой рабочей смеси удельное поверхностное сопротивление пленок ZnO увеличивается до диэлектрических значений, что объясняется меньшим количеством дефектов при увеличении расхода, а также отсутствием включений непрореагировавшего цинка в получаемых пленках.

Список источников

1. Шашин Д.Е. Разработка технологии изготовления фотодиэлектрического чувствительного элемента ультрафиолетового излучения на основе оксида цинка/ Йошкар-Ола, 2019 г. – С 37 – 40.)
2. Сушенцов Н.И. Основы технологии микроэлектроники: лабораторный практикум / Н.И. Сушенцов, В.Е. Филимонов. – 3-е изд., перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005 г. С 19 – 20.
3. Инструкция по работе с установкой четырехзондового измерения ST2258C. - <https://sputnik-micro.ru/oborudovanie/izmerenie-soprotivleniya-chetyrekhzondovym-metodom/ustanovka-chetyrekhzondovogo-izmereniya-jg-st2258c/>

Хамарицкая О.А.

Научный руководитель: Зуев А.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ

***Аннотация.** В настоящее время в промышленном производстве высокое качество продукции и эффективность процессов играют ключевую роль. Ошибки и дефекты, возникающие во время производства, могут иметь серьезные последствия, такие как увеличение издержек, дефекты продукции и потеря клиентов. Обучение новых сотрудников и их знакомство с процессами и дефектами — это важный этап, необходимый для обеспечения правильной реализации задач и сокращения вероятности ошибок.*

***Ключевые слова:** интеллектуальная система, обучение, дефекты, промышленное производство, диагностирование*

Интеллектуальная система диагностирования дефектов значительно упрощает процесс обучения. Она позволяет новым сотрудникам быстро освоиться и понять, какие дефекты могут возникнуть в процессе производства, каковы их причины и как их предотвратить. Система может предоставлять информацию о типичных проблемах и способах их решения, а также о применяемых методах диагностики и контроля качества.

Более того, такая система может стать ценным инструментом для повышения качества производства в целом. Воспользовавшись ее возможностями, сотрудники смогут диагностировать и предотвращать дефекты на ранних стадиях производства, что позволит сэкономить время и ресурсы на их исправление. Также, система может быть дополнена функциями мониторинга и анализа, что позволит выявлять тенденции в дефектах и предлагать улучшения в производственных процессах.

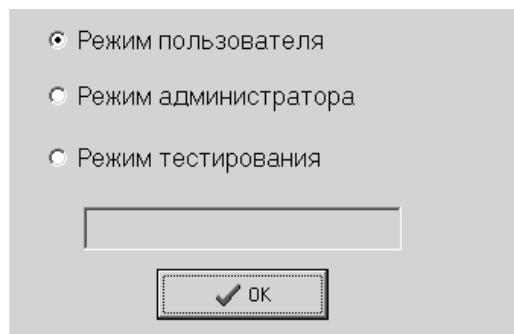


Рис. 1. Выбор режима работы программы

Режим администратора

Наличие режима администратора позволяет иметь полный контроль и управление областями в программном приложении. Это особенно полезно при работе с большим количеством областей или при необходимости вносить изменения в существующие.

Добавление новых областей в режиме администратора может быть произведено путем заполнения соответствующей формы или шаблона. Здесь можно указать название области, ее описание, параметры и возможные настройки, а также загрузить файлы или изображения, связанные с данной областью.

Удаление областей также осуществляется в режиме администратора. Это может быть необходимо, если область стала неактуальной, либо в случае ошибочного создания области.

Редактирование областей позволяет изменять данные и файлы, связанные с существующими областями. Это может быть полезно, если требуется внести изменения в информацию о области, обновить загруженные файлы или сделать другие корректировки.

Алгоритм работы системы в режиме пользователя

Пользователю предлагается сначала ответить на вопросы, связанные с определением области возникновения дефектов, после чего предлагается выбрать фотографию объекта, на котором обнаружены дефекты. Затем, после ответа на вопросы и выбора фотографии, система обрабатывает предоставленные данные и предоставляет полную информацию об объекте. Эта информация включает в себя описание дефектов, их возможные причины, предлагаемые способы исправления и другие соответствующие детали. В случае, если пользователь сначала не отвечает на вопросы и не выбирает фотографию, система переключается в режим

дополнительных вопросов. Эти дополнительные вопросы более узко направлены и специфичны, чтобы получить дополнительную информацию о проблеме с объектом. При верных ответах на эти дополнительные вопросы, система предоставляет пользователю полную информацию об объекте, аналогично описанной выше процедуре.

В целом, такой подход позволяет пользователям получить максимально полную информацию о возникших дефектах и предоставляет им рекомендации по их решению. Это удобно и позволяет пользователям самостоятельно разобраться в проблеме.

Режим тестирования

Подпрограмма генератора тестов представляет собой инструмент, который не только создает новые тесты, но и предоставляет возможность использовать готовые макеты. Система обеспечивает значительную помощь в создании структуры теста, что упрощает процесс его разработки и организацию контента для тестирования.

Когда пользователь активирует тестирующий модуль, система предлагает ему пройти электронный тест. Пользователю предстоит ответить на серию вопросов, которые имеют разные уровни сложности и охватывают различные аспекты изучаемой темы. После завершения ответов, система производит анализ предоставленных результатов, включая подсчет правильных и неправильных ответов, оценку производительности пользователя и выявление узких мест в его знаниях. Этот этап помогает системе построить точный профиль пользователя и предоставить ему персонализированную обратную связь.

В конечном итоге, система предоставляет пользователю результаты анализа в понятной и наглядной форме. Это могут быть сводные данные о достижениях пользователя, выявленных слабостях и рекомендациях для дальнейшего развития. Представленный отчет помогает пользователю легко интерпретировать и использовать полученную информацию для своего личного роста и обучения.

Список источников

1. Сидоркина И.Г. Системы искусственного интеллекта – Москва, 2015. – С. 77-86.
2. Остроух А.В. Интеллектуальные системы – Красноярск, 2015. – С. 19-26.

УДК 631.56:631.9

Александрова К.Н., Окач М.А.

Научный руководитель: Мухортов Д.И., д-р с-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.

***Аннотация.** В данной статье мы изучили переработки различных видов отходов сельского хозяйства с помощью червей для получения органического биоудобрения. Черви «перерабатывают» углеродсодержащие продукты, превращая их в высокоценное удобрение. В ходе проведенных работ мы сделали вывод, что выбранные субстраты хорошо подвергаются вермикомпостированию и требуют дальнейшего анализа.*

***Ключевые слова:** вермикомпостирование, переработка, отходы, навоз, компост, дождевые черви*

Многие экологические проблемы связаны с высоким производством и локальным накоплением органических отходов, которые слишком велики для основных процессов разложения, присущих природе. При адекватных нормах внесения навоз представляет собой ценный ресурс в качестве почвенного удобрения, поскольку обеспечивает высокое содержание макро- и микроэлементов для роста сельскохозяйственных культур и представляет собой недорогую, экологически чистую альтернативу минеральным удобрениям. Однако в настоящее время только малая часть отходов животноводства подвергается переработке, основная часть складывается на территориях ферм, что приводит к загрязнению окружающей среды. Один из наиболее эффективных и безопасных способов утилизации отходов – вермикомпостирование. Черви способны перерабатывать отходы и придавать им свойства экологически чистого удобрения – вермикомпоста. Для выращивания растений в искусственно созданной среде при ограниченном объёме необходим тепличный субстрат, обеспечивающий питание растений и нормальное развитие корневой системы. В связи с этим перспективно использовать вер-

микомпосты на основе отходов сельского хозяйства в качестве удобрений для тепличных субстратов.

По сравнению с компостами в вермикомпостах того же состава больше доля частиц размером от 0,5 до 1 см (на 6...10 %), содержание аммиачного азота (в 1,3...2,9 раза), подвижного-фосфора (в 1,5...2 раза) и обменного калия (в 1,1...1,6 раза) [3]. Таким образом, вермикомпосты на основе органических отходов могут служить альтернативой традиционно применяемому субстрату на основе верхового торфа при выращивании сеянцев.

Цель: выявление возможности переработки отходов с/х.

Объектом исследований являлись дождевые черви. В опыте использовалось 4 вариантов навоза: 1 – Навоз КРС + Пищевые отходы, 2 – Солома + Помет КРС, 3 – Солома + МРС (свежий), 4 – Солома + МРС (старый).

Обработка технологических параметров вермикомпостирования смесей органических отходов выполнялась с использованием популяции червей *Eisenia foetida* (Sav.) [2].

В ящики объемом 10л. засыпали немного торфа, и закладывали изучаемые субстраты. Выдерживали субстрат неделю, чтобы он настоялся, перед тем как мы будем запускать червей. Для ускорения процессов ферментации и для освобождения от аммиака исходный субстрат обильно поливали водой и периодически аэрировали.

После такой подготовки субстрат заселяли червями по 30 особей. Органические отходы, проходя через кишечник червя, подвергаются биохимическим изменениям, обогащаются макро- и микроэлементами, микрофлорой и ферментами [4].

Биотехнологический процесс основан на способности червей заглатывать кусочки органического вещества, трансформировать его в кишечной полости и выделять в виде копролитов [1].

Весь цикл переработки составлял 90 дней. В течение этого времени поддерживалась оптимальная влажность перерабатываемых отходов. По истечению данного срока черви были извлечены. Оцениваем количество выросших в субстрате червей и их общую и среднюю длину.

Исследованиями было установлено, что черви неодинаково живут и размножаются в различных субстратах. Но все выбранные субстраты показывают хорошие результаты вермикомпостирования, со стороны выживаемости червей (табл. 1).

Таблица 1. Результаты роста и развития червей до и после
вермикомпостирования

№	Вариант	Количество червей, шт.		Общая длина червей, см		Средняя длина червей, см	
		до	после	до	после	до	после
1	Навоз КРС + Пищ. отх.	30	219	189,6	878,5	6,3	4,0
2	Солома + Помет КРС	30	86	188,2	311,1	6,3	3,6
3	Солома + МРС (свежий)	30	393	196,0	1906,0	6,5	4,9
4	Солома + МРС (старый)	30	96	214,0	452,9	7,1	4,7

В 3 опыте с Соломой + МРС (свежий) и 4 опыте Солома + МРС (старый) было обнаружено по 5 коконов.

В результате эксперимента по результатам опыта мы видим, что во всех вариантах опыта хорошие показатели.

В дальнейших исследованиях будет целесообразно исследовать эти субстраты на плодородие и в качестве тепличных субстратов при выращивании сеянцев древесных растений.

Список источников

1. Вермикомпостирование как решение экологической проблемы утилизации отходов животноводства / И.М. Суханова, Ф.Г. Шарафеева, Р.Р. Газизов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т.223. №3, С. 194-198.
2. Мухортов Д.И. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении / Д.И. Мухортов, Е.М. Романов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, № 3 (19), 2013, С. 20-35.
3. Романов, Е.М. Субстраты на основе органических отходов для выращивания сеянцев в контейнерах / Е.М. Романов, Д.И. Мухортов, А.В. Ушнурцев, В.В. Ускова // Лесное хозяйство. -2009. - № 2. - С. 35-37.
4. Сидоренко О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства: монография / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. - М.: Изд - во МСХА, 2001. – 74 с.

Алексеева С.Э.

Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛАТОВ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН ТЕСТ-РАСТЕНИЙ

Аннотация. Представлены результаты микробиологической оценки применения гидролатов ромашки и укропа при предпосевной обработке семян тест-растений.

Ключевые слова: гидролат ромашки, гидролат укропа, индекс Маргалефа, видовое богатство, *p.Bacillus*, *p.Pseudomonas*

В последнее время увеличилось изготовление эфирномасличного сырья, а также сопутствующих им гидролатов. Интерес вызывает применение гидролатов в качестве биостимуляторов всхожести за счет их бактерицидных свойств.

Целью исследования является микробиологическая оценка применения гидролатов ромашки и укропа при предпосевной обработке семян тест-растений.

Методика исследования. В ходе эксперимента семена редиса замачивались на 24 часа в гидролатах ромашки и укропа в различных концентрациях. По истечению времени обработки семян, в пробирки Эпиндорфа набирали 500 мкл физраствора и перекладывали семена редиса, интенсивно взбалтывали в течение 10 минут. На чашки Петри со средой ГРМ и Чапека производится посев 15 мкл смыва с семян и его разведение. Посев проводился по стандартным методикам микробиологии [1]. Инкубация чашек со средой ГРМ производится в термостате при температуре +37 С, со средой Чапека при +28 С.

Результаты. В ходе эксперимента были обнаружены 6 видов эпифитных микроорганизмов, также был проведен дисперсионный анализ и рассчитано видовое богатство (таблица 1-4). На основе «Определителя бактерий Берджи» были идентифицированы возможные рода микроорганизмов: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Hydrogenophaga*, *Bradyrhizobium*, *Mesophilobacter*, *Aspergillus* [2]. Они относятся к эпифитам, непаразитирующим на растениях, а растущим за счет нормальных выделений тканей и имеющихся на поверхности растений небольших количеств органических загрязнений [3].

Таблица 1. Количество микроорганизмов на семенах, обработанных гидролатом ромашки, тыс. КОЕ/мл

Род	Концентрация, %				Контроль
	25	50	75	100	
<i>Bacillus</i>	30,00	31,67	9,40	0,40	2,33
<i>Pseudomonas</i>	0,20	0	0,67	0,07	0
<i>Hydrogenophaga</i>	0	0	0	4,00	0,20
<i>Bradyrhizobium</i>	0	0,07	0	0	0
<i>Mesophilobacter</i>	0	0	0,25	0	0
<i>Aspergillus</i>	0,20	0,20	0,07	0,13	0,07
Всего	30,40	31,90	10,38	4,60	2,60

При обработке гидролатами ромашки и укропа наибольшее количество микроорганизмов наблюдается при концентрациях 25 % и 50% (в 15 раз по сравнению с контролем). Наименьшее количество микроорганизмов отмечено при концентрации гидролата 100 % по сравнению с контролем.

В контрольном варианте обнаружено 3 вида микроорганизмов: *p.Bacillus*, *p.Hydrogenophaga*, *p.Aspergillus*. При разных концентрациях гидролата видовой состав изменяется: при концентрации 25 % появляются *p.Pseudomonas*, при 50 % - *p. Bradyrhizobium*; при 75 % - *p.Pseudomonas*, *p.Mesophilobacter*, при 100 % - *p.Pseudomonas*, *p.Hydrogenophaga*. *P.Bacillus* и *p.Aspergillus* растут во всех вариантах концентраций.

Таблица 2. Количество микроорганизмов на семенах, обработанных гидролатом укропа, тыс. КОЕ/мл

Род	Концентрация, %				Контроль
	25	50	75	100	
<i>Bacillus</i>	21,4	23,33	18,27	2,40	2,33
<i>Pseudomonas</i>	0,40	3,00	0,07	0	0
<i>Hydrogenophaga</i>	0	0	0,07	0	0,20
<i>Aspergillus</i>	0,07	0,20	0,13	0,07	0,07
Всего	21,87	26,53	18,53	2,47	2,60

В вариантах с концентрацией 25% и 50% гидролата укропа наблюдается одинаковый видовой состав микроорганизмов: *p.Bacillus*, *p.Pseudomonas*, *p.Aspergillus*, при концентрации 75 % отмечен *p.Hydrogenophaga*, при 100 % обнаружены только *p.Bacillus* и *p.Aspergillus*.

Индекс Маргалефа отражает плотность видов, или видовое богатство. Чем выше индекс, тем большим видовым богатством характеризуется данное сообщество микроорганизмов [3].

Таблица 3. Видовое разнообразие по индексу Маргалефа

Концентрация, %	Индекс Маргалефа	
	Гидролат ромашки	Гидролат укропа
25	0,19	0,12
50	0,19	0,19
75	0,32	0,31
100	0,36	0,13
Контроль	0,26	

Наибольшим видовым богатством характеризуются гидролат ромашки с концентрацией 75 – 100%. А также гидролат укропа с концентрацией 75 %.

Таблица 4. Влияние концентрации гидролатов на рост микроорганизмов, КОЕ/мл

Концентрация, %	Питательная среда ГРМ		Питательная среда Чапека	
	Гидролат ромашки	Гидролат укропа	Гидролат ромашки	Гидролат укропа
25	15202	10764	103	35
50	15975	11833	103	103
75	4811	9355	35	68
100	221	1203	68	36
Контроль	1166		35	
Грасч. (Гтабл. = 3,48)	1,86	1,34	0,8	0,94
НСР	17576	14349	121,65	99,27
Доля влияния фактора, %	42,70	34,83	24,10	27,18

Результаты дисперсионного анализа на 5% уровне значимости доказывают, что между вариантами эксперимента нет достоверных различий.

С увеличением концентрации гидролатов ромашки и укропа количество микроорганизмов уменьшается, то есть гидролаты показывают бактерицидное действие в отношении сообщества микроорганизмов, подавляя их рост и размножение.

Список источников

1. Еремина И.А., Кригер О.В. Лабораторный практикум по микробиологии // Учебное пособие для студентов вузов. Кемерово. – 2005. – Т. 226.
2. Дж Х. и др. Определитель бактерий Берджи // М.: Мир. – 1997. – Т. 1. – С. 1-429.
3. Селихова, А. А. Эпифитная микрофлора растений как специфический фактор растительного иммунитета / А. А. Селихова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 51 (289). — С. 280-282
4. Шитиков В. К. и др. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

Гукалова И.А., Окулова Е.А.

Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРА КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ НА УКОРЕНЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ *HYDRANGÉA* *ARBORÉSCENS STERILLIS*

Аннотация. В статье представлены результаты влияния биостимулятора корнеобразования на приживаемость и ризогенез зеленых черенков гортензии древовидной сорта Стерилис.

Ключевые слова: биостимулятор, корневин, ризогенез, морфометрические показатели

При размножении гортензии древовидной наиболее распространенным является зеленое черенкование. При этом укореняемость зеленых черенков составляет 50-85%. Наиболее целесообразным при размножении считается использование регуляторов роста. Зеленое черенкование – наиболее эффективный способ размножения гортензии древовидной и получения оздоровленного посадочного материала. Кроме того, саженцы, выращенные из зеленых черенков, имеют сильную мочковатую корневую систему [1]. Таким образом, тема использования регуляторов роста актуальна, поскольку позволяет успешно решить задачу размножения наиболее ценных сортов гортензии древовидной зелеными черенками.

Цель работы – изучить влияние корневина на укоренение зеленых черенков *Hydrangea arborescens Sterilis* при использовании различных субстратов.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили черенки гортензии древовидной сорта Стерилис, произрастающей в Ботаническом саду-институте ПГТУ. Опыт по размножению зелеными черенками проводился на различных вариантах субстрата: смесь песка и торфа (1:1), смесь торфа и перлита (1:1), перлит, вермикулит, мох сфагнум (живой) с применением биостимулятора корневина и без него (контроль). В каждом опыте высаживалось по 30 шт. черенков (10 шт. в 3-х повторностях). При изучении

особенностей вегетативного размножения учитывали следующие показатели: укоренение черенков, длина корня, число корней на черенке.

Результаты исследования. Анализ результатов опыта показал, что наилучший показатель выхода укорененных черенков получился на субстратах вермикулит и мох сфагнум (по 80%).

Применение стимулятора корнеобразования положительно сказывается на числе корней (рис. 1). При использовании стимулятора корнеобразования корневина образуется заметно большее количество корней, чем при выдержке черенка в воде (контроль) абсолютно на всех видах субстрата. Как видно из рисунка 1, максимальное количество корней (70 шт.) наблюдается на субстрате мох сфагнум, оно больше, чем у контроля в 10 раз. Также хороший ризогенез отмечается на субстрате вермикулит (в 4,8 раза превышает контроль). В субстрате торф+песок отмечено самое наименьшее количество корней как в контроле (3 шт.), так и с применением биостимулятора (14 шт.).

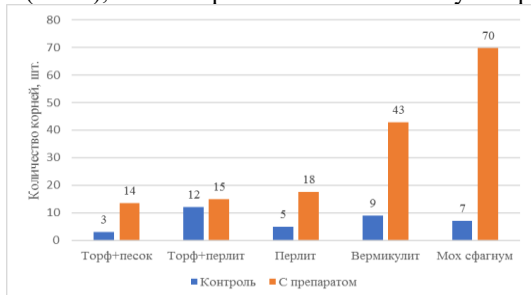


Рис. 1. Влияние обработки биостимулятором «Корневин» на ризогенез зеленых черенков гортензии

Применение биостимулятора корнеобразования положительно сказывается на морфометрические показатели корня только в двух субстратах торф+перлит и торф+песок по сравнению с контролем, превышение составило в 2 и 1,2 раза соответственно (рис. 2). На других видах субстрата применение биостимулятора «Корневин» отрицательно сказывается на морфометрические показатели корня. Так в субстрате перлит, вермикулит и мох сфагнум в контроле идет превышение длины корня в 1,7, 1,3 и 1,6 раза, по сравнению с биостимулятором, это, скорее всего, связано с высоким ризогенезом в данных субстратах.

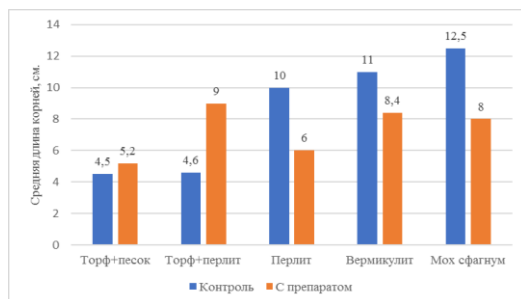


Рис. 2. Влияние обработки биостимулятора «Корневин» на морфометрические параметры корня

Похожие результаты были получены и в других исследованиях, которые показывают, что обработка зеленых черенков росторегулирующим препаратом «Корневин» способствует повышению укореняемости, и количеству корней, но в большинстве случаев не влияет на морфометрические параметры корня.

Выводы. Таким образом, по результатам проведенных исследований наибольшее количество укорененных черенков можно получить при размножении гортензий зелеными черенками с применением биостимулятора «Корневин». Наилучшие результаты получаются при использовании в качестве субстрата вермикулит и мох сфагнум (укореняемость достигает 80%), так же на данных субстратах отмечается максимальная корнеобразовательная способность. Менее однозначные выводы о роли стимулятора корнеобразования можно сделать относительно показателя средней длины корня у черенка. Для большинства рассматриваемых субстратов применение биостимулятора оказывает минимальный эффект.

Таким образом, стимулятор корнеобразования «Корневин» при зелёном черенковании гортензии древовидной сорта Стерилис в Республике Марий Эл эффективен при использовании в вегетативном размножении.

Список источников

1. Мурзабулатова Ф.К., Полякова Н.В. Опыт изучения размножения представителей рода *Hydrangea* L. черенками в различных экологических условиях в Республике Башкортостан // Самарский научный вестник. – 2020. – №1 (30). – С. 75-78.

Еремей Д.В.

Научный руководитель: Конюхова О.М., доцент, канд. биол. наук
Поволжский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ РУТИНА В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Аннотация. *Проведен эксперимент по определению содержания рутина в сухих экстрактах ромашки аптечной и календулы обыкновенной.*

Ключевые слова: *сухой экстракт, рутин, ромашка аптечная, календула обыкновенная*

В последние годы возрос интерес к созданию ресурсосберегающих технологий при получении сухих экстрактов с сохранением ценных компонентов из растительного сырья. Технология сухих экстрактов позволяет обеспечить максимальный выход биологически активных веществ, тем самым повышает их терапевтический эффект. Препараты из календулы широко используются в отечественной и зарубежной медицине в качестве противовоспалительных лекарственных средств, обладающих регенерирующим и отхаркивающим действием [1].

Ромашка аптечная применяется наружно и внутрь в качестве противовоспалительного, противосудорожного, антисептического, спазмолитического, желчегонного средств [2].

Сухие экстракты календулы и ромашки обладают высокой концентрацией активных веществ, что делает их эффективным и ценным компонентом для различных средств.

Цель исследования - изучить количественное содержание рутина в сухих экстрактах ромашки аптечной и календулы обыкновенной.

Объект исследования – сухие экстракты, полученные из цветков *Matricaria chamomilla* и *Calendula officinalis*.

Методика исследования. Количественное определение суммы рутина определяли спектрофотометрическим методом. Для установления аналитической длины волны получали комплекс водного раствора экстракта с 2%-ным раствором хлорида алюминия при длине волны $\lambda_{\max}$ = 405 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм [3].

Результаты и их обсуждение. Нами был проведен биохимический анализ сухих экстрактов из растительного сырья на содержание вторичных метаболитов. В таблице 1 представлены результаты измерений рутина в сухих экстрактах ромашки и календулы.

Таблица 1. Среднее содержание БАВ в растительных сухих экстрактах

Сухие экстракты	Содержание рутина, %
Календула	5,94±0,01
Ромашка	1,28±0,01

По результатам исследования, было установлено, что наибольшим содержанием рутина в растительном сырье отличается сухой экстракт календулы обыкновенной, и составляет 5,937, что в 4,7 раза выше по отношению к экстракту ромашки аптечной.

Таким образом, можно сделать вывод, что календула обыкновенная обладает высоким содержанием рутина в сухом экстракте, что делает ее перспективным сырьем для производства лекарственных препаратов.

Список источников

1. Куркин В.А. Фармакогнозия. Учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). Изд. 2-е, перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. – 1239 с.
2. Ресурсоведческое и фармакогностическое изучение лекарственной флоры СССР / Под ред. М.Т. Алюшина. М., 1987. 185 с.
3. Олешко О.А., Кондратьева Н.А. / Определение подлинности и количественного содержания биологически активных веществ в экстракте Неомикон сухом // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-3.

Кислицына Е.В., Окач М.А.

Научный руководитель: Д.И. Мухортов., д-р. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРВЕЙ *EISENIA FOETIDA* (SAV.) ПРИ ВЕРМИПЕРЕРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. В статье описываются опыт, основанный на деструктивной деятельности почвенных червей вида *Eisenia foetida* (Sav.). Ведется оценка влияния действия биологического препарата и отходов производства гумата, древесных опилок на развитие, размножение червей и их количество при вермикомпостировании осадков сточных вод.

Ключевые слова: *Eisenia foetida* (Sav.), вермикомпостирование, осадки сточных вод, опилки, отходы производства гумата, биопрепарат

В настоящее время в связи с развитием промышленности и ростом городов возникает проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ). Осадки сточных вод токсичны, содержат тяжелые металлы, патогенные микроорганизмы. При захоронении занимают большие территории, могут выделять вредные газы и источать неприятные запахи. Процесс их биodeградации достаточно длительный [1]. Химические, механические, физические методы переработки ОСВ являются затратными и энергоемкими, экологически небезопасны. Поэтому все большее значение приобретает переработка отходов методом вермикомпостирования [2]. В данной статье рассмотрены метод вермикомпостирования отходов с добавлением древесных опилок, отходов переработки гумата и биопрепаратом «Эффект Био».

Цель работы: исследование влияния биопрепарата, отходов производства гумата и древесных опилок на переработку компоста червями *Eisenia foetida* (Sav.).

Методика выполнения. В опыте были использованы отходы производства гумата, древесные опилки и биопрепарат «Эффект Био». Использовали субстраты: 1 – отходы производства гумата + ОСВ + древесный опил; 2 – ОСВ + препарат "Эффект Био"+ древесный опил; 3 – ОСВ + древесный опил. Для получения субстрата смешивали ОСВ,

опилки и отходы производства гумата 1:1 по объему. В вариант с применением биопрепарата вносили раствор в соответствии с нормой расхода.

Заполняли пластиковые ящики объемом 12 л полученными субстратами. Для проведения исследований использовали популяцию червей *Eisenia foetida* (Sav.). По прошествии 7 дней в предварительно подготовленный и увлажненный субстрат, заселяли половозрелых червей из расчета 30 особей на одну емкость.

Продолжительность экспозиции составляла в среднем 91 день. После чего червей извлекали из субстратов. Результаты исследований оценивались по следующим показателям: количество червей и коконов, длина червей.

Анализ результатов.

Вермикомпост с применением отходов производства гумата в сочетании с ОСВ и древесным опилом показал наилучший результат по количеству червей, наименьшее количество червей наблюдалось в вермикомпосте с добавлением к ОСВ биопрепарата "Эффект Био" и древесного опила (рис. 1).

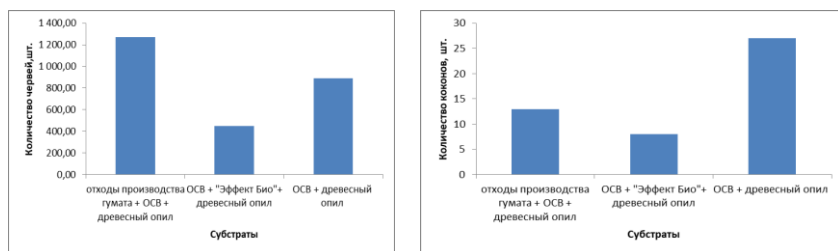


Рис. 1 – Количество червей и количество коконов в субстратах

Наибольшее количество коконов было обнаружено в вермикомпосте, состоящим из ОСВ и древесного опила (рис. 2).

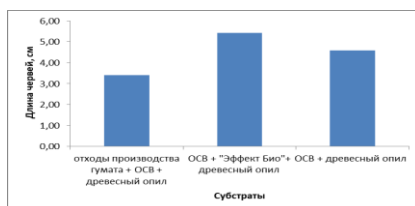


Рис. 2 – Средняя длина червей в субстратах

Наименьшее количество коконов оказалось в субстрате с добавлением к ОСВ биопрепарата "Эффект Био" и древесного опила. Наибольшая длина червей наблюдалась в компосте, состоящим из ОСВ с добавлением «Эффект Био» и древесного опила, наименьшая – в компосте, состоящим из ОСВ, отходов производства гумата и древесного опила

Выводы.

Для вермикомпостирования ОСВ можно использовать биопрепарат или отходы производства гумата. Наилучшим вариантом является применение биопрепарата совместно с отходами от производства гумата. Такое сочетание позволяет уменьшать токсичность вермикомпоста в большей степени, т.к. в нем наблюдаются более благоприятные условия для развития и роста червей.

Список источников

1. Благовещенская З.К. и др. Утилизация осадка городских сточных вод / З.К. Благовещенская, Н.К. Грачева, Л.С. ВИУА., 2001. – № 115. – С. 25.
2. Курганова В.Е. Комплексная оценка осадков сточных вод /В.Е. Курганова //Агрохимический вестник. -1997. № 5. - С. 38-40.

УДК 634.0

Козылбаева П.А.

Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

АЛЛЕЛОПОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА И ПОЧВ ПОДКРОНОВОГО ПРОСТРАНСТВА НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ГАЗОННЫХ ТРАВ

***Аннотация.** Проанализированы результаты влияния аллелопатически активных веществ растительного опада и почвы на прорастание и развитие семян газонных трав. Выявлено, что вещества, аккумулированные почвой подкroнового пространства древесных видов, действуют неодинаково на семена газонных трав.*

***Ключевые слова:** рябина обыкновенная, липа мелколистная, райграс пастбищный, овсяница луговая, мятлик луговой, энергия прорастания, всхожесть, аллелопатия, опад*

Максимальную аллелопатическую активность по сравнению с другими органами растений имеют листья. В стареющих листьях в процессе подготовки к будущему листопаду происходит накопление вторичных соединений, в первую очередь фенольных производных, проявляющих свойства природных ингибиторов. В связи с этим встает вопрос о влиянии листового опада на прорастание семян [2]. Почва как биокосное тело формируется в тесной связи с процессами, происходящими в природе и в комплексе с живыми организмами. Через корневые системы растения постоянно воздействуют на почву, изменяя ее состав и свойства [3].

Цель исследования заключалась в изучении влияния аллелопатически активных веществ растительного опада и почвы на прорастание и развитие семян некоторых видов газонных трав.

Объект исследования Объекты исследования выбраны исходя из распространенности в озеленении и доступности для наблюдения. Из злаковых часто используются в газонных смесях овсяница луговая (*Festuca pratensis* L.), райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.). Из древесных растений, из подкroнового пространства которых брался опад, были выбраны рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) и липа мелколистная (*Tilia cordata*).

Методика исследования. Для определения аллелопатической активности отбиралась почва на глубине 4-5 см после снятия верхнего слоя 1,5-2, затем готовилась почвенная вытяжка путём фильтрации смеси воды и почвы из подкroнового пространства деревьев, произрастающих в городском и естественном сообществе. Для определения аллелопатически активных веществ растительного опада собирались листья из подкroнового пространства исследуемых пород. Листья замачивались в дистиллированной воде в течение суток. Затем готовилась вытяжка путём фильтрации смеси воды из растительного опада деревьев, произрастающих в городском и естественном сообществе. Семена (по 50 штук) проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 22-26°C в 3х-кратной повторности. Контролем служили семена, проращиваемые в дистиллированной воде. Лабораторную всхожесть определяем согласно ГОСТ 13056.6-97 [1].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были проведены сравнения динамики прорастания семян газонных трав под действие водных вытяжек из опавших листьев и почв подкroнового пространства вышеуказанных деревьев в естественном и городском сообществах (табл. 1).

Таблица 1. Влияние веществ, аккумулированное растительным опадом и почвой подкроновой зоны деревьев, на всхожесть семян газонных трав

Вид растения	Порода	Вид сообщества	Всхожесть, %	
			Листовой опад	Почва
Райграс пастбищный	Рябина обыкновенная	городское	96±0,47	96±0,57
		естественное	99±0,33	94±1,33
Овсяница луговая		городское	91±0,88	80±1,57
		естественное	94±1,33	89±0,33
Мятлик луговой	Липа мелколистная	городское	82±2,64	79±1,60
		естественное	75±0,88	75±1,45
Райграс пастбищный		городское	94±0,57	94±1,15
		естественное	96±1,15	95±0,88
Овсяница луговая	Контроль	городское	85±1,85	93±0,88
		естественное	81±2,02	74±1,73
Мятлик луговой		городское	88±2,64	81±1,45
		естественное	84±1,45	85±1,45
Райграс пастбищный	Контроль		99±0,33	99±0,33
Овсяница луговая			98±0,57	98±0,57
Мятлик луговой			94±0,57	94±0,57

Анализ влияния почвы подкронового пространства исследуемых видов на газонные травы показал, что наилучшая всхожесть в вариантах с рябиной обыкновенной была отмечена у семян райграса пастбищного в городском сообществе (96±0,57%) и в варианте с липой мелколистной в естественном сообществе (99±0,33%). Данная тенденция сохраняется в вариантах с применением водных вытяжек из листовенного опада. Под действием вытяжек из листьев рябины обыкновенной и липы мелколистной и из почв прорастание семян мятлика лугового замедлялось. При этом наибольшее угнетающее действие оказали вытяжки из листьев и почв подкронового пространства рябины обыкновенной в естественном сообществе.

Замедленное прорастание сопровождалось и снижением темпов роста проростков. Вытяжки из листового опада и почв подкронового пространства подавляли рост как корней, так и надземной части проростков овсяницы луговой и мятлика лугового. Стимулирующее действие вытяжки оказали на развитие проростков райграса пастбищного. Наибольшие длины корней и ростков были выявлена в варианте с применением вытяжки из опада рябины (10,3±0,16 см и 13,8±4,91 см в городской среде, соответственно).

Выявлено, что стимулирующее влияние на всхожесть семян и ростовые процессы проростков райграсса пастбищного оказали вещества, аккумулярованные почвой подкроновой зоны и листовым опадом исследуемых насаждений. В городских насаждениях, в составе которых преобладают рябина обыкновенная и липа мелколистная, для формирования устойчивых композиций травянистых растений рекомендуется применять райграсс пастбищный и овсяницу луговую.

Список источников

1. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М. 1997. – С.31.
2. Крылова Е.Г. Оценка аллелопатического влияния листового опада на начальные этапы онтогенеза частухи подорожниковой / Е.Г. Крылова, Э.В. Гарин // Научное обозрение. Биологические науки. – 2019. – № 1 – С. 41-45.
3. Жидкова Е.Н. Влияние вытяжки из почвы подкронового пространства деревьев и кустарников на прорастание и развитие семян некоторых видов газонных трав / Е.Н. Жидкова, Е.С. Хайченко, Л.С. Бурцева // Потенциал современной науки. – 2016. – № 5 (22). С. 31-37.

УДК 631.811.982

Мамаева М.Е., Еремей Д.В., Юсупов Р.Р., Криворотова Т.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННОГО ФИТОГОРМОНА ИУК НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ РЖИ

***Аннотация.** Рассмотрено влияние концентрации фитогормона ауксина на прорастание семян ржи посевной. Установлено, что применение фитогормона ИУК положительно влияет на процесс проращивания ржи. Наилучшие показатели энергии прорастания и всхожести, а также максимальный рост гипокотыля и корней наблюдались при применении ИУК с концентрацией 0,005%. Соответствующие таблицы и графики также приведены.*

***Ключевые слова:** предпосевная обработка, фитогормон, индолилуксусная кислота, рожь, семена*

Важнейшей задачей сельскохозяйственного производства является повышение продуктивности зерновых культур, в том числе ржи [1, 2]. С целью практического регулирования ростовых процессов и улучшения устойчивости культур к различным неблагоприятным факторам среды необходимо использовать новейшие приемы агротехники, в частности, экзогенные фитогормоны для стимуляции роста растений [3]. Препараты на основе фитогормонов позволяют воздействовать на метаболизм растений и формировать необходимые для сельского хозяйства качества [4].

В данной работе мы использовали ауксин – фитогормон, участвующий в росте и развитии растений и, так или иначе, определяющий такие совершенно различные процессы, как гравитропизм и фототропизм, формирование архитектуры корня и стебля, образование органов и тканей, развитие и структуру проводящей системы [5].

Использование столь разнообразно действующих веществ в настоящее время становится особенно актуальным в практике сельскохозяйственного производства.

Целью исследования являлось изучение закономерности влияния концентрации растительных гормонов на прорастание семян.

Объект исследования – семена ржи посевной.

Методика исследования. Для установления параметров прорастания семян использовали раствор ИУК (индолилуксусная кислота) в различных концентрациях: 1 вариант – 0,005%, 2 вариант – 0,01 %, и 3 вариант – 5%. Энергию прорастания и всхожесть проверяли на 3 и 7 сутки, согласно ГОСТу 12038-8. У растений измеряли длину корней, длину гипокотыля и количество корней. Далее полученные данные оформляли в виде таблицы и проводили расчеты.

Результаты и их обсуждение. В ходе эксперимента были получены данные зависимости всхожести и энергии прорастания семян ржи от концентрации раствора ИУК (табл. 1).

Результаты статистического анализа показали, что наиболее сильное влияние на прорастание семян оказал вариант с минимальной концентрацией ауксина; длина корней и гипокотыля была максимальной при концентрации раствора ИУК 0,01%. Наименьшими оказались показатели варианта 3, так как максимальная концентрация раствора фитогормона оказала ингибирующее действие на прорастание семян ржи. Среднее количество корней во всех вариантах было равно четырем. Точность эксперимента во всех вариантах больше 5%, следовательно можно сделать вывод, что показатели имеют большую вариативность.

**Таблица 1. Влияние концентрации раствора ИУК
на развитие проростков семян ржи**

№	Показатель	X	Sx	6	min	max	V. %	счет	P. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	длина гипокотили	6,30	0,42	4,22	0,00	15,30	66,98	100,00	6,67
	длина корня	8,75	0,54	5,36	0,00	17,10	61,26	100,00	6,17
	кол-во корней	4,00	0,22	2,23	0,00	7,00	55,75	100,00	5,50
Вариант 2	длина гипокотили	6,01	0,46	4,65	0,00	15,60	77,31	100,00	7,73
	длина корня	7,51	0,58	5,84	0,00	17,00	77,74	100,00	7,77
	кол-во корней	3,56	0,24	2,38	0,00	8,00	66,96	100,00	6,70
Вариант 3	длина гипокотили	5,25	0,38	3,79	0,00	12,50	72,23	100,00	7,22
	длина корня	5,68	0,41	4,12	0,00	13,50	72,54	100,00	7,22
	кол-во корней	3,55	0,23	2,33	0,00	8,00	65,71	100,00	6,57
Контроль	длина гипокотили	5,58	0,45	4,53	0,00	14,50	81,24	100,00	8,12
	длина корня	6,92	0,55	5,53	0,00	17,00	79,91	100,00	7,99
	кол-во корней	3,32	0,26	2,57	0,00	9,00	77,28	100,00	7,73

Анализируя данные, контроль показал самые низкие показатели по энергии прорастания и всхожести. Наиболее высокими были показатели варианта раствора ИУК с концентрацией 0,005%. Результаты расчета энергии прорастания и всхожести представлены на рисунке 1.

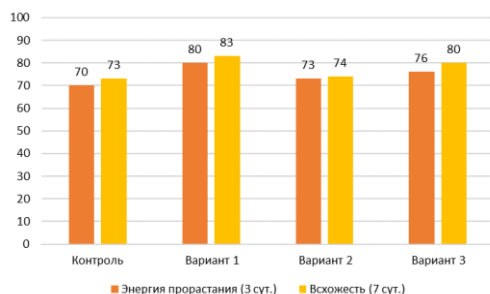


**Рис. 1. Влияние обработки фитогормоном ИУК на энергию прорастания
и всхожесть семян ржи**

Таким образом, проанализировав полученные экспериментальные данные, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом предпосевной обработки семян ржи является использование раствора ИУК с концентрацией 0,005%. Этот метод способствует максимальному росту гипокотили и корней, а также демонстрирует наилучшие показатели энергии прорастания и всхожести.

Список источников

1. В.А. Сысуев, Л.И. Кедрова, Н.К. Лаптева, Е.И. Уткина. В зерне ржи основа здоровья человека // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. С. 3-5.
2. А.В. Данилов. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество продукции зерновых культур // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2017. Т. 3. № 1. С. 28-32.
3. Г.А. Карпова. Активация ранних ростовых процессов семян под действием регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы // Нива Поволжья. 2016. № 1 (38). С. 29-35.
4. Т.И. Шатилова, Я.П. Герчиу, А.А. Бобков и др. Препараты фиторегуляторов в производстве и формировании качества зерновых культур // Известия ТСХА. 2007. № 3. С. 75-82.
5. О.А. Шаповал, И.П. Можарова. Ауксин и эффективность применения синтетических регуляторов роста класса ауксинов в период корнеобразования сельскохозяйственных и декоративных культур // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. том 64, № 6. С. 79-83.

УДК 575.162

Прыгунова А.И.

Научный руководитель: Шейкина О.В., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНА *c4l* (4-COUMARATE COA LIGASE) У ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Аннотация. В данной работе проведено исследование гена сосны обыкновенной *c4l* (4-coumarate: CoA ligase) у двух клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной.

Ключевые слова: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), ДНК, ген, ПЦР, секвенирование, выравнивание

Ген *c4I* (4-coumarate: CoA ligase) играет несколько важных функций в росте и развитии растений, катализируя образование сложного эфира КоА. *4CL* принадлежит к производному фенилпропана растения, которое связано с синтезом флавоноидов и лигнина и является основным ферментом в пути биосинтеза (Чен Х. и др., 2019).

Цель исследования – изучение и проведение сравнительного анализа нуклеотидной последовательности гена *c4IF* (4-coumarate: CoA ligase).

Объект исследования: ген *c4IF* (4-coumarate: CoA ligase).

Материалы и методы. Исследование было проведено в несколько этапов:

1. Анализ литературы и выбор гена для проведения исследования. Для исследования был выбран *C41F*.
2. Поиск нуклеотидных последовательностей выбранного гена в генетическом банке GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>).
3. Выделение ДНК плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Процесс происходил в несколько этапов по протоколу.
4. Амплификация целевого гена с помощью ПЦР со специфическими праймерами.
5. Очистка ПЦР фрагментов на колонке.
6. Секвенирование по Сенгеру.

Далее было проведено выравнивание полученных последовательностей с помощью Clustal Omega (<https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/msa/clustalo>).

Результаты. На рисунке 1 представлены результаты сравнение последовательностей генов у разных деревьев.

```

      I E
ATTTGGTCAAAATTGTGATACATCTTTGTTGTTGGTTGCACTTGCAGCAATTGAGA 61
ATTTGGTCAAAATTGTGATACATCATTGTTGTTGTTGGTTGCACTTGCAGCAATTGAGA 61
      I E

T T L W S M E W G I A E L V N H Q E I Q
CAACGCTGTGGTCGATGGAATGGGAATAGCGGAGCTGGTGAACCAACGAGGATTCCAGA 121
CAACGCTGTGGTCGATGGAATGGGAATAGCGGAGCTGGTGAACCAACGAGGATTCCAGA 121
T T L W S M E W G I A E L V N H Q E I Q

S K V R A E L D A V L G P G V Q I T E P
GCAAGGTGCGCGCAGAGCTGGACGCTGTTCTTGGACCGGGCGTGACAGATAACGGAACAG 181
GCAAGGTGCGCGCAGAGCTGGACGCTGTTCTTGGACCGGGCGTGACAGATAACGGAACAG 181
S K V R A E L D A V L G P G V Q I T E P

D T T R L P Y L Q A V V K E T L R L R M
ACACGACACGGTTGCCCTACCTTCAGGCGGTTGTGAAGGAAACCTTCGTCTCCGCATGG 241
ACACGACACGGTTGCCCTACCTTCAGGCGGTTGTGAAGGAAACCTTCGTCTCCGCATGG 241
D T T R L P Y L Q A V V K E T L R L R M

A I P L L V P H M N L H D A K L G G Y D
CGATCCGGTTGCTGTCCTCCCCACATGAATCTCCACGACGCCAAGCTCGGGGGCTACGATA 301
CAATCCGGTTGCTGTCCTCCCCACATGAATCTCCACGACGCCAAGCTCGGGGGCTACGATA 301
A I P L L V P H M N L H D A K L G G Y D

I P A E S K I L V N A W W L A N N P D H
TTCGGCAGAGAGCAAGATCCTGGTGAACGCCTGGTGGTTGGCAACAATCCGACCACT 361
TTCGGCAGAGAGCAAGATCCTGGTGAACGCCTGGTGGTTGGCAACAATCCGACCACT 361
I P A E S K I L V N A W W L A N N P A H

W K N P E E F R P E R F F E E E
GGAAGAACCCCGAGGAGTTCCGCCCGGAGCGGTTCTTCGAGGAGGAG 408
GGAAGAACCCCGAGGAGTTCCGCCCGGAGCGGTTCTTCGAGGAGGAG 408
W K N P E E F R P E R F F E E E

```

Рис. 1. Результаты выравнивания нуклеотидных последовательностей гена

В ходе исследования было выявлено 2 замены нуклеотидов (SNPs) без смены аминокислоты в кодируемом белке в экзонной части гена: в позиции 118 наблюдается замена тимина (Т) на цитозин (С) а в позиции 143 – гуанина (G) на аденин (А). В позиции 357 присутствует замена аденина (А) на цитозин (С), что привело к замене кодируемой аминокислоты – аспарагиновой кислоты (D) на аланин (А).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00220, <https://rscf.ru/project/23-16-00220/>.

Список источников

1. GenBank [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank.> – (Дата обращения: 05.04.2024).
2. Clustal Omega [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/msa/clustalo.> – (Дата обращения: 05.04.2024).
3. Чен, Х., Ван, Х., Ли, Х. и др. Молекулярное клонирование и функциональный анализ 4-кумарата: КоА-лигаза 4 (*4CL-подобная 1*) из *Fraxinus mandshurica* и ее роль в устойчивости к абиотическому стрессу и синтезе клеточной стенки. *BMC Plant Biol* 19, 231 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1812-0>.

Прыгунова А.И., Баранов А.С., Криворотова Т.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИТОГОРМОНА КИНЕТИНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В данной работе проведено исследование влияния фитогормона кинетина на рост и развитие проростков пшеницы, также подобрана оптимальная концентрация фитогормона, оказывающая положительный эффект на морфометрические показатели корня и гипокотыля.

Ключевые слова: пшеница, корень, гипокотиль, кинетин, фитогормон, энергия прорастания, всхожесть

Фитогормоны - органические вещества, которые растения вырабатывают для регуляции своего роста и адаптации к окружающей среде. Один из таких гормонов - кинетин, который играет важную роль в процессах деления и развития клеток [1]. Использование кинетина способствует активному росту и развитию проростков пшеницы. Этот гормон также способствует формированию корневой системы, что позволяет растениям получать больше воды и питательных веществ из почвы [2].

Цель исследования - изучение и оценка влияния разных концентраций фитогормона кинетина на прорастание семян пшеницы.

Объект исследования: Пшеница мягкая (*Triticum aestivum*).

Материалы и методы: Исследование проводилось на 4 выборках семян пшеницы, каждая из 100 штук. Было выбрано три варианта концентрации растворов фитогармона: 1 вариант – 0,005%, 2 вариант – 0,01% и 3 вариант 5%. Проростки измеряли на 3 и 7 сутки, фиксируя энергию прорастания и всхожесть. Оценивали длину корня и гипокотыля, а также количество корней. Результаты заносили в таблицу и проводили расчеты согласно ГОСТ 12038-8.

Полученные данные были внесены в компьютер и проанализированы в программе Microsoft Office Excel методами математического анализа. Были вычислены следующие основные статистические показатели: среднее значение (X_{cp}), стандартная ошибка (S_x), минимальное и максимальное значение, среднеквадратическое отклонение (σ), коэффициент вариации (V) и точность опыта (P).

Результаты. Исследование показало, что обработка кинетином повлияла на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы. Лучшие результаты были достигнуты при 2 варианте обработки, в то время как при 1 варианте наблюдалось снижение показателей по сравнению с контролем. 3 вариант обработки оказал ингибирующий эффект (рис. 2).

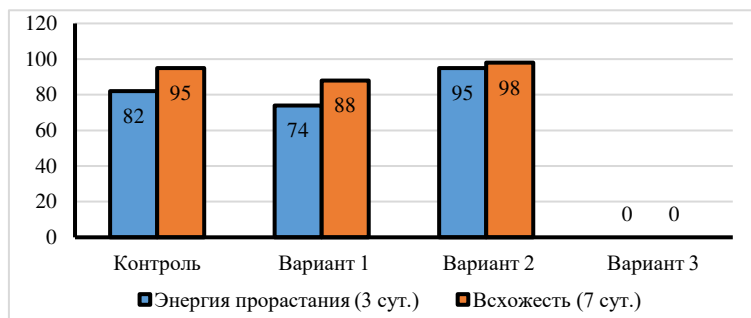


Рис. 2 Всхожесть и энергия прорастания семян пшеницы

По результатам исследования установлено, что все варианты с обработкой кинетином имеют слабую степень заражения семян. Масса корней вариантов 1 и 2 больше, чем у контроля, а масса гипокотыля варианта 2 больше, чем у контроля, в то время как вариант 1 имеет меньшую массу гипокотыля. (табл. 1).

Таблица 1. Масса гипокотилей и корней

Концентрация фитогормона	Масса гипокотыля	Масса корней
Контроль	4,41	2,67
Вариант 1	3,69	3,84
Вариант 2	4,72	3,98

Анализ морфометрических показателей проростков пшеницы показал, что лучший показатель по длине гипокотыля обладает вариант 2, а по длине корней контроль, количество корней во всех вариантах одинаково. Обработкой вариантом 1 оказал негативный эффект на рост гипокотилей и корней. По изменчивости признаков контроль имеет по всем показателям большую изменчивость. Вариант 1 по длине гипокотыля и корней большую изменчивость, а по количеству корней значительную изменчивость. Вариант 2 имеет большую изменчивость по длине гипокотыля и корней, и по количеству корней значительную изменчивость. Средняя точность опыта во всех вариантах не превышает 5% (табл. 2).

Таблица 2. Морфометрические показатели проростков пшеницы

№	Вариант	Показатель	X _{ср}	Sx	б	min	max	счет	V, %	P, %
1	Контроль	Длина гипокотили	88	03	26	00	130	100	292	30
		Длина корней	94	02	22	00	135	100	236	24
		Количество корней	47	01	10	00	60	100	210	22
2	Вариант 1	Длина гипокотили	75	03	32	00	119	100	428	46
		Длина корней	71	02	23	00	123	100	323	34
		Количество корней	47	01	08	00	50	100	176	19
3	Вариант 2	Длина гипокотили	92	03	25	00	144	100	272	27
		Длина корней	79	02	23	00	122	100	291	29
		Количество корней	47	01	10	00	70	100	203	21

Вывод. Результаты обработки кинетином семян пшеницы показал, что он уменьшает рост корня, но увеличивает их массу. Увеличение длины гипокотили происходит только при средней концентрации. Высокая концентрация (5%) кинетина оказала ингибирующий эффект на семена пшеницы из-за чего они не проросли. Лучшей концентрацией кинетина для обработки семян пшеницы является 0,01%.

Список источников

1. O'Brien F., & Healy A. (1997). Cytokinin production by *Azospirillum brasilense* and its effect on the growth of cereals. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(2), 113-119.
2. Kurakawa T., Ueda N., & Maeshima M. (2004). Kinetin effects on the growth of barley leaves. *Plant Physiology*, 135(4), 0838-4011.
3. ГОСТ 12038-84. Государственный стандарт Союза ССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

Сидоркина П.А., Окач М.А.

Научный руководитель: Мухортов Д.И., д-р с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

***Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния различного соотношения смеси бесподстильного навоза крупного рогатого скота (КРС) и опилок лиственных пород деревьев. Черви перерабатывают целлюлозосодержащие продукты, такие как древесные опилки и солома. По результатам проведенных работ был сделан вывод о том, что из определенных субстратов может получиться вермикомпост.*

***Ключевые слова:** вермикомпостирование, навоз крупного рогатого скота, опилки лиственных пород деревьев*

Рассматривается задача определения наиболее подходящего соотношения смеси бесподстильного навоза КРС и ОЛПД для получения вермикомпоста.

Методика выполнения. В опыте использовали бесподстильный навоз крупного рогатого скота и опилки лиственных пород деревьев. Использовали субстраты, имеющие разное соотношение компонентов смеси, 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 40:60; 30:70; процентов навоза и опилок соответственно. Навоз КРС и опилки смешивали так, чтобы получилось 3 повторности каждого варианта по 1 дм³. В пластиковые контейнеры помещали приготовленные смеси, а затем увлажняли до влажности 70-80%. Для проведения исследований использовали популяцию червей *Eisenia foetida* (Sav.). По прошествии 7 дней в предварительно подготовленный и увлажненный субстрат, заселяли половозрелых червей из расчета 3 особи на одну емкость, измеряя длину каждого.

Продолжительность экспозиции составляла в среднем 91 день. После извлечения червей из субстратов, считали их длину и количество, оценивали активность и цвет, а также наличие и количество коконов.

Анализ полученных результатов. Исходя из полученных результатов, наибольшее число червей было во второй повторности субстрата, состоящего из 90% (2,7 дм³) бесподстильного навоза КРС и 10% (0,3 дм³) опилок лиственных пород деревьев. (табл. 1) В остальных вариантах было около 10-20 штук, что говорит о том, что субстрат с 90%

навоза подходит для размножения червя *Eisenia foetida* (Sav.). Подавляющее число особей данного варианта характеризовались высокой и средней активностью, что говорит о том, что субстрат благоприятно действует на здоровье червей. Средняя длина тела особи составляет 4,02 см. Также важной характеристикой является цвет червя, который говорит о возрасте. В данном субстрате преобладали особи розового цвета, что говорит о том, что на данный период большинство червей были молодыми, хотя и встречались красные и темно-красные особи.

Таблица 1. Результаты роста и развития червей до и после вермикомпостирования.

№	Вариант	Количество червей, шт.		Общая длина червей, см		Средняя длина червей, см	
		до	после	до	после	до	после
1	Навоз КРС + опилки (100:0)	9	5	67,8	39,2	7,5	7,84
2	Навоз КРС + опилки (90:10)	9	64	74,2	257	8,2	4,02
3	Навоз КРС + опилки (80:20)	9	15	72,3	105,9	8	7,06
4	Навоз КРС + опилки (70:30)	9	29	65,4	220,3	7,3	7,6
5	Навоз КРС + опилки (60:40)	9	12	73,2	77,1	8,1	6,42
6	Навоз КРС + опилки (40:60)	9	9	71,7	55,4	8	6,15
7	Навоз КРС + опилки (30:70)	9	25	61,6	134,5	6,8	5,38

Вывод. В опыте по определению наилучшего соотношения бесподстилочного навоза КРС и опилок лиственных пород деревьев для получения вермикомпоста было выявлено, что в смеси из 90%(2,7 дм³) навоза КРС и 10%(0,3 дм³) древесных опилок черви *Eisenia foetida* (Sav.) лучше всего прижились и размножились. Значит, данный субстрат может быть использовать для получения вермикомпоста.

Список источников

1. Петрова Г.В., Филишова А.В., Долбня А.В. Использование вермикомпоста для улучшения качества рассадных почвосмесей // Дождевые черви и плодородие почв: материалы второй междунар. науч.-практич. конф. 17-19 марта 2004. Владимир, С. 214–215.
2. Терещенко Н.Н. Влияние психрофильных условий культивирования дождевых червей на качество вермикомпоста и уровень его биологической активности // Достижения науки и техники АПК. 2011. №7. С. 21–24.

Смирнова С.Е.

Научный руководитель Конюхова О.М. канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* HUMULUS LUPULUS L. НА СРЕДЫ, СОДЕРЖАЩИЕ РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ЦИТОКИНИНОВ

Аннотация: В статье представлены результаты микроклонального размножения хмеля в условиях *in vitro*. Дана оценка влияния состава питательной среды на рост и развитие микропобегов хмеля сорта «Подвязный» в зависимости от различной концентрации фитогормонов.

Ключевые слова: хмель, питательная среда, цитокинины, экспланты, введение в культуру *in vitro*

Введение.

С развитием пивоваренной промышленности пропорционально растет и спрос на основные компоненты готовой продукции. Один из основных факторов, влияющих на органолептические свойства пивных напитков, - использование высококачественного сырья, в частности хмелепродуктов [1,2]. Доля поставок от зарубежных производителей хмеля в России составляет по разным данным от 90 до 98 % всех поставок. Однако стоит отметить, что еще 30 лет назад вклад отечественных производителей сложно было недооценивать. Хмель выращивали не только на территории Чувашской республики, но и в Марий Эл, Брянской области и многих других регионах [3].

В настоящее время остро стоит проблема в создании питомников и увеличении посадочных площадей, пригодных для выращивания хмеля на территории Российской Федерации. Это обусловлено тем фактом, что климат нашей страны позволяет выращивать хмель с существенно меньшим количеством обработок против вредителей [3].

С помощью методов размножения растений в культуре *in vitro* можно получить качественный и оздоровленный посадочный материал хмеля полностью идентичный материнскому организму.

Цель работы - оценка влияния состава питательной среды на рост и развитие микропобегов хмеля сорта «Подвязный».

В качестве объекта исследования использовали стерильные морфогенные экспланты опытных образцов сорта хмеля «Подвязный».

Растения культивировали на питательных средах MS, отличающихся по содержанию цитокининов: кинетин (6-фурфуриламинопурин) в концентрации 1 мл/л и 2-иР (2-изопентаденин) 1 мл/л.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфогенез микропобегов хмеля на средах с разной концентрацией фитогормонов

1 Кп + 0,1 IAA							
К-во дней	к-во побегов, шт	ср. L ст., см	к-во узл.шт	ср. к-во листьев	каллус	ср. к-во корней	ср. L корня, см
14	1,06 ± 0,1	0,32 ± 0,07	0,65 ± 0,12	0,88 ± 0,24	0	0	0
28	1,47 ± 0,12	1,39 ± 0,27	1,81 ± 0,32	3,29 ± 0,60	0,47 ± 12	0,53 ± 0,36	0,14± 0,08
35	1,59 ± 0,12	1,85 ± 0,40	2,12 ± 0,31	4,15 ± 0,63	0,59 ± 0,12	0,76 ± 0,42	0,26± 0,14
56	1,88 ± 0,12	2,59 ± 0,53	3,15 ± 0,39	6,07 ± 0,78	0,75 ± 0,11	1,69 ± 0,60	0,81± 0,26
1 2-ip +0,1 IAA							
14	1,26 ± 0,10	0,33 ± 0,04	0,74 ± 0,10	1,05 ± 0,18	0,47 ± 0,12	0	0
28	1,79 ± 0,10	1,19 ± 0,12	1,76 ± 0,14	3,37 ± 0,27	0,53 ± 0,12	1,42± 0,94	0,17± 0,08
35	1,74 ± 0,10	1,80 ± 0,21	2,76 ± 0,21	4,71± 0,40	0,74± 0,10	1,53± 1,03	0,24± 0,11
56	1,83± 0,09	3,24± 0,40	3,67± 0,27	7,06± 0,51	0,94± 0,06	1,06± 0,33	0,70± 0,19

По результатам исследования было выявлено, что наибольшая длина микропобегов хмеля сорта «Подвязный» наблюдается при использовании среды, содержащей цитокинин 2-ip, количество узлов и листьев также соответственно выше на 16,5 % и 16,3 %, каллусообразование происходит в более ранние сроки на данной среде, чем при использовании среды с кинетином. Рост корней на среде, содержащей 2-ip происходит также интенсивнее, чем на средах, содержащих в качестве цитокинина кинетин.

Таким образом, можно сделать вывод, что существует влияние фитогормонов в питательной среде на морфогенез каллусов *in vitro*.

Список источников

1. Христюк А.В. Технология использования хмеля в пивоварении / А.В. Христюк, Г.И. Касьянов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1(296). – С. 46-50.
2. Касьянов Г.И., Соболев Э.М., Христюк А.В. Применение комплексного экстракта хмеля в пивоваренном производстве// Труды КНИИХП. — Краснодар: КНИИХП. 2000. Вып. 4. С. 187–188
3. Перспективы повышения эффективности хмелеводческого кластера Чувашской Республики / А.И. Захаров, О.В. Евграфов, А.Е. Макушев [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4, № 2(14). – С. 111-118.

Юнусова М.Д.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

РАЗРАБОТКА И ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ СШИВАНИЯ ТКАНЕЙ

Аннотация. *Представлена необходимость усовершенствования ручного обвивного шва в хирургической практике и создание хирургического шивающего устройства.*

Ключевые слова: *хирургическое шивающее устройство, ручной обвивной шов, травматизация, ткани человека и животных*

Актуальность. В статье рассмотрена необходимость создания хирургического устройства для сшивания тканей, которое позволило бы снизить травматизацию сшиваемых тканей человека и животных и снизить время выполнения оперативного вмешательства.

Цель. Разработка хирургического устройства для сшивания тканей.

Проблема. В области медицины и медицинской техники, в частности, в хирургии, используются большое количество швов для различных хирургических операций, они имеют специфику применения в зависимости от вида операций и/или назначения этих швов.

Наиболее распространённым хирургическим швом считается ручной обвивной шов. Этот вид шва широко используется в хирургии из-за универсальности применения в различных операциях. Он обеспечивает прочное соединение тканей, минимизирует риск инфицирования, и в целом имеет широкий спектр применения. Этот вид шва требует от хирурга определенного уровня мастерства и опыта, так как точность и тщательность в исполнении могут существенно повлиять на результат операции и заживление раны [1].

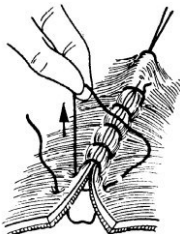


Рис. 1. Ручной обвивной шов

Описание предлагаемого устройства. Сущностью заявленного технического решения является разработка эффективного сшивающего устройства для использования в хирургической практике с применением двух зажимов, имеющих возможность возвратно-поступательного движения относительно корпуса для фиксации ткани и зубчатой передачи с роликами-толкателями для проворачивания атравматической иглы при проколе.

Применение сшивающего устройства вместо ручного обвивного шва имеет преимущество как по времени выполнения, так и по качеству выполняемого шва хирургом. Например, операция «Резекция кишки» с анастомозом «бок в бок», выполняется в среднем 2,5 - 3 часа, при этом на создание анастомоза (сообщение между органами) выходит в среднем 70 минут. При использовании заявленного технического решения создание простого шва должно составлять 6 минут, а создание анастомоза 25 минут за счет применения автоматизации - фиксации и прокола ткани.

Это обеспечивает возможность значительного сокращения общего времени выполнения операции. Создаются благоприятные условия как для хирурга, так и для пациента, т.к. обеспечивается возможность минимизировать время выполнения операции, что, как следствие, приводит к улучшению качества выполнения операции и значительному сокращению времени операционного вмешательства.

Предлагаемое техническое решение обеспечивает возможность уменьшить травмирование прошиваемых тканей, облегчить вытягивание игл и улучшить в целом качество наложения шва, при одновременном повышении удобства выполнения швов при значительном снижении времени при выполнении оперативных вмешательств [2].

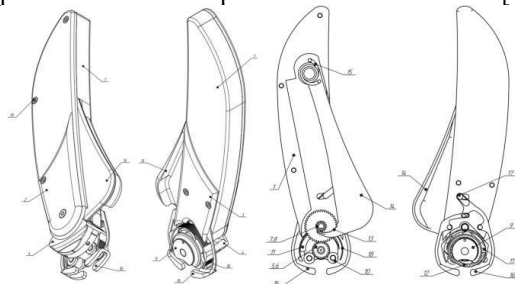


Рис. 2. Схема элементов заявленного устройства, а также механизма подачи иглы и фиксации ткани

Позиции на Рис. 2 обозначают: 1 - корпус, 2 - передняя крышка, 3 - задняя крышка, 4 - сшивающая головка, 5 - шестерня, 6 - шкив, 7 - зубчатое колесо, 8 - храповик, 9 - водило, 10 - ролики-толкатели, 11 - игольный прошивающий элемент, 12 - нить, 13 - рейка, 14 - рычаг, 15 - возвратная пружина, 16 - зажимы, 17 - штифт, 18 - затвор, 19 - винты.

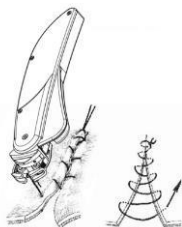


Рис. 3. Схема выполнения одним из возможных швов (швов Шмидена) сшивающим устройством для хирургии

Вывод. Таким образом, разработано эффективное сшивающее устройство хирургическое для сшивания тканей и способ выполнения шва с использованием данного устройства, позволившие достигнуть:

- снижения атравматичности вследствие того, что:
 - конструкция устройства адаптирована под современную атравматическую иглу изогнутой формы для выполнения ручного обвивного шва, что позволяет сводить к минимуму травматизацию сшиваемых тканей и создаёт наиболее благоприятные условия для заживления тканей,
 - в конструкции устройства имеются два зажима с возможностью возвратно-поступательного движения относительно корпуса для фиксации ткани и зубчатой передачи с роликами-толкателями для проворачивания атравматической иглы при проколе;
- снижение временного интервала выполнения хирургических операций вследствие облегчения вытягивания игл, что обусловлено заявленной конструкцией [2].

Список источников

1. Сибирская Е.В., Васильева М.Д. Шовные материалы и методы наложения кожных швов в акушерско-гинекологической практике. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (23): 64–71.
2. Патент на изобретение. «Устройство хирургическое для сшивания тканей и способ выполнения шва с данным устройством» <https://clck.ru/39ogcU> Информационно-поисковая система (fips.ru)

УДК 630.232

Актуганова А.В.

Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СТИМУЛЯЦИИ ВСХОЖЕСТИ
СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ БИОПРЕПАРАТАМИ И
УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ**

***Аннотация.** В статье приведены исследования влияния ультрафиолетового облучения и биопрепаратов «Байкал ЭМ-1» «НВ-101» и «Циркон» на всхожесть семян и параметры роста проростков сосны обыкновенной.*

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, семена, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, всхожесть, ультрафиолетовое облучение, биопрепараты*

Предпосевная обработка семян признана одним из эффективных способов по получению качественных всходов. Способствует ускоренному прорастанию семян, повышает жизнеспособность проростков. Физические и биологические методы обработки семян позволяют не только повысить их посевные качества, но и также повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, сопротивляемость к болезням [2,3].

Цель исследования - изучение влияния ультрафиолетового облучения и биопрепаратов на всхожесть семян сосны обыкновенной.

Объект исследования - семена сосны обыкновенной, собранные в ноябре 2018 года со средневозрастного насаждения на территории Сернурского лесничества, Бушковского участкового лесничества, Сернурского лесного участка кв. 36, выд. 37.

Методика исследования. Эксперимент по определению лабораторной всхожести семян сосны обыкновенной проводился согласно ГОСТ 13056.6-97. Семена обрабатывались ультрафиолетовым облучением на установке для предпосевной обработки семян, разработанной на кафедре эксплуатации машин и оборудования ФГБОУ ВО «ПГТУ» [2], в течение 1, 5, 10 мин. В качестве источника ультрафиолетового излучения использовалась ультрафиолетовая энергосберегающая лампа Camelion LH26 с длиной волны в

пределах 315 - 400 нм. В эксперименте использовались следующие биопрепараты - «НВ-101», «Циркон», «Байкал ЭМ-1». По истечению срока закладки, проростки сосны обыкновенной измеряли, все данные вносились в таблицы и проводилась статистическая обработка в программе Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждения. В ходе исследования были проведены сравнения динамики прорастания и всхожести в зависимости от времени обработки ультрафиолетовым облучением и биопрепаратами. Первые всходы наблюдались на 5 день эксперимента. Количество проросших семян на 5-ый день было больше в варианте с обработкой биопрепаратом «Байкал ЭМ-1» с временем облучения 1 мин (4 шт.). На 7 день отметили, что при обработке в течение 10 мин. количество проросших семян, по сравнению с контролем, увеличилось на 40%. На 10 день, наибольшее количество проросших семян было отмечено в варианте с временем обработки 10 мин (19 шт.). На 15 день учёта наибольшее количество проросших семян также было отмечено при обработке в течение 10 мин (22 шт.) Наибольшая всхожесть была отмечена при обработке семян ультрафиолетовым облучением в течение 10 минут и биопрепаратом Байкал ЭМ-1, по сравнению с контролем она увеличилась на 40% (табл.1).

Таблица 1. Влияние времени обработки ультрафиолетового облучения и биопрепаратов на всхожесть семян

Вариант	Всхожесть, %		
	НВ-101	Байкал ЭМ-1	Циркон
1 мин	16,333	18,333	14,000
5 мин	17,667	16,333	18,333
10 мин	13,000	22,333	12,333
Контроль	19,667	15,667	15,667
НСР ₀₅	5,165	4,930	4,900
Грасч. (Гтабл. = 4,07)	3,14	3,95	2,91
Доля влияния фактора, %	54,08	59,71	52,18

По результатам дисперсионного анализа, влияние времени обработки ультрафиолетовым облучением и биопрепаратами на всхожесть не доказано.

В ходе эксперимента было изучено влияние обработки ультрафиолетового облучения и биопрепаратов «НВ-101», «Циркон», «Байкал ЭМ-1» на ростовые процессы семян сосны обыкновенной (рис.1). Наибольшие длины гипокотилей и корней проростков сосны обыкновенной отмечены в вариантах с применением УФО в течение 5-10 минут и биопрепаратом «Байкал ЭМ-1», на 0,74 см и 0,28 см соответственно, больше по сравнению с контролем.

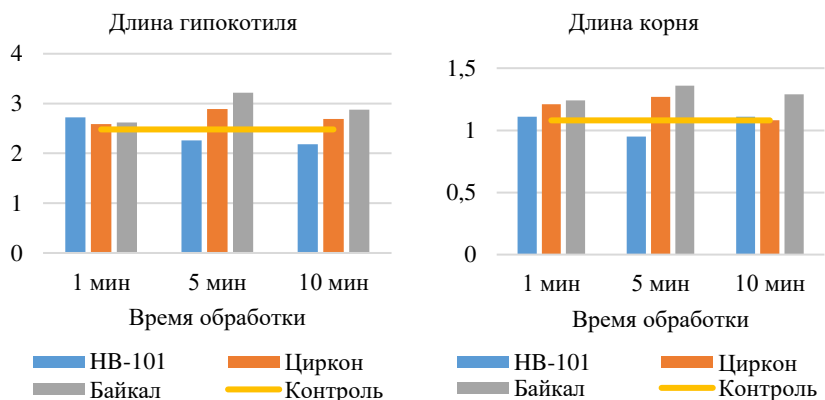


Рис. 1. Влияние обработки ультрафиолетовым облучением и биопрепаратами на длины гипокотыля и корня

Таким образом, на основании проведённых исследований для предпосевной обработки семян рекомендуется применять обработку ультрафиолетовым облучением в течение 5-10 минут с биопрепаратом «Байкал ЭМ-1».

Список источников

1. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М. 1997. - 31 с.
2. Корепанов Д.А. Влияние длинноволнового УФ облучения на повышение посевных качеств семян PINUS SILVESTRIS L. / Д.А. Корепанов, В.Ю. Романов, П.Ю. Лощенов, М.Д. Богатырёв // Лесотехнический журнал. — 2014. — С.27-28.
3. Рябинович Г.Ю. Эффективность применения предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ / Г.Ю. Рябинович, Ю.Д. Смирнова, В.О. Булычева // Бюллетень науки и практики. — 2019. — №6, С.1-8.
4. Украинцев В.С. Влияние ультрафиолетового облучения на повышение посевных качеств семян хвойных пород / В.С. Украинцев, Д.А. Корепанов, Н.П. Кондратьева, А.В. Бывальцев // Вестник Удмуртского университета. — 2011. — №1, С.1-6.

Березкин А.А.

Научный руководитель: Закамский В.А., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЛЕСОВОДСТВЕННО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК В СПЕЛЫХ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель работы - обоснование (выбор, лесоводственное обоснование) лесоводственных мероприятий при заготовке спелой древесины в ельниках, обеспечивающих максимальную степень сохранения подроста хвойных пород.

По запасам леса Кировская область занимает девятнадцатое место, а по вывозке древесины – восьмое место в России. По объемам заготовки и деревопереработки занимает ведущее место в Приволжском федеральном округе и входит в число наиболее крупных производителей европейской части Российской Федерации. Ежегодный объем вырубki составляет до 17 млн кубометров древесины.

Широкое распространение в лесопользовании Кировской области получили арендные отношения. На сегодняшний день 69.7% площади лесов, расположенных в землях лесного фонда, передано в аренду. Основным видом использования лесов в области остается заготовка древесины, путем проведения сплошных рубок леса. Объемы выполняемых лесовосстановительных работ в Кировской области обеспечивают своевременное лесовосстановление на вырубаемых площадях.

Мы учитываем, что в настоящее время сплошные рубки леса регулируются действующим Лесным кодексом и правилами заготовки древесины. В нашем случае сплошная рубка направлена на сохранение предварительного лесовозобновления, или на последующее при содействии естественному возобновлению, или в крайнем случае на создание лесных культур.

Для достижения поставленной задачи важно подобрать и оптимизировать применение технологии рубок с учетом типа леса, рельефа, наличия имеющегося жизнеспособного подроста на лесосеке, в целях обеспечить качество формирования будущего естественного насаждения. Эффективность мероприятия обусловлена снижением трудозатрат, уменьшением выхода неликвидной продукции. Лесоводственными требованиями обеспечивать наиболее эффективное естественное возобнов-

ление, сохранность почв, улучшение социально-экономических факторов. Все это возможно достичь посредством применения комплекта машин, реализующих сортиментный способ вывозки древесины, а именно использование харвестера – форвардера. Комплекс машин в перспективе позволяет одновременно закрыть все необходимые процессы подготовительного и основного этапов как валку деревьев (спиливание), очистку от сучьев, раскряжевку на сортименты, сбор сортиментов и вывоз их на верхний склад.

Одна из основных предлагаемых к использованию технологий заключается в валке деревьев строго вершиной на волок впереди работающей машины, что позволяет уменьшить повреждение подроста и повышает качество лесовосстановления (т.к. при падении дерева не травмируется жизнеспособный подрост в пасеке), увеличивает скорость заготовки - уменьшая время на очистку лесосеки от порубочных остатков (т.к. порубочные остатки не разбрасываются по пасекам лесосеки во время падения дерева).

Вторая проектируемая и используемая технология – заключается в валке деревьев вершиной перпендикулярно работающей машины. Данная технология является стандартной для операторов валочных машин, т.к. более безопасна и проста в подходе работы.

Параметры и форма лесосек при сплошных рубках определяется согласно правилам отвода и таксации. Изучаемый объект находится на арендном участке леса Кировской области. Применяемые машины харвестер и форвардер марки PONSSE, которые по своим техническим данным нашли применение в выбранных технологиях. Площадь лесосеки составляет 8.2 гектара. Насаждение смешанное, в первый ярус выделяется ель. Присутствуют древесные породы такие как пихта, сосна, береза, осина. Рельеф лесосеки сложный, разрежен оврагами с уклоном до -6°. Почвы глинистые, сырые. До выполнения заготовки древесины заложены площадки учета подроста, количеством, регламентируемым, действующими правилами. На лесосеке имеется жизнеспособный подрост с шестью единицами ели и четыре единицы пихты.

Для увеличения выхода объема ликвидной древесины с участка в техническое задание на сортименты при лесозаготовке выбранными технологиями были добавлены нововведения. При валке дерева (спиливании, срезании) оператор харвестера первый рез от основания дерева ели и пихты производил длиной не 6.1 метра, а 4.1 метра. Такой вариант заготовки позволил снизить итоговый объем выхода древесины 3-го сорта, дровяной древесины.

Выводы. Сплошные рубки леса, проводимые в целях заготовки древесины в еловых насаждениях, координируются с нормативными документами.

Комплекс машин сочетается с выбранными технологиями разработки лесосек и позволяет в полной мере сохранить жизнеспособный подрост на осваиваемом участке леса.

Качественные и количественные характеристики рубки напрямую зависят от навыков и опыта операторов машин.

Список источников

1. Лесной кодекс Российской Федерации: принят 8 ноября 2006 г. (действующая редакция от 04.08.2023).
2. Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса РФ (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 01.12.2020 № 993).
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 17 октября 2022 г. № 688 "Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о внесении изменений в Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденные приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993.
4. Проект освоения лесов арендатора леса ООО «Шварихинский».

УДК 630*232.311.3

Бурмистрова П.Л., Болдырева А.П., Иванова Н.А.

Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИЖИВАЕМОСТЬ КЛОНОВЫХ РЕПРОДУКЦИЙ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В АРХИВЕ КЛОНОВ

***Аннотация.** В статье представлены результаты приживаемости вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной, а также фитопатологический анализ состояния архива клонов.*

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, архив клонов, приживаемость, фитопатологический анализ, меры борьбы*

Гарантированное сохранение генотипов плюсовых деревьев сосны обыкновенной Республики Марий Эл и изучение наследственных свойств, осуществляется в архиве клонов (АК). Основным их назначением является концентрация в одном или нескольких пунктах и сбережение в виде вегетативного потомства плюсовых деревьев РМЭ. Также в АК возможна оценка наследственных свойств плюсовых деревьев по ОКС и СКС, кроме того, клоны оценивают по таким показателям как быстрота роста, форма кроны, сроки начала и окончания вегетации, особенности цветения и семеношения, урожайность и качество семян, устойчивость к экстремальным погодным условиям, вредителям и болезням.

Цель работы – оценка приживаемости вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной, а также фитопатологический анализ состояния архива клонов.

Объекты исследования. Вегетативное потомство плюсовых деревьев сосны обыкновенной расположено в Учебно-опытном участке в лесничестве в 84 квартале, 27 и 29 выделе. Площадь АК – 1,8 га. Размещение посадочных мест: расстояние между рядами 4,0 м шаг посадки 1,0 м.

Результаты исследования. При закладке АК было высажено 2222 раметы 51 плюсового дерева. Для определения приживаемости клонов на участке было подсчитано количество оставшихся рамет 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%

По сохранности клоны можно разделить на четыре группы: очень низкой сохранности – до 25,0%; низкой сохранности 25,1-50,0%; средней сохранности 50,1-75,0%; высокой сохранности выше 75,1%.



Рис. 1. Распределение клона сосны по группам сохранности

Анализ диаграммы (рис.1) показал, что 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. В ходе обследования участка были обнаружены очаги болезней и вредителей.

Осенью в 2023 году был проведен фитопатологический анализ состояния объекта, как индикатор биологического состояния. Были выявлены два вредителя и одно грибковое заболевание (рис 1-3).



Рис. 1. Повреждения летним побеговыюном



Рис. 2. Повреждения пилильщика-ткача



Рис. 3. Поражение обыкновенным шютте

Летний побеговыюн (*Rhyacionia duplana*) — это чешуекрылое насекомое из семейства листоверток. Повреждает сосну обыкновенную и Банкса. Опасный вредитель 3-6 летних сосновых молодняков. Гусеница вгрызается в побег, прокладывает в нём ходы, от чего верхушка побега искривляется и засыхает. При ежегодно повторяющихся повреждениях образуются так называемые «ведьмины метлы», т. е. пучки коротких побегов или кушение. *Меры борьбы:* Для защиты проводят наземное опрыскивание инсектицидами. Химическую обработку проводят обычно в конце мая – начале июня, когда гусеницы, вышедшие из яиц, некоторое время живут открыто. Также применяют феромонные ловушки.

Пилильщик-ткач одиночный (*Acantholyda hieroglyphica* (Christ.)) – это перепончатокрылое насекомое. Повреждает хвою сосны. Личинки объедают хвою на побегах текущего года, опутывая их при этом паутиной. Ослабляет молодые деревца, снижая их прирост и устойчивость к негативным факторам. *Меры борьбы:* производят сбор и уничтожение паутинных гнезд с личинками. При появлении личинок ткача на значительной площади и в большом количестве

целесообразно опрыскивание инсектицидом по личинкам младших возрастов.

Обыкновенное шютте сосны (возбудитель – гриб *Lophodermium seditiosum*). Поражаются сеянцы в питомниках, саженцы и культуры сосны до 6-летнего возраста. Весной пораженная хвоя краснеет, и на ней образуется спороношение гриба в виде многочисленных мелких черных штрихов. *Меры борьбы*: для защиты от этой болезни растения опрыскивают препаратами Фундазол и Топсин-М.

Вывод. Приживаемость клонов в среднем составила 79,4%. В ходе обследования участка были обнаружены саженцы, подвергшиеся болезням и вредителям. Для предотвращения распространения болезней и вредителей необходимо производить детальный надзор, путем перечета деревьев по категориям состояния (здоровые и поврежденные) с указанием степени повреждения. Если на участке повреждено 30 % деревьев и более, в том числе более 10 % в сильной степени, то заселенность вредителем высокая, необходимы защитные мероприятия.

Список источников

1. Камкин В.А., Абеуов С.К. Л-50 Лесная фитопатология: учебно-методическое пособие для студентов лесохозяйственных и сельскохозяйственных специальностей высших учебных заведений / В.А. Камкин, С.К. Абеуов. - Павлодар: Кереку, 2017. - 150 с.

УДК 630

Вавилин Н.А.

Научный руководитель: Денисов С.А., д-р с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В СЕГИЛЕЕВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Проведено сравнение статистических показателей высоты сосны и дуба в 7-летних смешанных культурах в Сенгилеевском лесничестве Ульяновской области. Установлено, что в условиях сухих дубрав вполне оправданно создавать культуры дуба посевом желудей с последующим дополнением сосной до доведения первоначальной плотности до расчетной.

Ключевые слова: способ лесовосстановления, лесные культуры, дуб черешчатый, сосна обыкновенная, технология посадки, лесостепь

«Основным способом лесовосстановления в Ульяновской области является искусственное, которое позволяет активно влиять на породный состав древостоев, ускорять процессы восстановления вырубаемых площадей и повышать продуктивность лесов [Лесной план, 2019].

В Сенгилеевском лесничестве в сухих и свежих дубравных условиях культуры дуба создают посевом желудей, после осенней инвентаризации дополнение проводят сеянцами сосны обыкновенной, доля которого зависит от всхожести желудей.

Общая цель работы - изучение критериев роста культур дуба в смешении с сосной в условиях Д₁, типе леса дубняк осоково-снытьевый (ДООСН) Сенгилеевского лесничества.

Программа работ состояла из основных вопросов, таких как: изучить особенности технологии производства культур дуба черешчатого в Сенгилеевском лесничестве; проанализировать показатели роста 7-летних культур дуба с сравнением с сосной в смешанных культурах.

Леса правобережья Куйбышевского водохранилища характеризуются участием в составе насаждений широколиственных пород, дуба, липы с примесью клена остролистного и осины с примесью березы. На территории Елаурского, Сенгилеевского участков лесничеств наибольшее распространение имеют серые и темно-серые лесные легко-суглинистые, суглинистые и тяжелосуглинистые почвы. На них произрастают осиновые, березовые насаждения 2 и реже 1 и 3 класса бонитета и липовые, дубовые древостои 4-3 класса бонитетов.

Проблемы лесовосстановления дуба типичны для лесничеств Ульяновской области. «С 40-летнего возраста в смешанных дубово-сосновых насаждениях естественного происхождения наблюдается интенсивный рост дуба и, как следствие, его устойчивое положение в смешанном насаждении с индифферентным отношением к сосне» [Решетников, Сторожишина, 2014].

«Создание культур сосны, березы и дуба на гарях в лесостепи проводится посадкой сеянцев, но посев желудей и семян сосны во влажную прогретую почву показал лучшие результаты. Это не исключает создание культур в лесостепи посевом семян при соблюдении высокой агротехники их создания» [Сиволапов, Алиев, Чеботарев, 2013].

С целью изучения состояния и роста культур сосны в натуре было заложено три пробных площади с культурами дуба с сосной в возрасте 7 лет. Затем проводилось детальное описание как места произ-

водства культур, так и самих культур, дана визуальная оценка состояния культур.

Тип лесорастительных условий Д₁, тип леса дубняк осоково-снытьевый (ДООСН). Схема смешения Д-Д-Д. По проекту они создавались как чистые дубовые культуры с дополнением после инвентаризации сеянцами сосны обыкновенной. Подготовка почвы проводилась бороздами плугом ПКЛ-70 с трактором МТЗ-82 через 3 метра, шаг высева желудей 0,5 м. Высевались желуди осенью в лунки с помощью меча Колесова.

Статистические показатели высоты дуба и сосны в культурах зафиксированы в таблице 1. Из-за различной всхожести желудей дуба было проведено дополнение сосной, количество которой в культурах оказалось разным.

Дуб по высоте обгоняет сосну в культурах с его господствующим положением на ПП1 и ПП3. На ПП2, где соотношение дуба и сосны равное, дуб чуть отстает в росте. По высоте для дуба свойственно очень значительные отличия между минимальными и максимальными значениями, из-за чего коэффициент вариации составляет 41,1 на ПП1, 47,2 на ПП2, 30,9% на ПП3.

Таблица 1. Статистические показатели высоты сосны и дуба в 7-летних смешанных культурах

Соотношение пород в культурах	Порода	Среднее	Стандартная ошибка	Минимум	Максимум	C, %	P, %
ПП1, 80Д20С	дуб	0,66	0,03	0,20	1,58	41,13	4,57
	сосна	0,48	0,06	0,20	1,02	53,65	12,31
ПП2, 50Д50С	дуб	0,34	0,02	0,18	0,92	47,19	6,54
	сосна	0,46	0,03	0,20	1,29	41,14	5,94
ПП3, 90Д10С	дуб	0,82	0,03	0,30	1,53	30,71	3,26
	сосна	0,75	0,08	0,40	1,14	31,89	10,08

Таким образом, можно сделать основной вывод, что в условиях сухих дубрав вполне оправданно создавать культуры дуба посевом желудей с последующим дополнением сосной до доведения первоначальной

густоты до расчетной. Многие исследователи указывают, что сосна и дуб не оказывают отрицательного влияния на рост друг друга. Естественное возобновление дуба, как показывает практика, происходит вегетативным способом, что отражается в формировании низкобонитетных насаждений.

Список источников

1. Лесной план Ульяновской области/ Электронный ресурс: <http://law.ulgov.ru/doc/13992>
2. Решетников В.Ф., Сторожишина К.М. Изучение межвидового влияния дуба и сосны как научная основа выращивания смешанных фитоценозов/ Труды БГТУ. №1. Лесное хозяйство. 2014, №1 С. 88-90.
3. Сиволапов А.И., Алиев Э.В., Чеботарев В.В. Особенности создания культур сосны, березы и дуба на гарях Усманского бора // Современные проблемы науки и образования. – 2013. № 6.: URL <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11561>

УДК 631.53.011

Гордеева Д.В.

Научный руководитель: Криворотова Т.Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

***Аннотация.** В статье изучено влияние биостимуляторов на ростовые процессы сеянцев сосны обыкновенной и определены концентрации, вызывающие стимулирующий эффект.*

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, сеянцы, стимулятор, концентрации растворов*

В последнее время стимуляторы роста широко используются в сельском хозяйстве, однако в лесном хозяйстве они практически не применяются [1]. Применение биостимуляторов для выращивания посадочного материала хвойных пород высокого качества является

одной из перспективных направлений. Они стимулируют ростовые процессы, увеличивают зеленую массу, повышают устойчивость к различным заболеваниям и неблагоприятным факторам окружающей среды. Однако данные препараты могут оказать как активирующее, так и ингибирующее действие на растения, поэтому необходимо совершенствовать методики выращивания хвойных пород с использованием стимуляторов роста [2].

Цель работы – оценить воздействие корневой подкормки на биометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной с ЗКС в зависимости от концентрации применяемых стимуляторов.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на базе Ботанического сада – института Поволжского государственного технологического университета в тепличном комплексе.

Объектом исследования являются сеянцы сосны обыкновенной с закрытой корневой системой (ЗКС). Обработку стимуляторами проводили на сеянцах 3 ротации, произрастающих в тепличном комплексе, посев был произведен 9 июня 2023 г. Периодичность корневой подкормки составила четырехкратная. После внесения препаратов были проведены биометрические измерения высоты и длины хвои сеянцев.

В опыте применяли 3 концентрации каждого стимулятора (табл. 1). Для проведения опытов использовали стимуляторы: НВ 101, Новосил, Суспензию хлореллы. Контролем являлись сеянцы сосны обыкновенной, подкормка которых не осуществлялась.

Таблица 1. Варианты концентрации стимуляторов роста

Стимулятор	Номер варианта		
	1	2*	3
НВ 101	1 кап./л воды (Н.1)	2 кап./л воды (Н.2)	3 кап./л воды (Н.3)
Новосил	3,3 мл/л воды (Нв.1)	6,7 мл/л воды (Нв.2)	13,3 мл/л воды (Нв.3)
Суспензия хлореллы	25 мл/л воды (СХ.1)	50 мл/л воды (СХ.2)	100 мл/л воды (СХ.3)

Примечание. Звездочкой отмечена концентрация, рекомендуемая производителем для сельскохозяйственных культур.

Результаты исследования. Оценку биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной проводили по следующим показателям: высота и длина хвои сеянца. Результаты применения стимуляторов на высоту и длину хвои представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Статистические показатели высоты сеянцев

Стимулятор / Номер варианта	X, см	Sx	б	min	max	V, %	P, %
Н.1	20,1	0,2	1,6	16	23	8,1	0,9
Н.2	19,0	0,3	2,2	6,5	23,3	11,7	1,3
Н.3	18,7	0,2	1,4	14,5	22,5	7,6	0,9
Нв.1	15,2	0,2	2,2	4	19	14,2	1,6
Нв.2	12,5	0,5	4,2	3	17,2	33,6	3,9
Нв.3	10,6	0,5	4,3	3	17	40,4	4,7
CX.1	14,4	0,2	1,5	8	17,5	10,3	1,1
CX.2	15,1	0,2	1,3	11	18,2	8,6	1,0
CX.3	15,0	0,2	1,7	10,5	18,5	11,0	1,2
Контроль	18,1	0,2	1,3	14	22,5	7,1	0,8

Примечание: *X* – среднее значение признака, *Sx* – стандартная ошибка, *б* – среднеквадратическое отклонение, *min* – минимальное значение, *max* – максимальное значение, *V* – коэффициент изменчивости, *P* – точность опыта.

По данным табл.2 минимальное значение высоты в НВ 101 составило 14,5 см (Н.3), Новосиле – 3 см (Нв.2 и Нв.3), Суспензии хлореллы – 8 см (Сх.1). Максимальное значение в НВ 101 – 23,3 см (Н.2), Новосиле – 19 см (Нв.1), Суспензии хлореллы – 18,5 см (Сх.3).

Таблица 3. Статистические показатели длины хвои

Стимулятор / Но- мер варианта	X, мм	Sx	б	min	max	V, %	P, %
Н.1	4,2	0,1	0,5	3,0	5,3	11,2	1,3
Н.2	4,2	0,1	0,6	1,3	5,9	14,8	1,7
Н.3	4,3	0,1	0,5	3,0	5,2	10,8	1,2
Нв.1	3,9	0,1	0,5	1,5	5,0	13,9	1,5
Нв.2	3,6	0,1	0,8	1,5	5,0	22,7	2,6
Нв.3	3,4	0,1	0,9	1,4	4,7	26,5	3,1
CX.1	3,8	0,1	0,4	2,4	4,7	11,7	1,3
CX.2	3,7	0,1	0,5	2,6	4,9	13,9	1,6
CX.3	3,8	0,1	0,5	2,9	5,1	13,1	1,5
Контроль	4,1	0,1	0,6	2,3	5,2	13,8	1,6

По данным табл.3 минимальное значение длины хвои в НВ 101 составило 4,2 см (Н.2), в Новосиле - 3,4 см (Нв.3), в Суспензии хлореллы – 3,7 (Сх.2). Максимальное значение в НВ 101 – 4,3 см (Н.3), в Новосиле – 3,9 (Нв.1), Суспензии хлореллы – 3,8 см (Сх.3).

Выводы. Применение стимуляторов роста оказывает влияние на биометрические показатели сосны обыкновенной. Наиболее эффективным препаратом оказался НВ 101, он превзошел контроль по высоте и длине хвои во всех концентрациях. Новосил оказал ингибирующее действие на все показатели во всех концентрациях. Суспензия хлореллы на рост и длину хвои семян сосны влияния не оказала.

Список источников

1. Влияние стимуляторов роста на повышение всхожести семян сосны и ели / Н.А. Демина, Н.Н. Васильева, Д.Х. Файзулин, Т.М. Дуркина // Актуальные вопросы таежного и притундрового лесоводства на Европейском Севере России: материалы научно-практической конференции, Архангельск, 23–24 ноября 2023 года. – Москва: Т8 Издательские Технологии, 2023. – С. 111-117.
2. Устинова Т.С. Изучение влияния биопрепаратов на рост семян хвойных пород / Т.С. Устинова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 39. – С. 92-95

УДК 630

Знобишин А.М.

Научный руководитель: Денисов С.А., д-р с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ВЫБОР МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СЕНГИЛЕЕВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** Принимая во внимание приведенные условия и факторы лесостепной зоны, влияющие на лесовосстановление в сухих судубравах Сенгилеевского лесничества Ульяновской области, определены наиболее предпочтительные методы создания сосновых древостоев.*

***Ключевые слова:** сосна, методы лесовосстановления, искусственное восстановление леса, лесные культуры, сухие судубравы, лесостепь*

Правилами лесовосстановления (2021) определены 3 способа лесовосстановления, естественный, искусственный и комбинированный. Их соотношение определяется лесоустройством. Для Ульяновской области

большую долю составляет искусственное лесовосстановление сосны из-за ограниченных возможностей ее самовозобновления и природно-климатических условий. «Сосновые и сосново-широколиственные ассоциации в прошлые времена доминировали на территории Приволжской возвышенности. В настоящее время сосна встречается, в основном, на бедных супесчаных почвах и достаточно редко – на суглинистых. Это связано с нерациональной хозяйственной деятельностью человека, который вывел сосну из первого яруса на многих территориях, и по сложившимся объективным причинам естественное возобновление её в данных древостоях прекратилось» [Бабинцева и др., 2010].

Сенгилеевское лесничество относится к лесостепной зоне. Климат территории расположения лесничества отличается своеобразием, в связи с его географическим расположением и местными особенностями физико-географических условий и непосредственной близостью Куйбышевского водохранилища. Общей чертой климата данного района является его континентальность, выраженная резкими температурными колебаниями и быстрым переходом от одного времени года к другому. Это подчеркивает наибольшую длительность и некоторую засушливость весны, что следует учитывать при проведении лесокультурных работ. Почвенный покров отличается большим разнообразием и представлен богатым и сложным сочетанием разновидностей серых оподзоленных лесных и перегнойно-карбонатных почв.

Цель исследования – изучить технологию создания и темпы роста культур сосны обыкновенной, созданных в сухих судубравах, типе леса сосняк майниково-травяный (Мтр) на темно-серых лесных почвах Сенгилеевского лесничества.

Задача заключалась в проведении исследований с измерением высоты и диаметра культур сосны, изучением их состояния, выполнением анализа показателей роста.

Объекты исследований - лесные культуры сосны в 3, 8 и 30-летнем возрасте в лесном фонде ГКУ «Сенгилеевское лесничество» Министерства природных ресурсов и экологии Ульяновской области.

Обработка почвы проводилась частичная бороздная плугом ПЛ-1 с ТДТ-55, посадка 2-летних сеянцев сосны в более молодых культурах проводилась вручную мечом Колесова, в 8-летних механизированная МЛУ-1 с трактором ТДТ-55. Густота при размещении 3*0,5м составила 6,6 тыс. шт./га. За культурами проводились агротехнические уходы в течение 4 лет после посадки.

Для лесохозяйственных предприятий (лесничеств), соотношение способов лесовосстановления с учетом состояния лесного фонда, при-

родно-климатических, лесорастительных условий и других факторов на десятилетний период определяется при проведении лесоустройства. При этом как показывает многолетний опыт по результативности способов лесовосстановления, во многих лесорастительных зонах возрастает необходимость создания лесных культур как более успешного способа лесовосстановления хозяйственно ценных пород, в частности, сосны обыкновенной. В таблице 1 указаны статистические показатели высоты культур сосны обыкновенной разного возраста.

Таблица 1. Статистические показатели высоты культур сосны обыкновенной

Возраст культур	Среднее, м	Станд. ошибка	Станд. отклонение	min	max	C, %	P, %
3 года	0,66	0,02	0,25	0,32	1,20	37,70	3,70
3 года	0,71	0,02	0,24	0,30	1,24	33,66	3,24
8 лет	2,21	0,07	0,69	0,90	3,70	31,22	3,12
30 лет	11,1	0,61	3,40	4,00	15,40	30,68	5,51

Общими признаками приведенной выборки являются близкие значения коэффициента изменчивости, который показывает, что по высоте культуры сосны не отличаются однородностью. Минимум и максимум высот различаются в четыре раза на всех объектах сосновых культур несмотря на их разный возраст. В возрасте трех лет средний прирост высоты составляет 22-24 см, восьми лет – 28 см, 30 лет – 37 см. Сдерживание роста в высоту можно объяснить сухостью почвы и климата, которые характерны для лесостепной зоны Ульяновской области. Данные причины могут сдерживать появление и накопление подроста сосны обыкновенной.

Таким образом, принимая во внимание все выше приведенные условия и факторы, при лесовосстановлении в сухих судубравах Сengiлеевского лесничества Ульяновской области, чаще всего применяется искусственное и комбинированное лесовосстановление, которые дают большую гарантию создания сосновых древостоев.

Список источников

1. Бабинцева Р.М. Искусственное восстановление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в условиях сухих боров Ульяновской области / Р.М. Бабинцева, В.Н. Горбачев, Е.В. Титова, А.В. Туров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1(25). – С. 26-29.

Купсольцева Н.С.

Научный руководитель: Иванова Н.А., канд. с-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ФИЗИКО- БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Аннотация. Рассмотрен вопрос влияния ИК-облучения с применением биопрепаратов на всхожесть семян и биометрические параметры проростков сосны обыкновенной.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, семена, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, инфракрасное облучение, биопрепараты

Успешность искусственного лесовосстановления определяется качеством посадочного материала, оно связано с целым рядом факторов, в том числе с плодородием почвы, подверженностью всходов хвойных видов комплексу болезней. Один из способов решения этих проблем - использование биологически активных веществ, которые ускоряют прорастание семян, улучшают рост и развитие посадочного материала основных лесообразующих пород, снижают влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на сеянцы [3]. Особое внимание в настоящее время уделяется экологически безопасным природным регуляторам роста, обладающим многофункциональностью действия и низкими нормами расхода [4].

Цель исследования - изучить влияние биопрепаратов в совокупности с ИК – облучением на лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной.

Объект исследования - семена сосны обыкновенной, собранные в ноябре 2018 года со средневозрастного насаждения на территории Сернурского лесного участка кв. 36, выд. 37 Республики Марий Эл.

Методика исследования. Лабораторную всхожесть определяли согласно ГОСТу 13056.6-97 [1]. Для определения энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной, мы обрабатывали семена в установке, разработанной в Поволжском государственном технологическом университете [2]. В качестве источника инфракрасного излучения используется инфракрасная энергосберегающая лампа Ecola Spiral Color.

Обработку проводили в течение 15, 20 и 25 минут. Дополнительно после облучения семена обрабатывались биопрепаратами «Байкал ЭМ-1» и «Агат». Контрольными вариантами являлись семена без обработки и семена с классическим методом обработки - стратификацией.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были проведены сравнения энергии прорастания и всхожести в зависимости от обработки биопрепаратом и различной длительностью ИК-облучения.

Первые всходы наблюдались на 5 день эксперимента, наибольшее количество проросших семян было отмечено в стратифицированных семенах (4 шт.). В вариантах с применением биопрепарата «Байкал ЭМ-1» наибольшее количество проростков было при обработке в течение 25 минут (25 шт.), а с применением препарата «Агат» - в течение 15 минут (27 шт.). Хорошую всхожесть семена показали на 10 день, наибольшее количество проросших семян было отмечено в варианте с применением «Агата» и с временем обработки 15 мин (25 шт.).

Энергия прорастания и всхожесть являются значимыми параметрами при определении влияния ИК-излучения на семена сосны. В ходе исследования было отмечено, что в вариантах с применением биопрепарата «Агат» с увеличением времени обработки уменьшается всхожесть в 1,3 раза (табл.1).

Таблица 1. Влияние времени обработки ИК-облучением и биопрепаратами на всхожесть семян сосны обыкновенной

Вариант опыта	Всхожесть, %	
	Байкал ЭМ-1	Агат
25 мин	22,60±1,20	15,33±3,40
20 мин	20,66±1,33	20,33±1,85
15 мин	21,33±2,40	26,33±0,33
Стратификация	12,10±1,00	
Контроль	15,50±1,85	
НСР ₀₅	5,171	7,964
Грасч. (Гтабл=3,48)	7,47	3,82
Доля влияния фактора, %	74,93	60,45

На 5% уровне значимости влияние биопрепаратов «Байкал ЭМ-1» и «Агат» на всхожесть доказано. При обработке ИК-облучением в течение 15 минут и биопрепаратом «Агат» отмечено увеличение всхожести на 69,8% по сравнению с контролем.

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что по сравнению с контролем в варианте опыта с применением «Агата» и с временем обработки 20 минут длина гипокотили больше контроля на 65,6 % и на 6,8% боль-

ше стратификации, а в варианте с временем обработки 15 минут длина корня по сравнению с контролем больше на 4,6%. Длина гипокотыля с применением «Байкала ЭМ-1» и временем обработки 15 минут больше контроля на 50%, а длина корня больше контроля и стратификации на 2,7% и 16,8%, соответственно.

Таблица 2. Влияние времени обработки ИК-облучением и биопрепаратами на развитие проростков сосны обыкновенной

Вариант опыта	Агат		Байкал ЭМ-1	
	Л гипок-ля, см	Л корня, см	Л гипок-ля, см	Л корня, см
25 мин	2,27±0,20	1,03±0,07	2,27±0,16	1,11±0,05
20 мин	2,65±0,16	1,07±0,07	2,22±0,17	1,00±0,06
15 мин	2,28±0,16	1,13±0,08	2,40±0,18	1,05±0,06
Стратификация	2,48±0,16	0,95±0,10	2,48±0,16	0,95±0,10
Контроль	1,60±0,20	1,08±0,80	1,60±0,20	1,08±0,80
НСР ₀₅	0,664	0,405	0,616	1,106
Фрасч. (Fтабл=3,48)	4,14	0,35	3,32	3,04
Доля влияния фактора, %	62,37	12,14	57,05	54,86

На 5% уровне значимости влияние времени обработки на длину гипокотыля проростков доказано.

Согласно проведенным исследованиям, применение предварительной обработки семян ИК-облучением в течении 20-25 минут и дальнейшее их замачивание в рабочих растворах «Байкала ЭМ-1» и «Агата» в течение 1,5-2 часов стимулирует всхожесть и направленно изменяет скорость начальных ростовых реакций.

Список источников

1. ГОСТ 13056.6-97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. М. 1997. - 31 с.
2. Корепанов Д.А., Романов В.Ю., Васенев Е.А., Нигматуллин С.И. Установка для повышения посевных качеств семян длинноволновым ультрафиолетовым облучением // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 1(21). – С. 62-68.
3. Выращивание посадочного материала хвойных пород с использованием ростовых стимуляторов / Н.Е. Проказин, Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина и др. // Лесохоз. информация. 2015. № 1. С. 50-56. 2.
4. Яхин О.И., Лубянов А.А., Яхин И.А. Современные представления о биостимуляторах // Агрохимия. 2014. № 7. С. 85-90.

УДК 630*524.37:349.6

Батухтин А.С.

Научный руководитель: Черных Л.В., канд. с-х наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА УЩЕРБА ОТ НЕЗАКОННОЙ РУБКИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

***Аннотация.** Рассматривается вопрос расчета ущерба от незаконной рубки лесных насаждений. Методика расчета ущерба включает в себя использование специальных таблиц, нормативных актов, и программных средств для определения величины возмещения за причиненные потери лесному хозяйству.*

***Ключевые слова:** ущерб, незаконная рубка, лесные насаждения, расчет, методика*

***Введение.** Расчет ущерба от незаконной рубки является важным аспектом при рассмотрении дел по нарушениям лесного законодательства. Этот процесс требует точности, использования специальных данных и законодательных актов для объективного определения размера ущерба. На сегодняшний день, автоматизация данного процесса становится все более актуальной и необходимой для эффективного решения задач по установлению компенсаций за ущерб, причиненный лесному фонду.*

***Расчет ущерба незаконной рубки.** Расчет ущерба незаконной рубки деревьев и лесных насаждений является сложным процессом, который требует специализированных знаний и правильного применения методологии. Используя данные лесоустройства, сортиментные таблицы, и законодательные акты, инженеры лесного хозяйства могут определить точный размер ущерба, который должен быть компенсирован.*

Для успешного проведения расчета ущерба необходимо иметь исходные данные, такие как порода, диаметр пня, высота пня, разряд высот. С использованием специальных таблиц и методик определения объемов древесины растущих деревьев и древостоев, можно точно определить размер ущерба, возникшего в результате незаконной рубки лесных насаждений.

При расчете ущерба от незаконной рубки важным аспектом является учет всех возможных видов нарушений в соответствии с законодательством Российской Федерации¹, а также и соблюдение требований «методики определения размера возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства». Для объективного определения ущерба особенно должны быть учтены повышающие коэффициенты и правила, приведенные в нормативных документах.

Проведение расчета ущерба от незаконной рубки требует не только понимания методологии, но и строгой последовательности шагов для точности и объективности результата. Необходимо учитывать следующие этапы.

1. Для начала расчетов необходимо иметь точные данные о древесной породе, диаметре пня, высоте пня, разряде высот.
2. С помощью таблицы «Математические модели прогноза относительных значений диаметров на высоте 1,3 м древесных стволов основных древесных пород Среднего Поволжья» [1] и специальных формул рассчитывается относительный диаметр на высоте пня ($P_{dp(hp)}$) и диаметр ($d_{1.3}$) на высоте 1,3 м по формулам:

$$P_{dp(hp)} = c_1 \cdot hp^{c_2} - c_3 \cdot \exp(-c_4 \cdot hp);$$

$$d_{1.3} = dp_{hp} \cdot \frac{100}{P_{dp(hp)}}.$$

3. С помощью сортиментных таблиц по выбранной породе, диаметру и разряду высот определяется объем ствола в коре, а также виды древесины (деловая, дровяная, отходы и технологическое сырье). А также ликвидная и корневая древесина.
4. Используя соответствующие постановления Правительства РФ, определяется вид нарушения с соответствующим коэффициентом для расчета ущерба «Постановление Правительства РФ от 29 декабря 2018 г. N 1730 "Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства" (с изменениями и дополнениями)».

¹ Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 N 1730 (ред. от 18.12.2020) "Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства". – Режим доступа: <https://base.garant.ru/72141810/> (Дата обращения 11.02.2024)

5. В зависимости от категории защитности лесов (защитные леса, ООПТ и т.д.), размеры такс увеличиваются в определенное количество раз.
6. В зависимости от текущего года, добавляется коэффициент из «Постановление Правительства РФ от 23.12.2022 N 2405 "О применении в 2023 - 2026 годах коэффициентов к ставкам платы за единицу объема лесных ресурсов и ставкам платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности».
7. На заключительном этапе все полученные коэффициенты и данные учитываются для расчета общего ущерба от незаконной рубки.

Вышеприведенные шаги являются ключевыми для точного и объективного определения ущерба, причиненного лесному хозяйству в результате незаконной рубки, и подчеркивают важность строгой методики и возможности автоматизации процесса для правильного и надежного результата.

Заключение. Расчет ущерба от незаконной рубки лесных ресурсов требует не только глубоких знаний в области лесного хозяйства, но и применения адекватной методики, знания законодательных актов и современных технологий для точного определения размера ущерба. Автоматизация процесса расчета ущерба позволяет ускорить и упростить данную процедуру, делая ее более эффективной и объективной. Внедрение современных программных средств для расчета ущерба от незаконной рубки является важным шагом в направлении обеспечения справедливости и законности в вопросах компенсации за ущерб лесному хозяйству.

Список источников

1. Черных В.Л., Черных Л.В., Черных Д.В., Денисов А.С. Модель сбига комлевой части стволов основных древесных пород хвойно-широколиственных лесов Среднего Поволжья // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер: Лес. Экология. Природопользование. 2022. № 2 (54) С. 40–54. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2022.2.40>.

Исаев А.Л.

Научный руководитель: Попова Н.Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРАВОВОЙ СТАТУС ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

***Аннотация.** На территории Чувашской Республики функционируют 68 ООПТ, включающие разнообразные природные комплексы. Управление ООПТ осуществляется на двух уровнях – федеральном и региональном.*

***Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, благоприятная окружающая среда, субъекты Российской Федерации, федеральное и региональное значение*

Особо охраняемым природным территориям отведена важная роль в устойчивом управлении природопользованием. Особо охраняемые природные территории призваны сохранять уникальные биосферы, исключенные из традиционного, интенсивного хозяйственного оборота и предназначенные для сохранения экологического равновесия, поддержания среды жизни и здоровья человека.

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) относятся к объектам общенационального достояния. В статье 72 Конституции РФ в исчерпывающем перечне предметов совместного ведения РФ и её субъектов в пункте «д» указано об ООПТ. Российская Федерация совместно с её субъектами устанавливает категории и виды, государственный кадастр ООПТ, порядок осуществления управления, контроля и охраны данными территориями. Законодательством разграничиваются полномочия федеральных органов и органов власти субъектов РФ в этой сфере, а также органов местного самоуправления. Ведь именно ООПТ способствует поддержанию экологического равновесия и биологического разнообразия в стране.

В Федеральном законе от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (далее – Федеральный закон № 33-ФЗ) закреплено определение ООПТ, под которыми понимаются участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над

ними, где располагаются природные комплексы и объекты, объекты растительного и животного мира, естественные экологические системы, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

С учетом различия в правовом статусе, особенностей режима охраны и использования, предусмотренных Федеральным законом № 33-ФЗ, в нем выделены следующие категории ООПТ: государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады.

В Чувашской Республике отношения в области организации, охраны и использования ООПТ регулируются Законом Чувашской Республики от 15 апреля 1996 г. № 5 «Об особо охраняемых природных территориях в Чувашской Республике».

Важнейшей частью рекреационного потенциала региона являются ООПТ, сохранившиеся в естественном состоянии и обладающие уникальными возможностями для рекреации, туризма и спорта. С целью сохранения биологического разнообразия в условиях стремительного возрастания антропогенного воздействия на редкие и уникальные экологические системы следует разработать эффективное правовое регулирование оборота и использование ООПТ регионального значения.

Всего в границах Чувашской Республики по состоянию на 2024 год создано 68 ООПТ федерального, регионального и местного значения. Из них 2 ООПТ федерального, 33 регионального и 33 местного значения.

ООПТ федерального значения – государственный природный заповедник «Присурский», Национальный парк «Чаваш Вармане». Среди ООПТ регионального значения действуют 22 государственных природных заказников, 10 памятников природы, этноприродный парк им. А.П. Айдака. Все ООПТ местного значения отнесены к категории памятные места природного места.

Общая площадь всех ООПТ составляет 82,2 тыс. га, в том числе федерального значения – 34,35 тыс. га., регионального значения – 47,35 тыс. га., местного значения – 0,46 тыс. га. Доля площади, занятой ООПТ, составляет 4,5 % от всей площади Чувашской Республики.

Для предотвращения неблагоприятных антропогенных воздействий на государственные природные заповедники, национальные парки,

природные парки и памятники природы на прилегающих к ним земельных участках создаются охранные зоны. В границах этих зон запрещается деятельность, оказывающая негативное воздействие на природные комплексы особо охраняемых природных территорий.

Положение об охранных зонах особо охраняемых природных территорий утверждает Правительство Российской Федерации. Ограничения использования земельных участков и водных объектов в границах охранной зоны устанавливаются решением о ее установлении.

Обязательным приложением к решению о создании особо охраняемой природной территории являются сведения о границах такой территории, которые должны содержать:

- графическое описание местоположения границ такой территории;
- перечень координат характерных точек этих границ в системе координат, используемой для ЕГРН.

На территории Российской Федерации ведется Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий (приказом Минприроды России от 19.03.2012 № 69). Кадастр является систематизированным сводом документированной информации об особо охраняемых природных территориях федерального, регионального и местного значения.

Сведения кадастра носят открытый характер, за исключением сведений, отнесенных законодательством РФ к категории ограниченного доступа.

Список источников

1. Лунева Е.В. Правовой режим земельных участков в особо охраняемых природных территориях. – М.: Статут. – 2018. – 27 с.
2. Яковлева И.А. Актуальные вопросы развития системы особо охраняемых природных территорий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12 (часть 2) – С. 438-443.

Кесарева А.Ю., Ведерникова О.В.

Научный руководитель: Черных В.Л., д-р с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

БИОПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДРОСТА ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ СУВОДСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** Выполнен обзор методики изучения биопродуктивности подроста и сбора экспериментального материала для составления объемных таблиц с учетом региональных особенностей роста лесных фитоценозов, позволяющих учитывать размеры маломерных стволов подроста.*

***Ключевые слова:** биопродуктивность, фитомасса, подрост, сосняки, таблицы объемов*

Введение. Биологическая продуктивность представляет собой фундаментальное свойство биосферы, означающее способность живого вещества воспроизводить биомассу и образовывать тем самым биотический покров [1]. Сегодня биологическая продуктивность лесов рассматривается как их основная характеристика, определяющая ход процессов в лесных экосистемах и используемая в целях экологического мониторинга, устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов [2]. Поскольку изучением биологической продуктивности древостоев заинтересовались сравнительно недавно, то определение фитомассы некоторых компонентов лесного фитоценоза остается недостаточно изученным вопросом.

В биопродукционном процессе кроме древостоя активное участие принимают нижние яруса растительности: подрост, подлесок и живой напочвенный покров [3]. Также подрост имеет важное лесоводственное значение, являясь источником формирования нового древостоя и восстановления лесов [4].

Кроме этого, при проведении анализа хода роста насаждений и других научных исследованиях приходится иметь дело с небольшими по своим размерам стволами, объем которых не представляется возможным найти по имеющимся объемным таблицам. В существующих таблицах входными данными для определения объема стволов является древесная порода, диаметр ствола на высоте 1,3 м и его высота. В силу этого при оценке таксационных показателей, в том числе подроста, такие таблицы использовать сложно, а при высоте древесной породы ме-

нее 1,3 м даже невозможно. Следовательно, учет объемных характеристик ствола, прироста стволочной древесины, естественного отпада и других показателей проводится с низкой точностью. Существует необходимость составления таблиц объемов стволов с учетом региональных особенностей роста лесных фитоценозов, которые бы позволяли учитывать маломерные стволы.

Цель работы – разработка методики для определения фитомассы подроста, с последующим составлением объемных таблиц по породам подроста.

Объектом исследования являются методы исследования структуры фитомассы подроста под пологом леса. Предмет исследования – методические подходы для определения биопродуктивности подроста, растущего в условиях Суводского лесничества Кировской области.

На территории Советского района Кировской области хвойные и мягколиственные насаждения занимают примерно одинаковые площади (46 % и 53 % соответственно). Под пологом формируется подрост сосны обыкновенной, ели европейской, березы повислой, осины. На территории Суводского лесничества преобладающими породами являются сосна, ель, береза и осина. Насаждения с преобладанием березы занимают 30,1 %, с преобладанием сосны – 28,7 %, ели – 28,0 % площади покрытых лесом земель лесничества¹.

Сбор экспериментального материала рекомендуется проводить на пробных площадях по методу круговых площадок постоянного радиуса.

Для дальнейшей разработки объемных таблиц по наиболее встречаемым породам необходимо выполнить измерения модельных деревьев подроста. Для этого модели необходимо выбирать по способу случайной систематической выборки. Общее количество отобранных модельных экземпляров подроста древесных пород должно составлять не менее 25 штук с равномерным распределением их по группам высот.

У каждого модельного дерева подроста измеряются основные таксационные показатели: возраст, высота ствола, протяженность кроны, диаметр на относительных высотах, двойная толщина коры и возраст на относительных высотах ствола (0,1 h). Данные показатели позволят составить местные объемные таблицы, в которых в качестве независимых переменных включаются древесная порода, высота и диаметр на половине высоты ствола (0,5 h), что обеспечит возможность их использования при определении таксационных показателей для маломерных ство-

¹ Лесохозяйственный регламент Суводского лесничества Кировской области на 2019 - 2028 годы. Утв. Постановлением Правительства Кировской области от 05.09.2018 № 425-П.

лов подростa с учетом условий произрастания лесной экосистемы на территории юго-западной части Кировской области.

Кроме того, в таблицы объемов включаются характеристики фитомассы деревьев подростa. Сбор экспериментальных данных о фитомассе проводится по четырем составляющим фракциям: хвоя (листья), ветки, ствол и корни. Каждая фракция подлежит взвешиванию. Для дальнейшего определения массы фракций фитомассы подростa в абсолютно сухом состоянии выбираются навески каждого компонента массой, не превышающей 50 г.

Взятые образцы высушиваются в сушильном шкафу при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$. Образцы считают высушенными, если изменение массы контрольных образцов между двумя последовательными взвешиваниями, проведенными с интервалом 2 ч, не превышает 1,0 %. Результаты взвешивания фитомассы подростa в абсолютно сухом состоянии служат для определения влажности образцов в относительных единицах.

Данные об объеме и массе фитомассы модельных деревьев в абсолютно сухом состоянии по фракциям являются основой для разработки регрессионных моделей.

Выводы. Приведенная методика имеет определенные преимущества. Отбор модельных деревьев по грациям высот, измерение диаметров, возрастов и толщины коры на относительных высотах позволит сформировать объемные таблицы с учетом диаметра на половине высоты стволов подростa с параметрами по фитомассе.

Определение структуры биопродуктивности подростa позволит дополнить объемные таблицы показателями фракций фитомассы древесных пород подростa, что имеет научное и практическое значение.

Список источников

1. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / М.: Наука, 1993. – 293 с.
2. Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений / Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - 148 с.
3. Трофимова И.Л. Надземная фитомасса и ее годовая продукция в спелых сосняках Среднего Урала: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.03.02 / Трофимова Ия Леонидовна; [Место защиты: Ур. гос. лесотехн. ун-т]. - Екатеринбург, 2015. - 24 с.
4. Закамский А.В., Закамская Е.С. Структура фитомассы подростa березняков неморально-травяных // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. №5-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-fitomassy-podrosta-bereznyakov-nemoralno-travyanyh> (дата обращения: 03.04.2024).

Лобанов А.С.

Научный руководитель: Домрачев А.А., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ

Аннотация. Данная тема широко актуальна в лесном хозяйстве, в частности в хвойных насаждениях. Данные, полученные при дистанционном зондировании земли помогают вовремя обнаружить очаги болезней и вредителей леса, что способствует быстрому реагированию и в дальнейшем проведению санитарно-оздоровительных мероприятий.

Ключевые слова: дистанционное зондирование земли, автоматизированные географические информационные системы

Лесные массивы являются одним из важнейших природных ресурсов нашей планеты. Они играют роль в балансе экосистем, обеспечивают улучшение качества воздуха и поддерживают биоразнообразие. Вместе с тем леса подвержены различным угрозам, таким как вырубка, пожары, болезни и вредители. В свете новых технологий, технических средств и методов учета лесных ресурсов многие её элементы значительно устарели. Традиционные методы оценки состояния лесных массивов требуют большого количества ресурсов – рабочей силы и финансов. Они также предполагают непосредственное присутствие людей на месте, что может быть опасным в некоторых случаях. Более того, эти методы могут быть недостаточно точными и подвержены человеческой ошибке [1].

В связи с этим необходимо создание и использование автоматизированных систем мониторинга лесных массивов, которые позволят контролировать их состояние, а также принимать своевременные меры для предотвращения и снижения воздействия этих угроз.

Основные идеи исследования.

Леса являются ключевым ресурсом для поддержания жизни на Земле. Они действуют как поглотители углерода и являются одним из наиболее эффективных способов борьбы с изменением климата. Они являются одним из наиболее важных источников возобновляемой энергии в виде древесного топлива — в настоящее время столько же, сколько солнечная, гидроэлектроэнергия и энергия ветра вместе взятые. Леса покрыва-

ют около 30% всей суши на Земле и являются домом для 80% наземных видов планеты (50% животных). Таким образом, они являются одним из самых ценных общественных активов на планете, который необходимо защищать от многих угроз, исходящих в основном от деятельности человека: сельского хозяйства, лесных пожаров, урбанизации, нерегулируемой добычи древесины.

Дистанционное зондирование, прежде всего, основано на платформах: спутниковых, самолётах, БПЛА и удалённых наземных приборах съёмки.

В практике используются сенсоры, работающие в оптическом, инфракрасном и радарном спектрах электромагнитных волн.

На данный момент имеются трудности с использованием ряда источников спутниковых снимков, но пока в доступе есть:

- EO Browser и Sentinel Playground от Sentinel Hub. В EO Browser можно получить снимки со средним и низким разрешением. К ним относятся неограниченные коллекции от всех миссий Sentinel, Landsat -5, 6, 7 и 8, Envisat, Meris, MODIS, GIBS и Proba-V.

- Copernicus Open Access Hub. Ранее известный, как "Sentinels Scientific Data Hub"

- EarthExplorer от USGS. EarthExplorer Все снимки получены со спутников USGS-NASA. Это Terra и Aqua MODIS, ASTER, VIIRS и многие другие.

- Космическая система «Ресурс-П» Новый аппарат Российского производства высокого разрешения.

Автоматизированные системы мониторинга играют важную роль в устойчивом управлении лесными ресурсами. Они помогают принимать более обоснованные решения, основанные на достоверной информации о состоянии лесного покрова. Это помогает лучше понимать динамику изменений в лесной экосистеме и разрабатывать меры для ее сохранения [3]

Выводы.

Дистанционное зондирование становится важнейшим методом изучения деталей лесного хозяйства. Его технологии позволяют исследовать влияние различных аномальных факторов, изменений и нарушений лесного хозяйства на количество, функцию и динамику лесов в больших пространственных масштабах.

За последние десять лет диапазон и разнообразие систем зондирования, а также разнообразие областей применения ДЗЗ по лесу претерпели значительные изменения. Для удовлетворения различных информационных потребностей в управлении лесным хозяйством используются различные источники данных, такие как полевые исследования, аэрофотосъёмка (БПЛА) и спутниковые изображения, в зависимости от требуюмо-

го уровня детализации и расширения изучаемой области. Исследования, в которых использовалось дистанционное зондирование, улучшили понимание изучаемых участков, вплоть до отдельных деревьев.

Практика дистанционного зондирования по лесу подтверждает эффективность использования картирования распределения лесных экосистем, его тщательная инвентаризация, отслеживание глобальных колебаний продуктивности растений в зависимости от сезона и трёхмерной (3D) структуры лесов.

На стратегическом уровне лесного планирования или при общем планировании распределения лесных ресурсов на обширной территории дистанционное зондирование играет не просто важную роль в оценке и мониторинге лесного покрова, а является, по сути, безальтернативным методом решения задачи сохранения лесного хозяйства и рационального его использования.

Список источников

1. Хлюстов Д.В. Автоматизация комплексной оценки лесных ресурсов и дистанционного мониторинга лесных экосистем // Лесохозяйственная информация. – 2012. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-kompleksnoy-otsenki-lesnyh-resursov-i-distantzionnogomonitoringa-lesnyh-ekosistem> (дата обращения: 18.10.2023).
2. Черных В.Л., Сысуев В.В. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 378 с.
3. Петушкова В.Б., Потапова С.О. Мониторинг и охрана лесов с применением беспилотных летательных аппаратов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-i-ohrana-lesov-s-primeneniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 20.10.2023).
4. Список доступных спутниковых снимков <https://sovzond.ru/press-center/articles/ers/5823/>

Никифорова Т.В.

Научный руководитель: Попова Н.Н., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНОЙ ОХРАНЫ НА ПРИМЕРЕ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация. *Проведен анализ эффективности осуществления лесной охраны в Чувашской Республике.*

Ключевые слова: *лесная охрана, лесное хозяйство, нарушения, незаконная рубка*

В год экологической культуры и бережного природопользования стоит задача не просто сохранения природных ресурсов, но и преумножение природного богатства. Необходимо отметить, что благодаря последовательной работе по реализации природоохранных мероприятий, Чувашская Республика не первый год оказывается в десятке лидеров экологического рейтинга Российской Федерации.

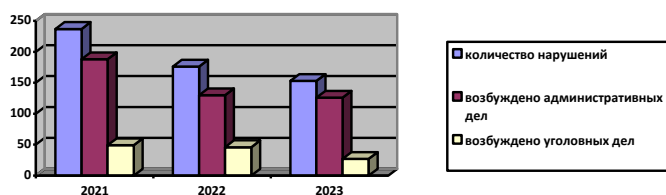
На территории Чувашской Республики общая площадь лесов составляет 30 % от всей территории республики, из которых земли лесного фонда занимают 94,3% (596,5 тыс. га.). Благодаря вовремя проведенным противопожарным и профилактическим мероприятиям на протяжении последних трех лет в республике удастся предотвратить возникновение крупных лесных пожаров. Немаловажную роль в сохранение лесов играет грамотная организация и осуществление государственного лесного контроля и лесной охраны в лесах.

В республике лесная охрана осуществляется в рамках переданных полномочий, должностными лицами аппарата Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики и казенного учреждения Чувашской Республики «Лесная охрана» Минприроды Чувашии, в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 15 декабря 2021 года № 599 «Об утверждении Порядка и Нормативов осуществления лесной охраны». Одним из важных аспектов деятельности лесной охраны является патрулирование лесов. Эффективность деятельности лесной охраны в значительной степени зависит от качества и организации патрулирования. Патрулирование лесов представляет собой систематический контроль с целью выявления

нарушителей, предотвращения браконьерства, незаконной рубки деревьев, поджогов и других видов экологически вредной деятельности. Регулярные патрули помогают выявлять проблемные зоны, где риск незаконной деятельности наиболее высок, и принимать меры по их защите.

За 12 месяцев 2023 года государственными лесными инспекторами Чувашской Республики проведено 7108 мероприятий по контролю (патрулированию) в лесах, что более чем в 2 раза больше от прошлогодних показателей. По результатам проведенных мероприятий выявлено 167 правонарушений, по которым в зависимости от тяжести нарушения, возбуждены 126 административных и 41 уголовных дел.

Результаты патрулирований лесов



В республике из года в год наблюдается положительная динамика по снижению фактов незаконных рубок лесных насаждений. За 2023 год зафиксирован 41 факт незаконной рубки общим объемом 160,98 куб. м., причинен ущерб на сумму 4980,54 тыс. руб. Средний объем незаконно вырубленной древесины на один случай на в 2023 г. составил 3,9 куб. м., в 2022 году он составил 5,3 куб. м, в 2021 году - 5,9 куб. м. Благодаря увеличению количества мероприятий по патрулированию удалось достигнуть сокращения нарушений правил пожарной безопасности в лесах на 41% по сравнению с 2022 годом. Когда лесная охрана патрулирует леса, они не только выявляют преступные действия, но и проводят образовательные мероприятия для местных жителей и посетителей лесов. Обучая людей правилам устойчивого использования лесных ресурсов и природы, они способствуют созданию осознанной экологической культуры и содействуют сохранению лесов для будущего поколения. Однако, несмотря на важность роли лесной охраны и их патрулирования, существуют вызовы и препятствия, с которыми сталкиваются сотрудники при выполнении своих обязанностей.

Одним из факторов, отрицательно влияющих на показатели лесной охраны, является дефицит кадров. Если учесть тот факт, что на террито-

рии Чувашской Республики, согласно штатной численности, полномочиями по осуществлению лесной охраны наделены 148 должностных лиц, на деле их фактическое количество составляет 90 единиц. И обеспечение штатной численности лесной охраны в субъекте входит в критерии, характеризующие осуществление переданных полномочий. Показатели по заполняемости штата по итогам 2023 года остановилась на уровне 60%. Дефицит штатной численности государственных лесных инспекторов обусловлено тем, что молодое поколение всё меньше стремится в лесную отрасль, что связано с невысоким денежным содержанием. Причина дефицита кадров заключается не только в низкой заработной плате специалистов, но и необходимости в высококвалифицированных специалистах со знанием лесного дела. Кроме того, действующее правовое регулирование требует от государственных лесных инспекторов не только обладать знаниями и навыками из сферы ведения лесного хозяйства, но и глубоких знаний в области юриспруденции: уметь ориентироваться в законодательстве, применять эти знания на практике. Недостаточное финансирование, ограниченные ресурсы и недооценка значимости работы снижают эффективность деятельности лесной охраны.

В условиях цифровизации лесной отрасли и при сохранении финансирования переданных полномочий, в том числе на проведение экспертных исследований, и финансирования затрат на техническое оснащение служебными автомобилями, современными измерительными приборами и средствами фиксации, постоянного обучения и повышения квалификации сотрудников, лесная охрана будет являться эффективным механизмом по декриминализации лесной отрасли и повышению качества лесоправления в целом в республике.

Список источников

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2023 года».
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 15 декабря 2021 г. № 599 «Об утверждении Порядка и Нормативов осуществления лесной охраны».

Останина Е.А.

Научный руководитель: Конюхова Т.А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОСИНЫ (POPULUS TREMULA L.) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

***Аннотация.** Проведен анализ вопросов продуктивности осины на территории Республики Татарстан.*

***Ключевые слова:** насаждения осины Республики Татарстан, леса Республики Татарстан, совершенствование лесоводственных мероприятий в осиновых насаждениях, плантационное лесовыращивание*

***Актуальность работы:** в связи с накоплением значительных площадей малоценных насаждений мягколиственных пород в Республике Татарстан назрела необходимость в разработке рациональных подходов сохранения мягколиственных насаждений с наилучшими лесотаксационными характеристиками с учетом значительного разнообразия лесорастительных условий, породного состава и с учетом региональных факторов.*

Татарстан относится к малолесным регионам России. Площадь Республики Татарстан составляет около 68 тыс. км². Леса произрастают на площади 1,16 млн. га (лесистость – 17,5%). Территория Татарстана характеризуется разнообразием геоморфологических и климатических условий Предволжье с максимальными высотами 276 м над уровнем моря занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности. Территория Татарстана характеризуется умеренно-континентальным типом климата средних широт, с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Самым теплым месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха 18–20°C, а самым холодным – январь со среднемесячной температурой -13°C. Продолжительность теплого периода колеблется по территории в пределах 198–209 сут, холодного – 156–167 сут. Осадки по территории распределяются сравнительно равномерно, их годовая сумма составляет 460–540 мм. Почвы отличаются большим раз-

нообразием – от серых лесных и подзолистых на севере и западе до различных видов черноземов на юге республики.

Реализовать данную задачу можно при выполнении условий системного подхода к вопросам воспроизводства лесов, лесоразведения и использования лесов. Для этого необходимо разработать долгосрочную стратегию действий. На основе проведенных ранее исследований по Республике Татарстан актуальной является концепция плантационного лесовыращивания быстрорастущих, устойчивых к сердцевинному гниению ствола генотипов осины.

Осина (*Populustremula* L.) –это одна из основных лесообразующих пород России. Это – крупное дерево, достигающее высоты 35 м и 1–1,5 м в диаметре, растет очень быстро с первых лет жизни. Хорошо себя чувствует на почвах разного гранулометрического состава – от песчаных до глинистых. Главный порок древесины — это раннее развитие в стволе ядровых гнилей в результате заражения деревьев осиновым и ложным трутовиками.

В настоящее время увеличивается доля осинников естественного происхождения. Также увеличивается и средний возраст осиновых насаждений, который в настоящее время составляет 40 лет. Это объясняется невостребованностью осиновой древесины из-за ее низких технических качеств.

Спелые и перестойные осиновые насаждения занимают площадь в 113,3 тыс. га, это почти половина (47,7%) площади, занятой данной породой. Их запас насчитывает 25,42 млн. м³, или 33,7% общего запаса спелых и перестойных древостоев Татарстана (75,25 млн м³). К возрасту рубки (41 год) сердцевинную гниль ствола имеют 16% деревьев осины, к 50 годам ей поражено почти каждое третье, а в 63 года – каждое второе дерево. Задача по разработке лесохозяйственных мероприятий по реконструкции осиновых насаждений становится актуальной на сегодняшний день.

Наиболее распространены 21–60-летние осиновые древостои. В этом возрасте древесина осины достигает технической спелости и должны проводиться интенсивные рубки, в том числе сплошные рубки, то есть полное удаление древостоя. Однако в настоящее время наблюдается накопление запасов древесины спелых и перестойных насаждений.

Вывод: на территории Республики Татарстан осина имеет естественное происхождение и распространена повсеместно. Значительные площади насаждений этой породы сосредоточены в Закамье. В последнее время в породном составе лесов Республики Татарстан возрастает доля осиновых насаждений, причем происходит накопление спелой и перестойной древесины, которая уже к 40 годам характеризуется низкими

техническими качествами. В связи со слабой устойчивостью осинников к сердцевинной гнили необходимо разработать комплекс лесохозяйственных мероприятий, включающий: уборку перестойной фаутной древесины; выделение и формирование селекционного фонда лучших в хозяйственном отношении генотипов породы; массовое размножение известных и отобранных ценных форм осины в лабораторных и тепличных условиях с последующим использованием полученного качественного посадочного материала для создания осиновых плантаций.

Список источников

1. Результаты обследования осинников Западного Закамья Республики Татарстан на наличие быстрорастущих, здоровых элитных клонов для размножения методами биотехнологии / А.Х. Газизуллин, А.С. Пуряев, Н.Р. Гарипов [и др.] // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: сб. науч. статей. – Вып. 3. – Казань: Школа, 2007.
2. Газизуллин А.Х. Отбор элитных форм осины (*Populustremula* L.) в лесах Республики Татарстан в сочетании с технологией молекулярных маркеров / А.Х. Газизуллин, Н.Р. Гарипов, А.С. Пуряев // Биотехнология: состояние и перспективы развития: матер. VI Московского междунар. конгресса. – Ч. 1. – М.: ЗАО «Экспо-Биохим-Технологии», 2011.
3. Материалы государственного лесного реестра Республики Татарстан на 01.01.2017.
4. Баранчугов Е.Г. Поражаемость осины сердцевинной гнилью и хозяйство на выращивание здоровых осинников / Е.Г. Баранчугов // Лесн. хоз-во. – 1995.
5. Демаков Ю.П. Методика использования таксационных описаний насаждений для анализа структуры и динамики древостоев / Ю.П. Демаков // Наука в условиях современности. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009.
6. Гарипов Н.Р. Структура осиновых древостоев Предволжья Республики Татарстан / Н.Р. Гарипов, А.С. Пуряев // Продуктивность лесов и биологическое разнообразие природных ландшафтов: матер. Всеросс. науч.-практич. конф. – Казань, 2016.
7. Гарипов Н.Р. Структура осинников Предкамья Республики Татарстан / Н.Р. Гарипов, А.С. Пуряев. – Текст: электронный // Лесохоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2016.

Попова А.В., Черных Л.В.

Научный руководитель: Черных В.Л., д-р. с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ФИТОМАССА ПОДЛЕСКА В СОСНЯКАХ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. Приведен анализ элементов фитомассы подлеска сосновых насаждений Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл. Установлено, что основную долю элементов фитомассы подлеска составляют надземные части, а именно ветки и ствол, за исключением можжевельника и ивы, основная доля фитомассы которых представлена хвоей и листьями.

Ключевые слова: подлесок, фитомасса, фракция, ствол, листья, хвоя, ветки, корни

Введение. В настоящее время оценка биологической продуктивности лесных насаждений выполняется в основном отдельно для каждого компонента (древостой, живой напочвенный покров, подрост, подлесок, древесные остатки и т.д.). При этом наибольшее внимание уделяется запасам древесины и недревесной продукции леса. Подлесок изучен в наименьшей степени, хотя роль его при формировании лесной среды значительна [1], также некоторые виды растений имеют экологическое и ресурсное значение.

Цель исследования – изучить структуру фитомассы подлеска сосняков на территории Республики Марий Эл.

Объектом исследования являются подлесок сосновых древостоев Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл.

Предметом исследования служат элементы (фракции) фитомассы подлеска (ствол, ветки, хвоя/листья, корни).

Экспериментальный материал собран на территории Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл. Камеральная обработка полевых материалов выполнена методом анализа лабораторных исследований.

Для определения фитомассы подлеска в сосновых насаждениях Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл было отобрано 92 древесных растения высотой не более 1,3 м семи пород: бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus*), ива козья (*Salix caprea*), клен остролистный (*Acer platanoides*), крушина ломкая (*Rhamnus frangula*), мож-

жевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus*) и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). Отбор образцов проводился по элементам (фракциям) фитомассы (ствол, ветви, хвоя/листья, корни). Растения срезали под корень и определяли вес каждого элемента, корни выкапывали и так же определяли вес. Все фракции фитомассы взвешивались в сыром виде, а затем отбирали образцы массой по 50 гр. на определение влажности, которые высушивали при температуре 105⁰С в печи. Каждый образец элемента фитомассы после высушивания взвешивался и определялась масса в абсолютно сухом состоянии.

Результаты исследований определения среднего значения фитомассы подлеска по породам в абсолютно сухом состоянии приведены на рисунке 1.

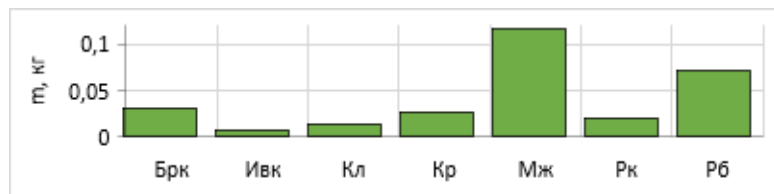


Рис. 1. Средние значения фитомассы 1 экземпляра подлеска в сосняках

Ведущая роль по накоплению фитомассы подлеска в исследуемых фитоценозах принадлежит можжевельнику и рябине. Их среднее значение составляет 0,116 кг и 0,072 кг соответственно. Фитомасса ивы не значительна и составляет 0,007 кг. Это может быть связано с тем, что большая часть можжевельника и рябины представлена более крупными экземплярами, а ива представлена небольшими размерами растений и малой численностью. Также это может быть связано с влажностью древесины стволов, листьев (хвои) и веток. Так древесина стволиков можжевельника имеет наименьшую абсолютную влажность и составляет 47%, а абсолютная влажность древесины стволиков ивы наибольшая из представленных древесных видов растений и составляет 74%. Такая же тенденция выявилась и при определении абсолютной влажности хвои и листьев. Влажность хвои можжевельника наименьшая из представленных видов растений, а листьев ивы-наибольшая и составляют 50 и 84 % соответственно.

По данным Т.А. Пристовой (2020), исследования которой проводились в производных лиственных насаждениях средней тайги установлено, что в надземной фитомассе древесных растений подлеска преобладают органы, длительно аккумулирующие органическое вещество, а

именно стволы и ветви [2]. Наши исследования в сосняках Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл (таблица 2) подтверждают эти результаты.

Согласно полученным данным, доля подземных органов древесных растений подлеска в фитомассе исследуемых фитоценозов не превышает 4%. Надземная часть фитомассы растений, длительно аккумулирующих органическое вещество, а именно стволы и ветви, находится в диапазоне от 81 до 94 % от общей фитомассы растения, за исключением можжевельника и ивы. Доля надземной части фитомассы можжевельника и ивы (ствол и ветви) не превышает 42 и 53 % соответственно.

Таблица 2. Доля участия фракций фитомассы древесных растений подлеска в сосняках

Фракции фитомассы	Порода						
	Брк	Ивк	Кл	Кр	Мж	Рк	Рб
Ствол, г	19,5	2,7	8,9	17,3	40,3	11,8	62,5
%	66	37	66	66	35	63	86
Листья/хвоя, г	1,8	3,4	2,0	2,3	65,6	2,1	5,0
%	6	47	15	9	56	11	7
Ветки, г	8,3	1,1	2,0	6,7	7,9	4,7	4,9
%	28	16	15	25	7	26	7
Корни, г			0,5		2,6		
%			4		2		
Итого, г	29,6	7,2	13,4	26,3	116,4	18,6	72,4

На ассимилирующие органы (листья, хвоя) приходится не более 15 % от общей фитомассы растений, за исключением ивы и можжевельника, на их фитомассу приходится 47 и 56 % соответственно. Это связано с небольшой массой листьев бересклета, клена, крушины, ракитника и рябины, по отношению к стволу и ветвям.

Выводы. Ведущая роль в формировании фитомассы подлеска сосняков принадлежит можжевельнику и рябине. В фитомассе древесных растений подлеска преобладают надземные органы, длительно аккумулирующие органическое вещество, а именно стволы и ветви, на которые приходится более 80%, за исключением ивы и можжевельника.

Список источников

1. Овчаренко А.А. Роль подлеска в устойчивости лесных экосистем Приопёрья // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. №1-8 С.1990-1992.
2. Пристова Т.А. Фитомасса подлеска в производных лиственных насаждениях средней тайги // Лесотехнический журнал. 2020. № 1. С. 60–68

Примечаев Д.А., Галимуллин К.Р.

Научный руководитель: Власова Н.А., канд. с-х. наук

Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСХОДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПОДЕРЕВНОГО УЧЕТА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

Аннотация. В статье предлагается методика по первичной обработке изображения, а также подбор наиболее результативных параметров для осуществления подеревной съемки с использованием нейросетей, в частности нейросетевой модели *DeepForest*.

Ключевые слова: нейросети, лесное хозяйство, подеревная съемка, нейросетевая модель *DeepForest*

Введение. Подеревный учет является важным инструментом в практике лесного хозяйства, предоставляя специалистам возможность более точно и систематически оценивать состав и структуру насаждений. Этот метод обычно применяется при таксации лесных участков, планируемых для рекреационного лесопользования, а также городских и загородных парков. В последнее время появляются достаточно эффективные способы осуществления подеревного учета, в частности, использование БПЛА для съемки лесных насаждений, и специализированные программные комплексы, позволяющие осуществлять подеревной подсчет в автоматическом режиме, в том числе с использованием искусственного интеллекта [1, 2].

Цель исследования: проанализировать изображения и путем изменения его параметров добиться наилучшего результата в подеревном подсчете лесных насаждений с использованием нейросетей на примере модели *DeepForest*.

Материалы и методы: Исследования производились с использованием открытой нейросетевой модели *DeepForest*, написанной на языке программирования Python. Для детектирования использовались изображения, полученные с квадрокоптера в летнее время в лесах Республики Марий Эл.

Для тестирования первичной обработки изображения были выбраны следующие снимки: 1) исходные изображения в формате .tif без обработки; 2) обработанные изображения в котором были удалены все цвета и оставлены лишь черная и белая составляющая; 3) повышена контрастность изображения; 4) произведена цветовая коррекция (все цвета кроме зеленого практически полностью удалены); 5) использованы фильтры Гаусса и медианные фильтры (рис. 1).

Предварительно все изображения были подвергнуты ручному визуальному подсчету количества деревьев.

Для оценки качества детектирования деревьев были выбраны следующие показатели:

1) Число правильно определенных деревьев. 2) Число ложных детектируемых деревьев.

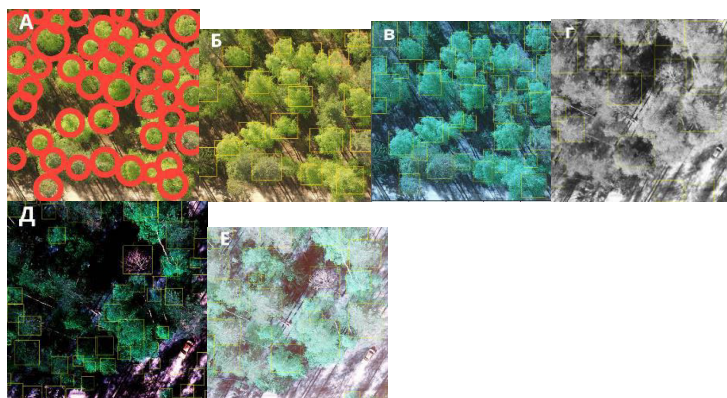


Рис. 1. Результаты ручного подсчета – А. Подсчет нейросетью на необработанном снимке – Б. Подсчет нейросетью на снимке с проведенной цветокоррекцией В. Подсчет нейросетью на снимке, обработанного фильтрами - Д. Подсчет нейросетью на черно-белом снимке – Е. Подсчет нейросетью на снимке с повышенной контрастностью – Е.

Результаты исследований: Наибольший сравнительный результат подсчета количества деревьев выдает цветовая коррекция, контраст и фильтры так же имеют влияние, но не такое значительное.

Экспериментально установлено, что обрабатываемые снимки показывают наилучший результат по подеревному подсчету в нейросетевой модели *DeepForest* при использовании цветовой коррекции и использовании фильтров, в меньшей степени при повышении контрастности снимка (табл. 1).

Цветовая коррекция дала лучший результат из тестируемых, использование фильтров так же дало неплохие результаты, но было выявлено большое количество ложных срабатываний.

Таблица 1. Результаты анализа ортофотопланов, произведенного нейросетью при различной обработке исходных снимков

Показатели	Параметры					
	Исходные (ручной подсчет)	Исходные (нейро- сеть)	Моно- хром	Кон- траст	Цвето- вая коррек- ция	Используй- вание фильтров
Правильно выявлено, шт. /%	45	17	17	28	38	30
	100%	37,7%	37,7%	62,2%	84,4%	66,6%
Ложные срабатыва- ния, шт. /%	0	1	2	1	5	16
	0%	2,2%	4,4%	2,2%	11,1%	35,5%

Заключение. Таким образом, можно заключить, что при использовании нейросетевой модели *DeepForest* необходима предварительная подготовка изображений, и наилучший результат выдает цветовая коррекция снимков, фильтры и контраст так же выдают неплохие результаты, но в случае использования фильтров значительно повышается количество ложных срабатываний.

Список источников

1. National Research Council. Neon: Addressing the Nation's Environmental Challenges. Washington, DC: The National Academies Press, 2004. doi: 10.17226/10807
2. Zhu X.X., Tuia D., Mou L., Xia G.-S., Zhang L., Xu F., Fraundorfer F. Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. 2017. V. 5. № 4. P. 8–36. doi: 10.1109/MGRS.2017.2762307

Смирнов В.В.

Научный руководитель: Черных Д.В., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. *Обсуждается использование искусственного интеллекта в лесном хозяйстве с целью оптимизации управления лесными ресурсами.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, лесное хозяйство, лесоправление, ФГИС ЛК*

Введение. В современном мире сохранение лесных ресурсов становится все более важной проблемой, требующей инновационных подходов и технологий. Одним из таких подходов является использование искусственного интеллекта (ИИ) в управлении лесным хозяйством. Искусственный интеллект - набор компьютерных алгоритмов и методов, позволяющих компьютерам анализировать данные, прогнозировать тенденции и принимать решения на основе больших объемов информации. В контексте лесного хозяйства ИИ обладает огромным потенциалом.

Цель работы – обоснование значимости использования искусственного интеллекта для оптимизации процессов управления лесным хозяйством.

Объект исследования - система управления лесным хозяйством.

Предмет исследования – использование ИИ при организации и ведении лесного хозяйства.

Интерпретация результатов. Понятие искусственного интеллекта в российском праве появилось относительно недавно и упоминается оно в Указе Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»¹. Под искусственным интеллектом понимается: «комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека.

¹ О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. №490 // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2019.-№41, ст.5700.

Нейросеть — это один из подходов к созданию искусственного интеллекта (ИИ). Искусственный интеллект — это более общий термин, который описывает широкий спектр технологий и методов, направленных на создание компьютерных систем, способных к выполнению задач, которые обычно требуют человеческого интеллекта.

Применение нейронных сетей в лесном хозяйстве может значительно облегчить обработку огромного объема данных, их анализ и принятие конкретных решений. Нейронные сети могут быть использованы в различных областях лесного хозяйства, включая: промышленные предприятия лесного комплекса; предупреждение незаконных рубок; обнаружение лесного пожара, автоматизированное наложение мероприятий в лесном хозяйстве, и др.

Однако внедрение цифровых технологий в лесное хозяйство сопряжено с определенными трудностями. Высокие затраты и сложность технологий "умного производства" отпугивают потенциальных заказчиков. Проблемы с защитой лесов, такие как обнаружение пожаров и ограниченное покрытие сети GSM, отсутствие открытого доступа к достоверной информации о лесах, также являются вызовами для цифровизации лесного хозяйства.

Федеральная государственная информационная система лесного комплекса (ФГИС ЛК) – цифровая платформа, объединяющая в себе десятки государственных услуг, сведения Государственного лесного реестра, актуальные данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учета древесины и ее прослеживаемости, учета информации о сделках с ней [1].

ФГИС ЛК обладает значительным объемом информации о лесном фонде России, охватывая данные о площади лесов, пространственного расположения участков, их возрасте и экологическом состоянии. Эта информация имеет важное значение для управления лесными ресурсами, экологического мониторинга и разработки стратегий устойчивого использования лесов.

Использование информационных систем, основанных на искусственном интеллекте, представляет собой перспективное направление в борьбе с незаконной рубкой и повышении эффективности управления лесными массивами [2].

В рамках этого контекста, важно отметить, что интеграция различных систем мониторинга, таких как "КЕДР", "Аверс", "Лесной дозор" и другие, позволит создать комплексную систему для оперативного выявления незаконных действий в лесах еще до нанесения ущерба лесному хозяйству.

Кроме того, использование методов машинного обучения для систем раннего обнаружения пожаров позволяет эффективно обрабатывать неструктурированные данные, такие как изображения, что особенно важно для обнаружения пожаров в лесу.

Важность разработки алгоритма для автоматизированного назначения мероприятий в лесном хозяйстве. Для достижения устойчивого управления лесными ресурсами и многоцелевого, рационального и неистощительного использования лесов необходимо разработать эффективные методы планирования и управления лесами.

Одним из ключевых аспектов разработки таких алгоритмов является использование данных лесоустройства и географической информационной системы (ГИС). Информация о состоянии лесных ресурсов, их продуктивности, местоположении, а также об ограничениях на использование, полученная из лесоустроительных материалов и интегрированная в ГИС, становится основой для анализа и принятия решений.

Анализ проведенных исследований показывает, что использование ГИС и данных лесоустройства позволяет разработать эффективные алгоритмы автоматического назначения мероприятий по сохранению и использованию лесов на лесных участках. Эти алгоритмы и методы способствуют более точному и устойчивому управлению лесными ресурсами, что важно для обеспечения их сохранения и устойчивого использования в будущем.

Применение ИИ в лесном хозяйстве будет внедряться и для решения следующих задач: прогнозирование и предотвращение лесных бедствий; мониторинг и контроль за незаконной деятельностью; оптимизация управления лесопользованием; развитие инновационных методов лесовосстановления и др.

Закключение. В целом, использование искусственного интеллекта в лесном хозяйстве представляет собой важный шаг в направлении более эффективного и устойчивого управления лесными ресурсами. Развитие и применение информационных технологий должно продолжаться с учетом изменяющихся потребностей и вызовов, с которыми сталкивается лесная отрасль, чтобы обеспечить сохранение лесов и благополучие нашей планеты в целом.

Список источников

1. ФГИС ЛК. Информационные материалы. – URL:https://rosleshoz.gov.ru/information/_systems/fgis_lk_information. (дата обращения: 24.03.2024).

2. Байханов А.И. О проблемах применения современных технологий в предупреждении незаконной рубки лесных насаждений // Криминологический журнал. 2022. №4. С. 34–36.

Федоров А.А.

Научный руководитель: Черных Л.В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЫДЕЛА ПРИ ИНТЕСИФИКАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Предложено для повышения эффективности ведения лесного хозяйства на лесном участке оптимизировать величину хозяйственно-го выдела.

Ключевые слова: лесоустройство, выдел, разряд таксации

Введение. В 1970-х годах при разработке «Рекомендаций по выделению коренных и производных групп типов леса лесной зоны европейской части РСФСР»¹ было установлено, что механизация лесозаготовок и лесовосстановительных работ наиболее эффективна на лесных выделах площадью более 10 га в лесах 3-й группы и 3 га в лесах 1-й и 2-й группы [1].

Цель работы – обосновать необходимость оптимального значения площади лесотаксационного выдела для повышения эффективности ведения лесного хозяйства на лесном участке.

Объект исследования – леса Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл.

Предмет исследования – влияние площади таксационного выдела на эффективность ведения хозяйства на лесном участке.

Интерпретация результатов. При изменении лесного законодательства в 2007 году факт изменения разряда таксации в привязке к категории защитности лесов не был учтён по причине отсутствия возможности перепроектирования границ лесотаксационных выделов. В дальнейшем эта ошибка сохранилась и действует в рамках пункта 196 «Лесоустроительной инструкции»², при которой размер таксационного вы-

¹ Рекомендации по выделению коренных и производных групп типов леса лесной зоны европейской части РСФСР, Москва, ВНИИЛМ, 1979 г. 63 с.

² Приказ Минприроды России от 05.08.2022 N 510 "Об утверждении Лесоустроительной инструкции" // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/351878696> (Дата обращения: 31.03.2024)

дела определялся только по разряду таксации без учета целевого назначения и категорий защитности. При этом минимальная площадь выдела для лесных культур составила 0,1 га, а для естественных лесных насаждений – 1,0 га [2, 3].

Такое нормативное требование к минимальной величине таксационного выдела в целом приводит к дефрагментации оптимальных хозяйственных участков, которые характеризуются однородными лесорастительными условиям и одинаковыми хозяйственными мероприятиями.

Средние значения площади таксационных выделов в Учебно-опытном
лесничестве Республики Марий Эл
и установленные лесоустроительной инструкцией

Разряд таксации/ категория защит- ности	Средняя площадь выдела, га	Площадь лесотаксационного выдела. га	
		естественные лесные насажде- ния	лесные культуры и иные не покрытые лесом площади
Лесоустроительная инструкция (2022)			
Первый	3-6	1,0	0,1
Второй	7-15	3,0	0,5
Учебно-опытное лесничество Республики Марий Эл			
Защитные	2,6	2,3	4,1
Эксплуатационные	3,1	3,1	3,5

Например, для условий Учебно-опытного лесничества Республики Марий Эл для эксплуатационных лесов фактическая площадь выдела составляет 3,1 га, что на 7,9 га меньше оптимальной площади (10 – 11 га). Следовательно, совокупные затраты на ведение лесного хозяйства и использование лесов будут возрастать пропорционально уменьшению площади хозяйственного участка. Деление участка также происходит по факту проведения лесохозяйственных мероприятий. По нашему мнению, повышение интенсификации лесного хозяйства возможно путем увеличения площади хозяйственного (лесного) выдела к предельной площади лесосек в соответствии с пунктом 44 «Правил заготовки древесины ¹. Для условий Куярского лесничества такая площадь может быть установлена для хвойных хозяйств состав 20 га, а для мягколиственных – 25 га.

С целью создания хозяйственных выделов путем объединения таксационных выделов, имеющих площадь менее 4 – 5 га, на территории

¹ Приказ Минприроды России от 01.12.2020 N 993 (ред. от 17.10.2022) "Об утверждении Правил заготовки древесины ..." // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573123735> (Дата обращения: 31.03.2024)

лесного участка было предложено за основу взять: категория земель (лесные культуры, не покрытые лесом земли, насаждения естественного происхождения); категория защитности (защитные, эксплуатационные); номер квартала, номер выдела; ТЛУ; группа возраста; относительная полнота. После создания хозяйственных выделов по предложенному подходу на территории Учебно-опытного лесничества выявлено, что средняя площадь такого выдела увеличилась на 1,3 га и составила 4,4 га. При этом количество выделов сократилось на 1 400 шт. и составило 2 425 шт.

Для обоснования необходимости создания укрупнённых хозяйственных выделов приведем пример расчета транспортных затрат на перемещение лесозаготовительной техники тралом из Учебно-опытного лесничества (п. Нолька) до лесосеки (п. Чернушка) на расстояние 18 км. При стоимости аренды трала 2,7 тыс. руб./час транспортные затраты на доставку лесозаготовительной техники на хозяйственный участок площадью 10,0 га составят 5,4 тыс руб. га. Если хозяйственный участок будет равен 3,0 га, то транспортные затраты составят 17,82 тыс руб. ($2 \times 2,7 \times 10/3$) при всех равных условиях. Таким образом, затраты на эксплуатацию хозяйственного участка площадью в 10,0 га по транспортным затратам в сравнении с хозяйственным участком площадью 3,0 га эффективнее в 3,3 раза.

Создание хозяйственных выделов по признаку проектирования схожих лесохозяйственных мероприятий поможет оптимизировать количество деклараций, материалов отвода, количество выездных проверок, использовать менее затратные способы отвода лесосек, а также оптимизировать все транспортные издержки, связанные с перечисленными мероприятиями.

Выводы. Увеличение площади хозяйственного выдела возможно при организации производственной деятельности на лесном участке при лесоустройстве по участковому методу.

В целом решение этой проблемы возможно на основе перехода ведения лесного хозяйства на зонально типологическую основу и участковый метод лесоустройства с объединением выделов на почвенно-типологической основе.

Список источников

1. Машковский В.П. Группировка выделов при оптимизации размера главного пользования лесом на основе повыделенного банка данных. // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, 2008. С. 38-42.
2. Сухих В.Л., Черных В.Л. Лесоустройство: учебник. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. 399 с.
3. Анучин Н.П. Проблемы лесопользования. Москва: Лесная промышленность, 1986. 264 с.

Фомин А.С., Черных Л.В., Черных Д.В.

Научный руководитель: Черных В.Л., д-р с-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

***Аннотация.** Изучены особенности лесовосстановления в болотных фациях Ханты-Мансийского автономного округа, выведены закономерности в зависимости от условий увлажненности и типа болот.*

***Ключевые слова:** лесовосстановление, болотные фации, низкопродуктивные насаждения, сфагновые сосняки, подрост, классификация*

Введение. Естественное лесовосстановление в сфагновых сосняках освещено в исследованиях: П.Н. Львова, Н.Н. Соколова, Ю.П. Демакова, В.Г. Рубцова, А.П. Шиманюка, А.А. Кошечева, и других ученых [1]. Процессы лесовосстановления и продуктивность насаждений в заболоченных древостоях находятся в прямой зависимости от неблагоприятных лесорастительных условий, складывающихся в болотных фациях на протяжении десятилетий. Огромное влияние на произрастание древесной растительности в болотных экосистемах Ханты-Мансийского автономного округа оказывают уровень грунтовых вод, аэрация почвы, ее агрохимические и физические свойства. Характеристика подроста под пологом таких болотных древостоев отражает динамику лесовосстановительного процесса. Актуальность рассматриваемой темы состоит том, что болота являются важным объектом депонирования углерода, процесс которого напрямую зависит от лесовосстановления на таких сложных для произрастания лесов участках.

Цель работы – выявление особенностей естественного лесовосстановительного процесса в болотных лесах.

Объектом исследования являются болотные леса Ханты-Мансийского автономного округа.

Предметом исследования являются процессы и факторы, влияющие на естественное возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) в болотных лесах Ханты-Мансийского автономного округа.

Экспериментальный материал был собран в центральной части Западной Сибири в среднетаежной биогеографической зоне на территории международной полевой станции «Мухрино» Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области Российской Федерации. Полевая станция Мухрино расположена в 30 км к юго-западу от Ханты-Мансийска, на левой верхней террасе Иртыша (у слияния с Обью). Экспериментальный материал представлен в виде пробных площадей в количестве 13 штук, в том числе по 3 – 4 пробных площадей, на каждый из четырех основных типов болотных фаций: рослый рям, низкий рям, грядово-мочажинный комплекс, открытое болото с редкой сосной. Работы по закладке пробных площадей в болотных фациях производились в 2023 году. На каждой пробной площади учет подроста проводился на пяти равноудаленных площадках постоянного радиуса площадью 10 м², суммарная площадь - 50 м².

Интерпретация результатов. Успешность возобновления в данных болотных фациях можно оценить по густоте, высоте и породе подроста, количество жизнеспособного подроста (рис. 1). В целом подрост сосны и кедра растет очень медленно, что подтверждает полный анализ хода роста деревьев в высоту. Успешность роста подроста зависит от места его произрастания, большая концентрация жизнеспособного подроста наблюдается на различных относительно более высоких участках, с более благоприятными условиями произрастания.

Подрост кедра крайне редко превышает высоту 0.5 м, но местами весьма обилен, но все же редко встречается в первом ярусе насаждений всех фаций, составляя не более 10 % от состава лесных насаждений.

n, шт.

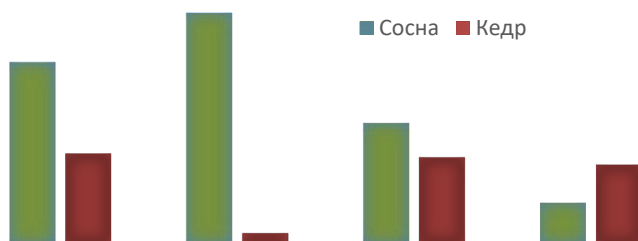


Рис.1. Количество жизнеспособного подроста

Возраст подростка увеличивается в соответствии с усложнением условий произрастания. Так, в рослом и низких рямах он составляет 10-20 лет, а в грядово-мочажинном комплексе и открытом болоте с редкой сосной составляет 30-40 лет.

Естественное возобновление в данных болотных фациях имеет свои особенности: подрост кедра хоть и составляет немалую часть подростка, но в основном погибает ввиду сложных условий произрастания, так и не достигнув высоты древостоя. Количество же благонадежного подростка сосны преобладает в низком ряме и незначительно ниже в высоком ряме. Далее количество подростка сосны снижается в грядово-мочажинном комплексе и становится минимальным на открытом болоте с редкой сосной.

Выводы. Лесовосстановительные процессы в болотных фациях полностью зависят от структуры, строения, микрорельефа и условий увлажненности. Большое накопление подростка в относительно высокополнотных древостоях, таких как рослый и низкий рямы, связано с большим количеством стволов обсеменителей и разновозрастной структурой древостоя. На сильно переувлажненных участках открытых болот низкое количество подростка обуславливают весьма сложные условия произрастания. На переходных участках грядово-мочажинного комплекса чередуются характерные повышения, на которых растет древесная растительность и соответственно подрост и понижения - участки открытого болота, полностью лишенные древесной растительности.

Лесовосстановительный процесс в болотных фациях протекает крайне медленно, но тем не менее приводит к образованию древостоев с низкой полнотой, представленных почти полностью сосной, ввиду полного отсутствия конкурирующих пород на данных сложных условиях произрастания.

Список источников

1. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере / Санкт-Петербург: Питер, 2011. 656 с.
2. Верхунов П.М. Черных В.Л. Таксация леса / Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 306 с.
3. Демаков Ю.П. Сафин М.Г., Швецов С.М. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост и продуктивность: монография / Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2012. 276 с.

Хапугин Е.С.

Научный руководитель: Домрачев А.А., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМПЛЕКТ ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СОВРЕМЕННОГО ТАКСАТОРА

***Аннотация.** Статья посвящена выбору лесоустроительных инструментов при таксации лесов Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** лесоустройство, планшет, комплект инструментов таксатора, ПАРМ таксатор, Рослесинфорг*

По данным государственной статистики ЕМИСС от 2022 года [1], на территории РФ леса занимали площадь 795 миллионов гектар, и далеко не все из них имеют свежую информации об их состоянии. Экономика России в последние годы направлена на цифровизацию, не обошел этот факт и лесную отрасль, в первую очередь лесоустройство.

Лесоустройство – это целый комплекс разных видов лесохозяйственной деятельности, позволяющий провести разработку, анализ и совершенствование мероприятий, направленных на рациональное, неистощимое использование лесов, что невозможно без актуальной информации о лесном фонде.

В 21 веке в сферу лесного хозяйства активно внедряются электронные машины и механизмы, позволяющие ускорить процесс лесоустройства, поднять его точность и увеличить объемы актуальной, свежей информации о лесных ресурсах.

Современный лесоустроитель имеет доступ к самым современным инструментам, но не все современные приборы нашли широкое применение в лесу. Электронные приборы (такие как лазерный дальномер, электронная мерная вилка, электронный высотомер) не нашли свою популярность из-за низкой надежности и больших габаритов.

На рынке существует большое количество лесоустроительных инструментов, различных производителей, но полевики предпочитают простоту и надежность. Этим критериям соответствуют механические приборы компании SUUNTO, которые доказали эффективность, неприхотливость и простоту использования в течение долгого времени.

Поэтому наиболее частым прибором измерения высоты деревьев является высотомер SUUNTO PM-5/1520 PC.

В качестве прибора для определения полноты наиболее часто используется реласкоп-полнотомер Биттерлиха, диоптр изготовлен из пластика, к которому крепится цепочка длиной 60 см, имеет хорошую прочность и удобство переноса в кармане.

Важный прибор, используемый в полевых работах, - возрастной бурав от компании Haglof. Этот классический инструмент позволяет быстро и очень точно определять возраст дерева, надежен, удобен в использовании, не имеет аналогов на Российском рынке.

Важный вспомогательный прибор, помогающий ориентироваться в лесном пространстве, - GPS навигатор, чаще всего от фирмы Garmin.

Одним из основных инструментов является, гордость ФГБУ «Рослесинфоргом», лесоустроительный электронный планшет, имеющий на своем борту программу «ПАРМ таксатор», пришедший на смену бумажным карточкам. По данным «Рослесинфорга» использование цифрового программного комплекса позволило увеличить производительность лесоустроительных работ более чем в 2,5 раза [2].

Из преимуществ ПАРМа можно отметить возможность изменение контура выделов непосредственно таксатором в полевых условиях, переключаться между несколькими одновременными космо-снимками, производить фотофиксацию объектов, возможность заполнения реласкопических площадок и модельных деревьев так же осталась. Хорошим преимуществом стала автоматическая перелитерация выделов и проверка карточек таксации на полноту заполнения данных и наличия ошибок в них, что существенно сокращает трудозатраты на камеральную обработку таких данных.

По итогу выполнения полевых лесоустроительных работ, данные из ПАРМа выгружаются, объединяются с данными других таксаторов, формируя при этом полную базу объекта лесоустройства, подготовленную для дальнейшей обработки в ГИС программах.

Вывод. В современном лесоустройстве при выборе инструментов для полевых работ, отдают предпочтение простоте, надежности и эффективности.

Список источников

1. Открытая статистика ЕМИСС площади лесных земель. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/38194>
2. Отечественный цифровой программный комплекс увеличивает производительность лесоустроительных работ более чем в 2,5 раза [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roslesinfor.ru/news/all/otechestvennyy-tsifrovoy-programmnyy-kompleks-uvelichivaet-proizvoditelnost-lesoustroitelnykh-rabot/>

Черных Л.В., Федоров А.А.

Научный руководитель: Черных Д.В., канд. с-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АПРОБАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫБОРОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ УЧАСТКОВОМ МЕТОДЕ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

***Аннотация.** Предложена оптимизация назначения выборочных форм рубок при лесоустройстве.*

***Ключевые слова:** лесоустройство, выборочные рубки, проектирование, мероприятия, участковый метод лесоустройства*

Введение. Назначение лесохозяйственных мероприятий с целью заготовки древесины при проектировании использования лесов проводится согласно действующим нормативно правовым актам¹ с использованием метода классов возраста.²

Участковый способ лесоустройства подразумевает назначение лесохозяйственных мероприятий с учетом широкого перечня лесоводственных критериев. Вместе с тем проведение лесохозяйственных мероприятий проектируется на всех подходящих лесотаксационных выделах по нормативному признаку за ревизионный период в рамках установленных объемов заготовки древесины на лесной участок. Такой подход возможно реализовать путем преимущественного назначения выборочных форм рубок.

Цель работы – раскрыть влияние выборочных рубок на количественные и качественные показатели лесного фонда при участковом методе лесоустройства.

Объект исследования - лесной участок, расположенный на территории Вахтанского участкового лесничества, Шахунского

¹Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.12.2020 № 993 "Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации". Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/727709226>

² Приказ Минприроды России от 16.11.2021 N 864 (ред. от 07.08.2023) "Об утверждении Составы проекта освоения лесов, порядка его разработки и внесения в него изменений, требований к формату проекта освоения лесов в форме электронного документа" Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/727709226>

районного лесничества Нижегородской области в южно-таежном районе Европейской части Российской Федерации. Лесной участок передан в аренду для осуществления заготовки древесины, площадью 5284 га.

Предмет исследования – влияние выборочных рубок на породную и возрастную структуру лесного участка, а также на динамику объемов расчетной лесосеки по двум ревизионным периодам.

Интерпретация результатов.

Лесной участок представлен вторичными лесами, где промышленная заготовка древесины велась с 1920-х годов. Авторами было проведено лесоустройство методом таксации по 1 разряду глазомерно-измерительным способом в 2012 и 2022 годах, создана лесоустроительная база данных в среде AISPOL [1], по этим материалам были разработаны проекты освоения лесов с утверждением государственной экспертизы. Освоение расчетной лесосеки было близко к 100%.

Средние таксационные показатели лесного фонда по материалам двух ревизионных периодов

Показатель		Лесоустройство 2012 г.	Лесоустройство 2022 г.
Средний состав древостоев, %		37Б; 24С 19Е; 13Ос; 7 другие	39Б; 26С; 15Ос; 13Е; 7% другие
Средний возраст древостоев, лет		57	63
Расчетная лесосека	хвойное, тыс. м ³	3,1	2,34
	мягколиственное тыс. м ³	5,92	13,65
	всего тыс. м ³	9,02	15,6
Средний прирост, м ³		3,0	3,3
Площадь по группам возраста	молодняки, га	902	554
	средневозрастные, га	2130	1691
	приспевающие, га	875	1059
	Спелые и перестойные, га	1023	1763
Площади ¹ с подростом 1,5 т. шт/га и более, га		805	1030
Площадь насаждений с наличием второго яруса, га		85	402
Площадь низкопродуктивных насаждений (3 класс бонитет и ниже), га		387	320

¹ Согласно правилам лесовосстановления среднее минимальная количество подроста для назначения естественного лесовосстановления путем сохранения подроста

По базам данных двух ревизионных периодов был проведен анализ изменений количественных и качественных показателей лесотаксационных выделов лесного участка (таблица).

Всё выборочное хозяйство обоих ревизионных периодов представляет из себя равномерно-постепенные рубки от 10 до 50 процентной интенсивности за один прием. Лесной участок в основном представлен брусничными, черничными и сложными типами леса в равной степени.

Стоит отметить, что участковый способ лесоустройства не противоречит действующему лесному законодательству и может применяться при лесоустроительном проектировании, как и метод классов возраста.

Участковый способ лесоустройства позволяет добиться интенсификации ведения лесного хозяйства и уменьшения оборота рубки без массового применения сплошных рубок и создания лесных культур при соблюдении принципа назначения лесохозяйственных мероприятий исходя из характеристик лесного участка. Хотя на лесных участках с другими лесорастительными условиями «комбинирование» способов заготовки древесины для достижения интенсификации лесного хозяйства с соблюдением основных положений Лесного кодекса РФ должно проводиться в индивидуальном порядке.

Выводы. Применение выборочных способов заготовки древесины, назначаемых при участковом методе лесоустройства ведет к накоплению спелых и перестойных смешанных насаждений, имеющих разновозрастную структуру. Положительной стороной организации выборочного хозяйства при заготовке древесины является интенсификация депонирования углерода и интенсификация лесовозобновительных процессов без негативных изменений лесорастительных условий.

Список источников

1. 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.

Секция «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 630.36

Анисимов П.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ВАРИАНТ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ МНОГООПЕРАЦИОННОЙ ЛЕСОСЕЧНОЙ МАШИНЫ С АВТОНОМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ЭНЕРГИИ

***Аннотация.** Предложен вариант устройства многооперационной лесозаготовительной валочно-измельчающе-трелюющей машины с электрическим приводом силовой установки, получающим электрическую энергию от автономного источника по кабелю. Автономный источник при этом представляет собой передвижную мини-электростанцию на древесном топливе.*

***Ключевые слова:** мобильная рубительная машина, электроснабжение лесосечных машин, автономный источник энергии, топливная щепка, рубки ухода*

Лесозаготовительное оборудование с электрическим приводом применялось в период становления механизации лесосечных работ. При этом электроэнергия вырабатывалась мини-электростанциями с газогенераторными ДВС и по кабелю подавалась на технологическое оборудование и ручные электропилы. В последующем на лесосеке стали повсеместно применять более мощные и компактные бензиновые и дизельные двигатели внутреннего сгорания и от мини-электростанций с газогенераторными двигателями отказались.

В настоящее время в силу различных объективных причин исследователи вновь обращают свое внимание на автономные источники энергии на возобновляемом топливе. Основные факторы, способствующие этому: повышается эффективность энергоустановок, способных работать за счет энергии древесного топлива; появилось понятие об углерод нейтральности древесного топлива; встают вопросы хозяйственной деятельности в труднодоступных районах, богатых лесными ресурсами. К примеру, известны гибридные харвестеры Logset 12H GTE HYBRID и 8H GTE HYBRID с силовой установкой, выполненной в виде двигателя внутреннего сгорания на дизельном топливе с электромашиной, работающей попеременно в двигательном и генераторном режиме [1].

Предлагается технологическая самоходная валочно-измельчающе-трелюющая машина [2] и передвижная мини-электростанция, изображенные на рисунке. Валочно-измельчающе-трелюющая машина для производства топливной щепы с автономным энергообеспечением состоит из самоходного шасси с шарнирно сочлененными полурамами 1, манипулятора 2 с рабочим органом 3, рубильной машины 4, пневмотранспортера щепы 5, кабины оператора 6, гидростанции 7, двигателя внешнего сгорания 8, системы очистки генераторного газа 9, газогенераторов 10, бункера запаса топлива 11, контейнера со щепой 12, двери с гидроприводом для выгрузки щепы 13, электродвигателя 14, шасси мини-электростанции 15, электрогенератора 16, источника бесперебойного питания 17, катушки с силовым кабелем 18, поворотной платформы 19, силового кабеля 20, соединителя кабеля 21, ответного электрического силового разъема технологической машины 22.

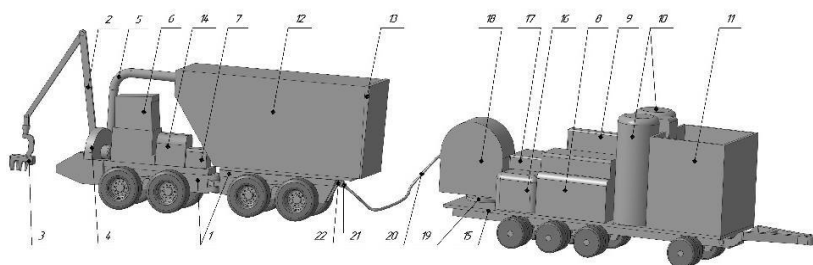


Рис. Валочно-измельчающе-трелюющая машина с передвижной мини-электростанцией

Валочно-измельчающе-трелюющая машина для производства топливной щепы с автономным энергообеспечением работает следующим образом: газогенераторная установка 10 заполняется древесным топливом из бункера 11 и достигает необходимой производительности по генераторному газу. Генераторный газ проходит систему очистки 9 и поступает в двигатель внешнего сгорания 8, приводящий в движение электромеханический генератор 16. Выработанная электроэнергия подается по силовому кабелю 20 технологическому оборудованию, установленному на самоходном шасси 1 и на зарядку аккумулятора источника бесперебойного питания 17.

Самоходное шасси 1, оснащенное технологическим оборудованием движется по лесосеке. Оператор, находясь в кабине 6, управляет манипулятором 2 с рабочим органом 3. Далее в зависимости от технологии производства щепы и соответствующих ей манипулятора 2 и рабочего

органа 3 могут выполняться следующие варианты последовательностей технологических операций: дерево срезается, раскряжевывается с удалением сучьев, сортименты оставляются на лесосеке для последующей вывозки, а комлевая и вершинная части дерева вместе с крупными сучьями подаются в рубительную машину 4 для измельчения; дерево срезается и подается в рубительную машину 3 для измельчения целиком; порубочные остатки и поваленные деревья захватываются и подаются в рубительную машину 3 для измельчения. В каждом из трех перечисленных вариантов, полученная в рубительной машине 4 щепа с помощью пневмотранспортера 5 направляется в контейнер 12.

После полного заполнения накопительного контейнера 12 щепой машина движется задним ходом к погрузочной площадке, где произведенная щепа перегружается в контейнер большей емкости для последующей транспортировки потребителю. По мере движения машины назад силовой кабель сматывается при помощи барабана 18 на поворотной платформе 19. Часть щепы из контейнера 12 перегружается в бункер запаса топлива 11 для компенсации расхода топлива энергоустановкой. Предполагается, что шасси 15 с мини-электростанцией будет стоять там же, где происходит выгрузка щепы из контейнера 12, то есть на погрузочном пункте.

После завершения работы рассмотренной валочно-измельчающе-трелюющей машины по образовавшемуся технологическому коридору может двигаться следующая машина, к примеру, форвадер, так же работающий на электроэнергии и подключенный к кабелю 20.

Потенциальными преимуществами рассмотренной системы машин и технологии лесозаготовки являются: минимальное количество порубочных остатков на лесосеке, заготовка древесины и производство топливной щепы одной многооперационной машиной, использование порубочных остатков и низкокачественной древесины в качестве топлива.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00129, <https://rscf.ru/project/24-26-00129/>».

Список источников

1. LOGSET 12H GTE HYBRID. 2024. URL: <https://logset.fi/12h-gte-hybrid/>
2. Аналитико-имитационная модель функционирования системы автономного энергообеспечения от двигателя внешнего сгорания на древесном топливе измельчающе-транспортировочной машины для производства щепы / Анисимов П.Н., Онучин Е.М., Медяков А.А. // Инженерный вестник Дона. 2019. № 6 (57). С. 39.

Барташевич Е.И., Лысковец К.М., Турбал К.А.
Научный руководитель: Короленя Р.О., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет

ЦИКЛЫ ПЕРЕВОЗОК ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

Аннотация. На основе проведенного анализа литературных источников и практического опыта, представлена классификация циклов перевозки лесных грузов в Республике Беларусь.

Ключевые слова: сортиментовоз, маршрут работы, лесоматериалы, езда, транспортный процесс

Перевозка лесных грузов в Республике Беларусь отличается многовариантностью в организации транспортного процесса перевозок лесных грузов. При организации процесса перевозки, по типу связи между пунктами погрузки и разгрузки, можно выделить три схемы работы специализированных автомобильных транспортных средств в составе автопоездов (сортиментовозов): «один к одному», «один ко многим» и «многие ко многим» [1–3].

Для данных схем организации характерны следующие варианты маршрутов работы сортиментовозов.

Если лесоматериалы только с одного пункта погрузки перевозятся только в одно место назначения, то такие маршруты следует считать маятниковыми (схема «один к одному») (Рис. 1) [2, 3].

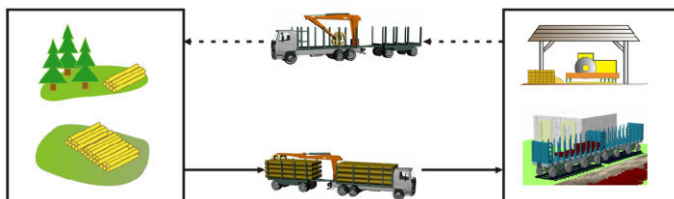


Рис. 1. Схема работы сортиментовозов на маятниковом маршруте

При *всерном* маршруте лесоматериалы с одного конкретного места погрузки перевозятся в разные пункты назначения.

Для *развозочного* маршрута перевозка лесоматериалов с одного места погрузки осуществляется в несколько пунктов назначения за один оборот [2, 3].

На *сборном маршруте* лесоматериалы с нескольких разных мест погрузки поставляются в одно место назначения (схема «один ко многим») [2, 3].

При *сборно-развозочном* маршруте сортиментовозы с нескольких мест погрузки перевозят лесоматериалы в несколько мест разгрузки (схема «многие ко многим») [2, 3].

На *кольцевом маршруте* работы лесоматериалы последовательно с разных погрузочных площадок перевозятся в разные места назначения. При этом, каждая новая ездка начинается с нового погрузочного пункта (промежуточной площадки) (схема «многие ко многим») [2, 3].

При организации транспортного процесса перевозок лесоматериалов, на наш взгляд, следует учитывать также и возможные сочетания маршрутов, т.е. *комбинированные маршруты*.

На всех маршрутах транспортный процесс перевозки лесоматериалов можно представить в виде суммы из последовательно повторяющихся элементов: подачи подвижного состава к месту погрузки, перемещения и выгрузки лесоматериалов. Совокупность этих элементов, образующая законченную операцию доставки лесоматериалов, называется *циклом перевозки*, или *ездкой* [4, 5].

Применяемые на практике циклы перевозок лесоматериалов можно классифицировать. В качестве основы такой классификации можно использовать подход, представленный в работе [5]. В основе такого подхода лежат транспортные связи и маршруты движения.

В соответствии со сказанным, циклы перевозки лесных грузов можно представить следующим образом (Рис. 2).

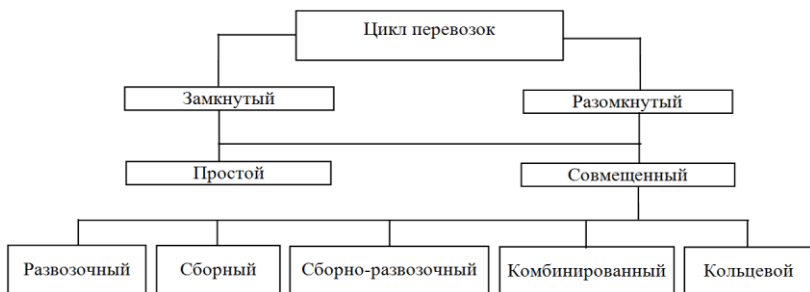


Рис. 2. Классификация циклов перевозки лесных грузов

Цикл перевозок может быть *замкнутым* – с маршрутом движения сортиментовоза, заканчивающимся в том же пункте, из которого он начался, и *разомкнутым*.

Известно, что моделировать структурные свойства циклов перевозок удобнее всего с помощью графов, позволяющих наглядно представить транспортные связи, сети и схемы организации движения автомобилей [5]. Тогда граф транспортных связей цикла перевозок лесных грузов можно представить следующим образом. Множество X – вершины графа – представлено совокупностью пунктов вывоза x_i и завоза x_j лесных грузов. Множество G – транспортные связи, т. е. пары элементов из X , каждый из которых указывает пару вершин (x_i, x_j) , между которыми существуют направленные связи (дуги). Каждой дуге графа (X, G) ставится в соответствие положительное число g_{ij} – объем лесоматериалов, перевозимый из i -го пункта в j -й.

Таким образом, представленный подход позволит в дальнейшем формировать математическое описание циклов перевозок лесных грузов для эффективного имитационного моделирования лесотранспортного процесса.

Список источников

1. Ковалев Р.Н., Демидов Д.В., Боярский С.Н. Логистическое управление транспортными системами: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 166 с.
2. Королёва Р.О. Моделирование работы сортиментовозов при транспортировке древесины: граф состояний // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 129–135. DOI: 10.52065/2519-402X-2022-252-1-129-135.
3. Королёва Р.О., Барташевич Е.И. Изучение основных показателей работы сортиментовозов на различных маршрутах перевозки древесины // Состояние и перспективы развития лесного комплекса в странах СНГ: сб. ст. II Междунар. науч.-техн. конф. (Междунар. молодежный форум по лесопром. образованию «Лес-Наука-Инновации-2022»), Минск, 6–9 дек. 2022 г. Минск, 2022. С. 51–55.
4. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В.Н., Холупов В.С. Автомобильные перевозки. Минск: ДизайнПро, 1999. 224 с.
5. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Киев: Вища школа. 1986. 447 с.

Бахарева Е.В.

Научный руководитель: Микрюкова Е.В. канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ЦЕЛЕСООБРАЗНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ШПОНА

***Аннотация.** Рассматриваются отрасли, в которых могут использоваться отходы шпона, а так же примеры его дальнейшего использования.*

***Ключевые слова:** древесная плита, биотопливо, композиционный материал*

Переработка отходов, возникающих в процессе изготовления древесных изделий, не только сокращает объемы отходов и негативное воздействие на окружающую среду, но и открывает новые возможности для деревообрабатывающих предприятий, повышая эффективность и прибыльность. Одной из актуальных проблем деревообрабатывающей промышленности по-прежнему остается создание и внедрение технологий переработки отходов шпона, которые образуются в результате производства фанеры.

Шпон бывает различных пород. Она зависит от породы древесины, из которой нарезан шпон. Отсюда следует, что шпон бывает лиственных пород, хвойных, экзотических (тропических).

В 2022 году в целом по России было получено 4470,4 тыс. м³ шпона (по данным анализа рынка шпона в России в 2018 - 2022 г.г.) [1].

В процессе лущения при производстве лиственной фанеры образуется 22% - 28% шпона-рванины от общей массы балансовой древесины [2].

В настоящее время существует множество методов переработки древесины и её отходов. Производства сами решают, как утилизировать древесные отходы. Экономические соображения и технологии, используемые в компании, являются основными факторами, определяющими это решение.

С развитием технологий в деревообрабатывающей отрасли отходы шпона начали использовать при производстве различных древесных плит, таких как древесно-стружечная, ориентированно-стружечная и другие виды [3]. Такие плиты подходят для отделки внутри помещения.

Известен способ получения биотоплива из отходов шпона, которое будет экологически безопасным для окружающей среды [4]. Такой способ переработки отходов относится к области утилизации древесных отходов и может быть использован при производстве экологически чистых биотоплив для промышленных и коммунально-бытовых нужд.

Еще одной отраслью, где используют отходы шпона, может стать такая отрасль деревообрабатывающего производства, которая специализируется на производстве композиционных материалов. Они одни из перспективных древесных строительных материалов, которые созданы из шпона-рванины. Композиционный материал представляет собой соединение двух или более разных материалов, что позволяет получить новые свойства и характеристики. Использование отходов шпона при производстве таких материалов может значительно снизить его цену. Такие материалы проявляют хорошие звуко- и теплоизоляционные свойства продукта [5].

В своей работе автор С.А. Угрюмов описывает технологическую последовательность производства композиционной фанеры, наружные слои которой состоят из листов лущеного шпона и внутренним наполнителем на основе измельченных древесных отходов [6]. Такой подход к переработке отходов шпона значительно уменьшит расход древесного сырья и расширит ассортимент выпускаемой продукции.

Используя разумный подход к переработке отходов шпона, можно не только снизить отрицательное воздействие на окружающую среду, но и получить дополнительные выгоды от их утилизации.

Список источников

1. Анализ рынка шпона в России (URL: https://businesstat.ru/images/demo/veneer_russia_demo_businesstat.pdf)
2. Баланс древесины в производстве лиственной фанеры (URL: <https://alestech.ru/bulletin/article/135>)
3. Зырянов М.А., Чистова Н.Г., Швецов В.А., Зарипов З.З. Переработка древесных отходов в производстве древесно-волоконистых плит [Текст] / Зырянов М.А., Чистова Н.Г., Швецов В.А., Зарипов З.З. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2011 -288 – 291с.
4. Патент N 2 402 598 Российская Федерация. МПК C10L 5/44(2006.01). Способ получения твердого биотоплива из древесного сыпучего сырья: N 2009119775/04,; заявл. 2009.05.25; опубл. 2010.10.27/ Сафонов А.О., Трещева О.А.
5. Вахнина Т.Н, Якушев Н.Е. Производство композиционных плит из отходов фанерного производства [Текст] /Т.Н. Вахнина, Н.Е. Якушев // Известия вузов. Лесной журнал, 2016. - 296-299с.
6. Угрюмов С.А. Совершенствование технологий производства композиционных материалов с использованием древесных отходов [Текст] /С.А. Угрюмов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2014- 160-164с.

Дудин П.О.¹

Научный руководитель: Мохирев А.П.,² д-р техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет (СФУ)¹

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева (СибГУ)²*

РОЛЬ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

***Аннотация.** В данной статье авторы анализируют текущее состояние лесотранспортной системы, её влияние на экономику и социальную сферу региона, а также основные проблемы и перспективы развития.*

***Ключевые слова:** лесотранспортная инфраструктура, социально-экономическое развитие, Красноярский край, северные территории, лесная промышленность*

Лесотранспортная инфраструктура играет важнейшую роль в социально-экономическом развитии северных территорий Красноярского края. Огромные запасы лесных ресурсов в этом регионе требуют эффективных транспортных сетей для облегчения добычи, переработки и распределения лесоматериалов. Эта инфраструктура напрямую влияет на различные аспекты местной экономики, окружающей среды и общества.

Транспортная инфраструктура, включая автомобильные, железные и водные пути, существенно влияет на доступность и связность отдаленных регионов Красноярского края. Улучшенная инфраструктура снижает транспортные расходы, расширяет доступ к рынкам и способствует экономическому росту за счет повышения эффективности добычи древесины и торговой деятельности. В результате развитие транспортных сетей на этих северных территориях способствует расширению лесной промышленности, созданию рабочих мест и стимулированию диверсификации экономики [1].

Лесотранспортная инфраструктура включает в себя различные объекты, такие как лесные дороги, железнодорожные пути, порты, терминалы и склады для хранения и обработки леса. В Красноярском крае существуют различные виды таких объектов:

1. Лесные дороги. Они обычно не имеют твердого покрытия и могут быть грунтовыми или снежными. Жители Красноярского края используют эти дороги для перевозки леса на грузовых автомобилях или тракторах. На 1000 гектаров леса в Красноярском крае приходится всего полтора километра лесовозных дорог, это приводит к тому, что спелый лес не вырубается в необходимых объемах. В лесозаготовки вовлекается всего 10 процентов его площади [2].

2. Зимники. Строительство и содержание зимников устраивается с установлением стабильных морозных температур воздуха, необходимых для достаточного промерзания верхних грунтовых вод почвы. Образовавшиеся за лето ямы, выпуклости и глубокие колеи на дороге выравниваются бульдозером или грейдером. Всего на сегодняшний день открыты 8 зимников. С установлением прочного льда в регионе каждый год открывается еще порядка 23 переправ.

3. Железнодорожные пути. Это важная часть лесотранспортной инфраструктуры в Красноярском крае. По железным дорогам перевозят лес на большие расстояния, в том числе и за пределы края. Жители используют железнодорожные станции для отправки и получения грузов. Эксплуатационная длина Красноярской железной дороги составляет 3159,868 км, развернутая длина главных путей - 4572,120 км. Проблемы данного вида транспорта потенциально являются основными ограничителями роста российской экономики в долгосрочной перспективе, причем вопросы развития железнодорожного транспорта являются наиболее актуальными. Это связано с тем, что железнодорожный транспорт выполняет свыше 40% грузовых перевозок, осуществляемых транспортом общего пользования.

4. Речные порты. В Красноярском крае есть несколько портов на реке Енисей, которые играют важную роль в лесотранспортной инфраструктуре. Здесь лес перегружают с железнодорожных вагонов на речные суда и отправляют на экспорт. Красноярский речной порт - один из основных перевалочных узлов будущего Красноярского мультимодального транспортно-логистического центра. Пропускная способность порта составляет около 4 млн тонн, в последние годы объемы перевалки около 1 300 тыс. тонн в год.

5. Терминалы и склады: это объекты, где лес хранится и обрабатывается перед отправкой. В Красноярском крае существует множество терминалов и складов, которые обслуживают различные лесопромышленные предприятия.

Эффективные транспортные системы позволяют своевременно доставлять лесопroduкцию на внутренние и международные рынки, тем

самым увеличивая экспортный потенциал региона и увеличивая доходы. Стратегическое расположение транспортных маршрутов на северных территориях Красноярского края облегчает торговые связи с соседними регионами и странами, способствует экономической интеграции и устойчивому развитию [3].

Лесовозная инфраструктура играет важную роль в поддержке социального развития северных территорий. Улучшенная доступность, обеспечиваемая хорошо обслуживаемыми дорогами и транспортными сетями, улучшает связь между изолированными сообществами, облегчая предоставление основных услуг, таких как здравоохранение, образование и реагирование на чрезвычайные ситуации. Развитие инфраструктурных проектов создает возможности трудоустройства, увеличивает местные доходы и повышает общее качество жизни жителей этих отдаленных районов.

Таким образом, лесовозная инфраструктура играет многогранную роль в обеспечении социально-экономического развития северных территорий Красноярского края. Содействуя экономическому росту, повышению социального благосостояния, обеспечению экологической устойчивости и содействию технологическому прогрессу, транспортные сети служат катализатором прогресса и процветания в этом богатом ресурсами регионе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-78-10002, <https://rscf.ru/project/22-78-10002/>

Список источников

1. Ванчикова Е.В. Лесопромышленный комплекс Красноярского края: проблемы и перспективы развития / Е.В. Ванчикова // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. - 2020. - № 2. - С. 54-63.
2. Вихрев О.В. Влияние лесотранспортной инфраструктуры на социально-экономические процессы в северных территориях Красноярского края / О.В. Вихрев // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. - 2020. - № 2 (62). - С. 90-98.
3. Мохирев А.П., Медведев С.О., Смолина О.Н. Факторы, влияющие на пропускную способность лесовозных дорог // Лесотехнический журнал. 2019. Т. 9. № 3(35). С. 103-113. DOI 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/10.

Найденок И.Л.

Научный руководитель: Насковец М.Т., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕСОПРОДУКЦИИ НА ВЫБОР НАДСТРОЙКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. В статье рассмотрен сортиментный способ вывозки круглых лесоматериалов и основные виды лесовозных транспортных средств для перевозки сортиментов в условиях Республики Беларусь. По результатам анализа работы лесовозных автопоездов на вывозке лесопроductии выявлено, что выбор разновидности надстройки подвижного состава зависит от линейных размеров сортиментов и их рационального размещения между кониками.

Ключевые слова: подвижной состав, круглые лесоматериалы; надстройка, сортименты, коники

Подвижной состав, применяемый для перевозки круглых лесоматериалов с мест лесозаготовок (лесосек), играет важнейшую роль в лесном комплексе Республики Беларусь. Основная перевозимая лесопроductия представляет собой сортименты в виде деловой и дровяной древесины.

В качестве лесовозных автопоездов, осуществляющих доставку древесины к местам первичной ее переработки либо потребителю, как правило, используют подвижной состав в виде автомобилей-сортиментовозов и прицепов (рис. 1), а также седельных тягачей и полуприцепов (рис. 2).

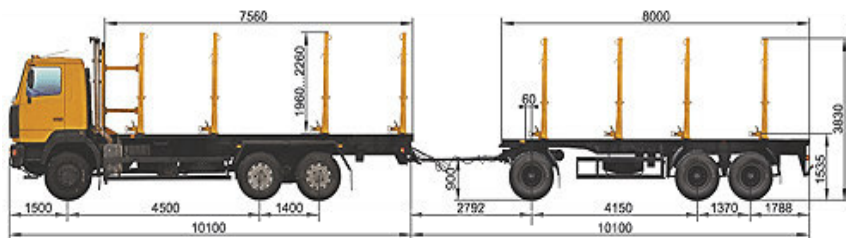


Рис. 1. Автомобиль-сортиментовоз с прицепом



Рис. 2. Лесовозный автопоезд – седельный тягач с полуприцепом

Представленные разновидности автопоездов, перевозящих сортиментную продукцию, обеспечивают размещение на них круглых лесоматериалов за счет специальной надстройки – коников.

Выбор разновидности надстройки подвижного состава зависит от линейных размеров сортиментов и их рационального размещения посредством изменения расстояния между кониками (рис. 3).

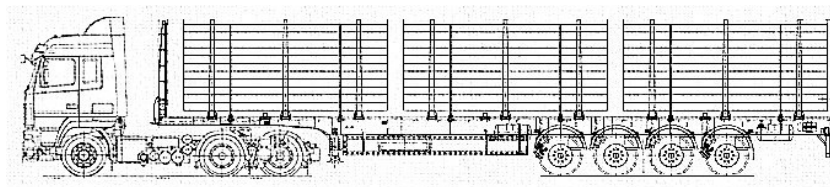


Рис. 3. Варианты размещения сортиментов на подвижном составе

Романов А.В.

Научный руководитель: Царев Е.М., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СУШИЛЬНАЯ КАМЕРА ДЛЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Предложен вариант сушильной камеры, содержащей на одной продольной стороне электровентилятор, к которому подаётся сушильный агент под давлением и на другой стороне электровентилятор, который отводит сушильный агент из сушильного объёма. Сушильный агент переходит в конденсационный объём, где размещен пластинчатый конденсатор. Результатом исследования является повышение экономичности процесса сушки пиломатериалов за счет улучшения эффективности продувки штабеля пиломатериалов и снижения потерь.

Ключевые слова: штабель пиломатериалов, сушильный агент, сушка пиломатериалов

В современных условиях при наблюдаемой тенденции роста тарифов на энергоносители [1], особенно актуальной становится проблема энергосбережения в производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Поэтому внедрение энергосберегающих технологий является одним из важных направлений повышения эффективности производства и умелого ведения технологических процессов в рыночных условиях хозяйствования предприятий.

Известны камеры для сушки пиломатериалов с принудительной циркуляцией агента сушки, имеющие теплоизолированные стенки, источник тепла и вентилятор с системой рециркуляции воздушного сушильного агента, имеющей нагнетательный и всасывающий каналы [2, 3], а также сушильные камеры "СПЛК-2", "ВАЛМЕТ", "УРАЛ-72" [4]. Недостатками этих конструкций являются аэродинамические потери в рециркуляционных каналах сложной конфигурации и значительной длины, утечки нагнетаемого сушильного агента мимо штабеля с пиломатериалом. Все это снижает экономичность и эффективность процесса сушки.

Предлагается сушильная камера (рис.1) [5], которая содержит корпус 1, на одной продольной стороне которого установлен вентилятор 2, к которому посредством трубопровода 3 подается сушильный агент под

давлением, а с противоположной стороны электроventильатор 4 для отсасывания сушильного агента из сушильного объема, при этом сверху штабеля между ventильатором 2 и электроventильатором 4 закреплен брезентовый тент 5, а снизу от тележки 6 в обе стороны также смонтированы тенты 7 и 8, образуя диффузоры, при этом штабель 9 с обеих сторон открыт для прохождения сушильного агента через пиломатериалы в направлении из сушильного объема 10 в сторону конденсационного объема 11, внутри которого размещен пластинчатый конденсатор 12, к которому подведен патрубок с ventилем и охлаждающей холодной водой и патрубок, который отводит нагретую воду, а охлажденный сушильный агент возвращается к нагревателю.

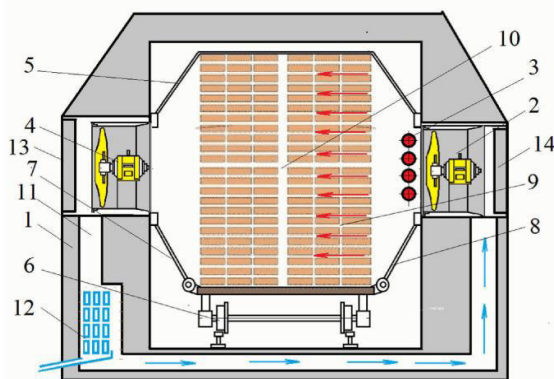


Рис.1. Предлагаемая конструкция сушильной камеры

Сушильная камера работает следующим образом. Пиломатериалы укладывают на тележку 6 и размещают в камеру. После чего натягивают тенты 5, 7 и 8. В процессе сушки сушильный агент подается под избыточным давлением ventильатором 2 поперек штабеля между пиломатериалами. В результате, за счет направленного движения сушильного агента под давлением, улучшается отвод влаги от пиломатериалов. С противоположной стороны электроventильатор 4 создает пониженное давление. В нижней части конденсационного объема 11 происходит конденсация влаги из сушильного агента, с помощью пластинчатого конденсатора 12 с испарителем. При движении сушильного агента через испаритель проходит часть влажного теплого воздуха, удаляемого от штабеля пиломатериалов. Водяной пар конденсируется на холодной поверхности испарителя, конденсат собирается в поддоне и по трубке самотеком выводится наружу, при этом охлажденный сушильный агент

отправляется к нагревателю. Для удаления большого количества влаги из сушильного агента на начальной стадии сушки сушильная камера может быть оснащена, по меньшей мере, одним устройством удаления влаги, состоящим из окон 13 и 14, установленных на боковых стенках корпуса камеры. При приоткрытых окнах 13 и 14 в зазор поступает воздух, находящийся снаружи и имеющий температуру ниже, чем температура сушильного агента внутри. Поступление наружного воздуха обеспечивается разрежением, создаваемым вентилятором 2 и 4. Количество поступающего наружного воздуха регулируется углом открывания двери и, соответственно, величиной зазора.

Результатом исследования является повышение экономичности процесса сушки пиломатериалов за счет улучшения эффективности продувки штабеля пиломатериалов и снижения потерь.

Список источников

1. Энергоцены отстали от инфляции. 2024. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6480365>

2. А.с. № 705218 СССР, заявитель и патентообладатель Свердловский научно-исследовательский институт переработки древесины, МПК F26B 9/06, Сушильная камера для пиломатериалов. заявл. 21.06.1978; опублик. 25.12.1979. Бюл. № 47. Авторы: Сергеев В.В., Федюнинских В.Е.

3. А.с. № 1672172 СССР, заявитель и патентообладатель Московский лесотехнический институт, МПК F26B 9/06, Устройство для сушки пиломатериалов. заявл. 28.09.1989; опублик. 23.08.1991. Бюл. № 31. Авторы: Расев А.И., Меркушев И.М.

4. Лесосушильные камеры. Соколов П.В., Харитонов Г.Н., Добрынин С.В. // М.: Лесная промышленность, 3-е изд., перераб. и доп. 1987 г. 184 с.

5. Патент № 2806861 Российская Федерация, заявитель и патентообладатель ПГТУ, МПК F26B 9/06, Сушильная камера для пиломатериалов. заявл. 13.06.23; опублик. 08.11.23. Бюл. № 31. Авторы: Царев Е.М., Рукомойников К.П., Романов А.В., Кочаков С.А., Волдаев М.Н.

Сергеева Т.В.

Научный руководитель: Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВРЕМЕНИ ЦИКЛА РАБОТЫ ХАРВЕСТЕРА, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЗНАЧИМОМУ ВЛИЯНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВОСТОЯ

***Аннотация.** Показан поэлементный анализ составляющих времени цикла работы харвестера и выявлены элементы, подверженные влиянию количества деревьев при выборочных рубках.*

***Ключевые слова:** имитационное моделирование, нормирование труда, эксперимент, время цикла*

Анализ элементов времени цикла является важной практической задачей при обосновании нормативов выработки лесосечных машин, в частности харвестеров [2, 6, 10].

Целью исследования являлся анализ значимости элементов времени цикла работы харвестера, и оценка влияния на них технических, технологических и природных факторов с выявлением элементов подверженных наибольшему влиянию количественных показателей древостоя, при выборочных рубках.

Исследования были проведены путем имитационного моделирования [5, 7, 8, 9] на созданной с участием автора статьи имитационной модели харвестера [1, 3, 4, 11].

В ходе имитационного моделирования весь технологический процесс обработки деревьев был разделен на ряд элементов цикла. Результат позволил получить характеристики, показанные на рис.1.

Анализ совокупности элементов времени цикла позволил предположить, что факторные признаки, характеризующие количественные показатели древостоя и в первую очередь деревьев, остающихся на доращивание, подроста и подлеска наиболее значимое влияние могут оказать на такие элементы времени работы, как:

- $t_{р.п.}$ - среднее время перемещений, сек.
- $t_{подтаск}$ - среднее время подтаскивания поваленного дерева в зону его последующей обработки, сек;

- $t_{\text{навед}}$ - среднее время анализа оператором доступности вырубемого дерева, устранения препятствий в виде крупного подлеска и наведения манипулятора на дерево, сек;

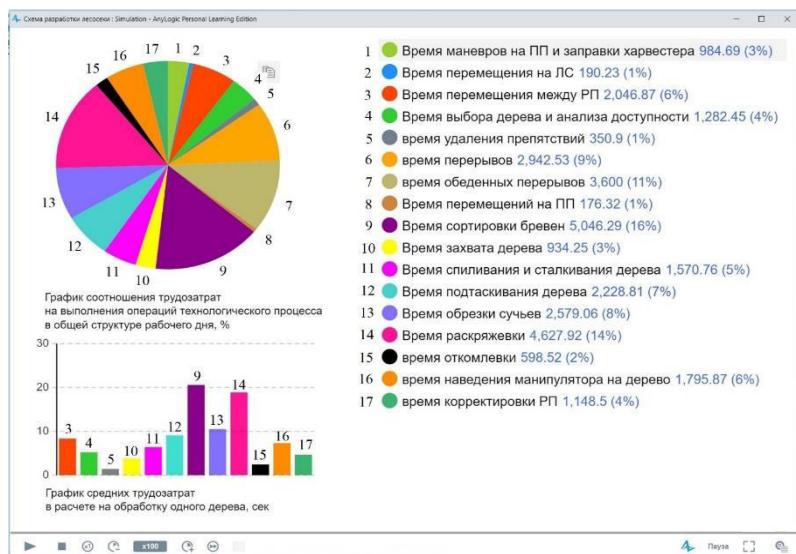


Рис.1. Пример анализа элементов цикла работы харвестера

Все остальные элементы времени цикла, такие как время маневров на погрузочному пункте, перемещений на лесосеку и погрузочный пункт, перерывов, захвата дерева ножами харвестерной головки, спиливания и сталкивания дерева с пня, обрезки сучьев, раскряжевки и откомлевки, либо вовсе не зависят от природных условий на лесосеке, либо подчиняются точным математическим зависимостям.

Список источников

1. Computer modeling to support management and organizational decisions in the use of a forest harvester / K.P. Rukomojnikov, T.V. Sergeeva, T.A. Gilyazova, V.P. Komisar // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Dushanbe, 21–23 декабря 2021 года. – Dushanbe, 2022. – P. 122510P. – DOI 10.1117/12.2631137.
2. Rukomojnikov K.A method for delimbing tree-trunks and a device for applying the method / K. Rukomojnikov, S. Vedernikov, M. Gabdrahmanov

// Journal of Applied Engineering Science. – 2018. – Vol. 16, No. 2. – P. 263-266. – DOI 10.5937/jaes16-16442.

3. Имитационное моделирование технологического процесса заготовки древесины на примере лесного харвестера / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 69-80. – DOI 10.18698/2542-1468-2023-3-69-80.

4. Компьютерная симуляция разработки лесосек с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевых машин / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Системы. Методы. Технологии. – 2022. – № 2(54). – С. 108-113. – DOI 10.18324/2077-5415-2022-2-108-113.

5. Мохирев А.П., Рукомойников К.П. Моделирование структуры лесотранспортных потоков. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. – 396 с. – ISBN 978-5-8158-2263-4.

6. Рукомойников К.П. Ведерников С.В. Модернизация сучкорезного ножа харвестерной головки. Лесной журнал. – 2019. – № 1(367). – С. 120-127. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120.

7. Рукомойников К.П. Выбор рациональной технологии и обоснование параметров поквартального освоения лесных участков / К.П. Рукомойников. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 296 с. – ISBN 978-5-8158-1672-5.

8. Рукомойников К.П. Имитационное моделирование взаимосогласованной работы комплектов адаптивно-модульных лесных машин. Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2013. – № 3. – С. 154-158.

9. Рукомойников К.П. Результаты имитационного моделирования технологических процессов выполнения лесосечных работ на территории лесного квартала. Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 410.

10. Рукомойников К.П., Купцова В.О. Обоснование норм расхода топлива многооперационных лесозаготовительных машин на примере харвестера. Лесной журнал. – 2020. – № 3(375). – С. 117-127. – DOI 10.37482/0536-1036-2020-3-117-127.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614531 РФ. Программа моделирования работы харвестера: № 2022613687: заявл. 16.03.2022; опубл. 23.03.2022 / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.]; заявитель ПГТУ.

Сергеева Т.В.

Научный руководитель: Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕР ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЕЙСТВИЙ ХАРВЕСТЕРА В РАМКАХ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

Аннотация. Показаны визуальные возможности имитационного моделирования лесотехнических процессов, повышающие наглядность работы лесосечных машин при их компьютерном анализе.

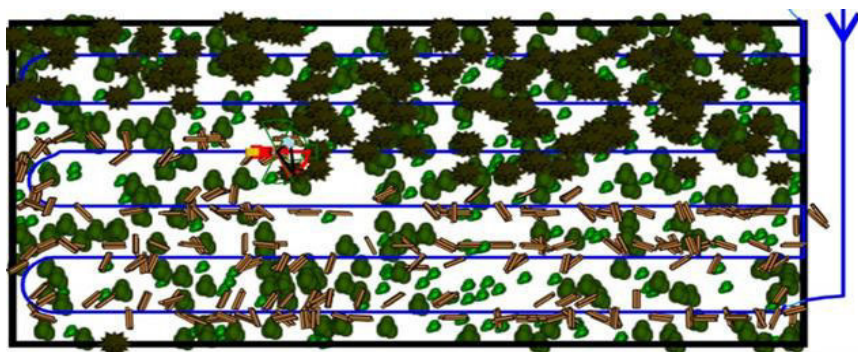
Ключевые слова: лесосечные работы, рубка леса, трехмерное изображение, имитация

Исследование работы современных многофункциональных лесосечных машин является актуальным направлением исследований [2, 6, 9]. Одним из методов исследований является имитационное моделирование процессов [5, 7, 8, 10].

На основе выполненных в ПГТУ исследований разработана программа имитационного моделирования работы харвестера [1, 3, 4]. Программа позволяет осуществлять визуальный контроль действий лесосечной машины в различных условиях рубок леса.

Цель исследования: демонстрация возможностей визуализации лесосечных работ в ходе имитационного моделирования работы харвестера.

В созданной авторской разработке программного обеспечения на базе среды AnyLogic, визуализация действий машины может осуществляться в режиме ускоренной симуляции технологического процесса. Возможна работа с технологической картой освоения лесосеки с заданными пользователем основными характеристиками местности (рис.1, а), так и анализ технологических операций под любым интересующим пользователя углом зрения (рис.1, б, в). Имитация может быть выполнена в различных условиях рубок. Например, в случае выборочной рубки (рис.1, а) и сплошной рубки (рис.1, б). Доступно визуальное трехмерное изображение древостоев различного породного и возрастного составов. Причем пользователь имеет возможность изменять пространственное положение модели в любой интересующий его момент.



а)



б)



с)

Рис.1. Пример графической визуализации имитационной модели действий харвестера в программной среде AnyLogic

Условные обозначения:  - вырубаемые деревья;  - остающиеся деревья;  - подлесок;  - сортименты;  - харвестер

В результате можно сделать вывод о хорошей степени наглядности представленной авторской разработки имитационной модели и принять решение о перспективности развития систем имитации лесосечных работ с учетом возможностей трехмерного представления результата.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-26-00129, <https://rscf.ru/project/24-26-00129/>

Список источников

1. Computer modeling to support management and organizational decisions in the use of a forest harvester / K.P. Rukomojnikov, T.V. Sergeeva, T.A. Gilyazova, V.P. Komisar // Proceedings of SPIE - The International

Society for Optical Engineering, Dushanbe, 21–23 декабря 2021 года. – Dushanbe, 2022. – P. 122510P. – DOI 10.1117/12.2631137.

2. Rukomojnikov K. A method for delimbing tree-trunks and a device for applying the method / K. Rukomojnikov, S. Vedernikov, M. Gabdrahmanov // Journal of Applied Engineering Science. – 2018. – Vol. 16, No. 2. – P. 263-266. – DOI 10.5937/jaes16-16442.

3. Имитационное моделирование технологического процесса заготовки древесины на примере лесного харвестера / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 69-80. – DOI 10.18698/2542-1468-2023-3-69-80.

4. Компьютерная симуляция разработки лесосек с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевых машин / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Системы. Методы. Технологии. – 2022. – № 2(54). – С. 108-113. – DOI 10.18324/2077-5415-2022-2-108-113.

5. Мохирев А.П., Рукомойников К.П. Моделирование структуры лесотранспортных потоков. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. – 396 с. – ISBN 978-5-8158-2263-4.

6. Рукомойников К.П. Ведерников С.В. Модернизация сучкорезного ножа харвестерной головки. Лесной журнал. – 2019. – № 1(367). – С. 120-127. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120.

7. Рукомойников К.П. Имитационное моделирование взаимосогласованной работы комплектов адаптивно-модульных лесных машин. Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2013. – № 3. – С. 154-158.

8. Рукомойников К.П. Результаты имитационного моделирования технологических процессов выполнения лесосечных работ на территории лесного квартала. Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 410.

9. Рукомойников К.П., Купцова В.О. Обоснование норм расхода топлива многооперационных лесозаготовительных машин на примере харвестера. Лесной журнал. – 2020. – № 3(375). – С. 117-127. – DOI 10.37482/0536-1036-2020-3-117-127.

10. Рукомойников К.П. Выбор рациональной технологии и обоснование параметров поквартального освоения лесных участков / К.П. Рукомойников. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 296 с. – ISBN 978-5-8158-1672-5.

Сергеева Т.В.

Научный руководитель: Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ОСВОЕНИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНОГО ХАРВЕСТЕРА

***Аннотация.** Представлены результаты поиска путей совершенствования методических подходов нормирования труда операторов лесозаготовительных машин при выборочных рубках леса.*

***Ключевые слова:** несплошные рубки, выборочные рубки, имитационное моделирование, регрессионная модель, эксперимент*

Исследование посвящено решению задач анализа производительности харвестера [2, 6, 9] с учетом количественных и размерных характеристик оставляемых деревьев нецелевых компонентов, оценки степени влияния количественных показателей и соотношения вырубаемых и остающихся на дорашивание деревьев на выработку харвестера, определения нормативов выработки при реализации различных видов несплошных рубок.

Целью исследования являлась разработка современных методических подходов к нормированию труда и повышению качества оценки эффективности лесопользования при выборочных рубках леса харвестером путем имитационного моделирования технологического процесса заготовки древесины.

При работе над поставленными задачами использованы методы системного анализа, математического и имитационного моделирования [5, 7, 8, 10], производственного и имитационного эксперимента и математической статистики.

В ходе исследований удалось создать и внедрить в производство на примере УОЛ ПГТУ имитационную модель работы харвестера [1, 3, 4, 11], отличающуюся от существующих систем моделирования процессов освоения лесных участков основным методом для реализации проекта. В качестве такого метода был выбран метод агентного моделирования процессов, позволяющий осуществлять анализ действий децен-

трализованных динамически взаимодействующих агентов и проводить симуляцию.

Вторым элементом научной новизны исследования являлся учет при моделировании ряда современных рекомендаций при обучении операторов машин, разделяющих область действий манипулятора на несколько зон, с учетом последовательности их освоения и особенностей валки деревьев в каждой из них. Это выгодно отличает предлагаемый подход от принципа последовательной рубки ближайших к машине деревьев, заложенного в известные ранее системы моделирования работ. Такой вариант позволяет вести оценку только технологических особенностей освоения лесосек и детализировать исследования на вариантах работы в рамках отдельных рабочих позиций.

Так же новым является то, что предложенная имитационная модель предполагает возможность анализа основных лесосечных работ с учетом препятствий в виде крупного подлеска на участках лиственных и смешанных древостоев, что особенно характерно для обширных территорий РФ. Данный фактор не учтен ни в одной из существующих моделей технологического процесса и вызывает научный интерес при адаптации систем имитационного моделирования к специфике лесорастительных условий.

По итогам выполненных на сегодняшний день исследований проведен подробный экспериментальный анализ влияния количественных характеристик остающихся после рубки деревьев на отдельные элементы времени цикла работы манипулятора харвестера и перемещений самой машины при работе при остановках харвестера.

Получены математические зависимости для прогнозирования производительности харвестера на выборочных рубках и регрессионные модели расчета отдельных элементов времени цикла перемещения харвестера и его манипулятора.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-26-00129, <https://rscf.ru/project/24-26-00129/>

Список источников

1. Computer modeling to support management and organizational decisions in the use of a forest harvester / K.P. Rukomojnikov, T.V. Sergeeva, T.A. Gilyazova, V.P. Komisar // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Dushanbe, 21–23 декабря 2021 года. – Dushanbe, 2022. – P. 122510P. – DOI 10.1117/12.2631137.

2. Rukomojnikov K.A method for delimbing tree-trunks and a device for applying the method / K. Rukomojnikov, S. Vedernikov, M. Gabdrahmanov // Journal of Applied Engineering Science. – 2018. – Vol. 16, No. 2. – P. 263-266. – DOI 10.5937/jaes16-16442.
3. Имитационное моделирование технологического процесса заготовки древесины на примере лесного харвестера / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 69-80. – DOI 10.18698/2542-1468-2023-3-69-80.
4. Компьютерная симуляция разработки лесосек с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевых машин / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.] // Системы. Методы. Технологии. – 2022. – № 2(54). – С. 108-113. – DOI 10.18324/2077-5415-2022-2-108-113.
5. Мохирев А.П., Рукомойников К.П. Моделирование структуры лесотранспортных потоков. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. – 396 с. – ISBN 978-5-8158-2263-4.
6. Рукомойников К.П. Ведерников С.В. Модернизация сучкорезного ножа харвестерной головки. Лесной журнал. – 2019. – № 1(367). – С. 120-127. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.1.120.
7. Рукомойников К.П. Имитационное моделирование взаимосогласованной работы комплектов адаптивно-модульных лесных машин. Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2013. – № 3. – С. 154-158.
8. Рукомойников К.П. Результаты имитационного моделирования технологических процессов выполнения лесосечных работ на территории лесного квартала. Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 410.
9. Рукомойников К.П., Купцова В.О. Обоснование норм расхода топлива многооперационных лесозаготовительных машин на примере харвестера. Лесной журнал. – 2020. – № 3(375). – С. 117-127. – DOI 10.37482/0536-1036-2020-3-117-127.
10. Рукомойников, К.П. Выбор рациональной технологии и обоснование параметров поквартального освоения лесных участков / К.П. Рукомойников. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 296 с. – ISBN 978-5-8158-1672-5.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614531 РФ. Программа моделирования работы харвестера: № 2022613687: заявл. 16.03.2022; опубл. 23.03.2022 / К.П. Рукомойников, Т.В. Сергеева, Т.А. Гилязова [и др.]; заявитель ПГТУ.

Смертин Н.В.

Научный руководитель: Баяндин М.А., канд. техн. наук, доцент
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛИТ БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО ИЗ БИОДЕГРАДИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

***Аннотация.** Представлены результаты исследования возможности формирования плит без связующего из биodeградированной древесины.*

***Ключевые слова:** биodeградация, древесина, грибы, плиты без связующего*

В современных реалиях актуальной проблемой лесопромышленного комплекса является большое число древесины, пораженной дереворазрушающими факторами, в особенности, дереворазрушающими грибами. Биodeградированная древесина не только перестает являться материалом для заготовки и последующей деревообработки, но также и представляет угрозу рядом растущим деревьям. Существующие способы утилизации, такие как производство биотоплива, удобрений, и т.д. [1], [2], на сегодняшний день, не позволяют в полной мере обеспечить сокращение такого сырья, ввиду чего количество данного вида отходов постоянно растет. Наиболее перспективным, среди существующих способов утилизации является создание древесных плит, но снижение физико-механических свойств самой древесины значительно снижает качество готового продукта. Ввиду того, что на поздних стадиях поражения грибами, древесина почти полностью теряет свои свойства и предстает в виде кусковых отходов, при небольшом механическом воздействии на которые, они полностью разрушаются, оставляя лишь частицы минимальной фракции, ее использование в составе древесных плит становится возможным только в качестве наполнителя.

Однако, при использовании технологии обработки древесины в гидродинамическом диспергаторе, наличие такой мелкой фракции благоприятно скажется не только на снижении продолжительности времени обработки, но также и на сокращении энергозатрат на подготовку сырья, ввиду чего, данный материал может стать сырьем для производства древесных плит без связующего [3].

В целях проведения эксперимента была выбрана древесина породы пихты, пораженная грибами бурой гнили на поздней стадии (Рисунок 2).



Рис. 2. Биodeградированная пихта до и после размола

Из данной древесины, методом размола было получено древесное сырье, которое впоследствии было обработано в гидродинамическом диспергаторе РГГД - 1, в течение 10 минут (Рисунок 3).

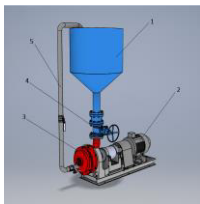


Рис. 2.2. Общий вид экспериментальной установки РГГД – 1
1 – бак; 2 – электродвигатель; 3 – гидродинамический диспергатор;
4 – запорная арматура (задвижка); 5 – труба циркуляционная.

Полученная масса сливалась в оснастку, после чего формировались плиты без связующего методом горячего прессования (Рисунок 4).



Рис. 4. Готовые плиты

В дальнейшем проводились испытания и определялись физико-механические свойства полученных плит. После испытаний были выявлены следующие результаты:

- 1) плотность – 800 кг/м^3 ;
- 2) предел прочности при статическом изгибе – 29 МПа;
- 3) предел прочности на растяжение – 0,85 МПа.

Выводы

Изготовленные в ходе экспериментальных исследований плитные материалы обладают достаточно высокими физико-механическими свойствами, стоящими наравне с существующими древесными аналогами, такими как МДФ, ДСтП и т.д.

Ввиду крайней стадии поражения древесины дереворазрушающими грибами, разmol сырья происходит значительно быстрее, чем в случае со здоровой древесиной. Аналогичная тенденция замечена и при гидродинамической обработке, в результате которой мелкодисперсная масса получилась за меньший промежуток времени, в отличие от здоровой древесины.

Полученный результат указывает на возможность усовершенствования процесса производства плит из биodeградирующей древесины, целью которого является улучшение физико-механических показателей, а также снижение энергозатрат.

Список источников

1. Мокрушина Н.С., Тарасова Т.С., Дармов И.В. Биоконверсия древесных отходов методом компостирования с получением органического удобрения // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. №1-1. С. 228-232
2. Barrette J., Thiffault E., Saint-Pierre F., Wetzel S., Duchesne I., Krigstin S. Dynamics of dead tree degradation and shelf-life following natural disturbances: can salvaged trees from boreal forests ‘fuel’ the forestry and bioenergy sectors?, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 88, Issue 3, July 2015, Pages 275–290, <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv007>
3. Баяндин М.А. Формирование структуры плит без связующих из механоактивированных древесных частиц / М.А. Баяндин // Решетневские чтения – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 2023. – С. 786-788.

Хауреги Г., Храмов И.В.

Научный руководитель: Мохирев А.П., д-р техн. наук, доцент
Сибирский федеральный университет

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПОЛОСТЕЙ В ДРЕВЕСНЫХ ПАНЕЛЯХ

Аннотация. *В мире существует проблема шума и звукового раздражения, но в настоящее время разработано несколько решений, позволяющих уменьшить шум и избежать этих акустических проблем в жилых домах или других сооружениях.*

Ключевые слова: *древесные панели, акустические полости, звукоизоляция*

Для исследования улучшения звукового комфорта использовались специальные деревянные панели с внутренними акустическими полостями, выполненными в виде форм (параболоид, полусфера, конус), способствующие звукоизоляции за счет поглощения звуковых волн.

Акустические полости имеют решающее значение для эффективного подавления шума в древесных панелях. Для оптимизации звукоизоляции выбор конструкции акустической полости имеет решающее значение в виду их геометрических характеристик. Помимо конструкции полости, важную роль в эффективности звукоизоляции играют свойства и размеры материала (плотность, толщина материала, форма полостей).

В данном исследовании изучается внедрение элементов поглощения звука в деревянные панели для улучшения их звукоизоляционных свойств. Отсюда вытекает проблема изготовления акустических элементов в древесных панелях.

Существует несколько способов создания акустических полостей в деревянных панелях для улучшения звукопоглощения и звукоизоляции:

1. Лазерная технология

Лазерная технология предоставляет высокую точность и возможность создания сложных и детализированных элементов [1].

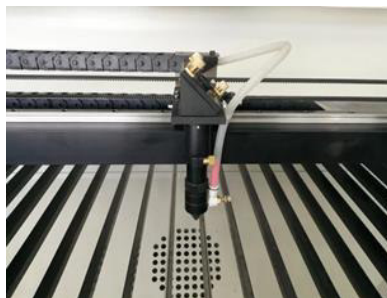


Рис. 1. Пример лазерной резки материала

Преимуществами данного метода является бесконтактная обработка материала, отсутствие запыленности и опилок, ровные кромки места резки. Однако стоит выделить и недостатки, такие как возможность горения материала из древесины, высокие энергозатраты.

2. Фрезерование

Фрезерование может быть выполнено как ручным инструментом, так и с помощью технологии числового программного управления (ЧПУ), предлагающего точный и автоматизированный способ создания перфораций и узоров на дереве. ЧПУ-фрезерные станки могут быть запрограммированы для выполнения различных операций, включая перфорации определённого размера и формы [2]. Это обеспечивает высокую производительность и повторяемость процесса, что особенно важно для массового производства деревянных панелей с акустическими свойствами.



Рис. 2. Пример ЧПУ-фрезерования деревянной панели

Среди недостатков данного способа изготовления акустических панелей можно выделить менее высокую эффективность по обработке краев материалов, необходимость в дополнительной обработке шероховатости.

3. Прессование, выдавливание

Для создания перфораций в плотной древесине можно использовать специальные пресс-механизмы, работающие на пневматическом или гидравлическом принципе [3]. Эти механизмы обеспечивают высокое давление, необходимое для изготовления отверстий различного диаметра и глубины в древесине с минимальными усилиями.

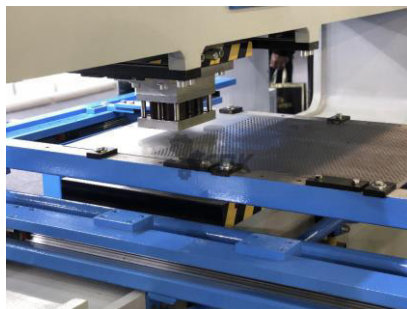


Рис. 3. Пример гидравлического прессы

К недостаткам данного способа относится высокая стоимость оборудования по сравнению с другими методами, а также неэффективность использования для малого производства.

Таким образом, с использованием современных технологий и инструментов можно эффективно и качественно изготавливать акустические полости в деревянных панелях для улучшения их звукоизоляционных свойств в зависимости от поставленной задачи и объема производства.

Список источников

1. Долчинков Н.Т. Развитие лазерных технологий / Инновации в технологиях и образовании: Сборник статей участников XIV Международной научно-практической конференции, Белово, 26 марта 2021 года. Т. 1., 2021. – С. 50-57.
2. Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях на основе древесины методом плазменного напыления / В. С. Бессмертный, А. А. Ляшко, В. А. Панасенко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 12. – С. 101.
3. Шпыгарь С.А. Модернизация тяжелых гидравлических прессов. Тяжелое машиностроение. 2011. № 5. – С. 20-22.

Чемшикова Ю.М., Бурмистрова О.Н.
Ухтинский государственный технический университет

ДРЕВЕСИНА ИЗ НАШИХ ЛЕСОВ - ЭКОЛОГИЧЕСКИ, ЭКОНОМИЧЕСКИ И СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМАЯ

***Аннотация.** Значение лесов в жизни человека, потенциал древесины и ее натуральных компонентов, возможности ее использования сегодня.*

***Ключевые слова:** древесина, использование, развитие*

Во все времена, а особенно в настоящее время, древесина считалась устойчивым сырьем для будущего!

Важность древесины особо подчеркивается в Стратегии устойчивого развития лесопользования в России, также в важных нормативно-правовых и финансово-политических областях, где были выделены четкие акценты в поддержку устойчивого развития лесопользования.

Наши леса предоставляют возможности для отдыха, вносят значительный вклад в регенерацию воздуха и воды, сохраняют и защищают места обитания флоры и фауны. Также леса выполняют важные социальные функции. К таким функциям относятся оздоровительная, рекреационная, воспитательно-образовательная, эстетическая, а также, роль леса по сохранению традиционного природопользования. Лес, в значительной степени, способствует экологическому воспитанию общества, бережному отношению к лесным ресурсам. Следуя из перечисленных функций леса необходимо устойчивое управление этими лесами и это может обеспечить долгосрочное обеспечение древесным сырьем для более широкого использования всего леса и во всем мире.

Мы в полной мере используем потенциал древесины и, где это возможно, создаем дополнительные возможности произрастания леса (например, за счет расширения площади лесов). Неустойчивое управление лесами, независимо от того, в каком месте на Земле это происходит, контрпродуктивно для общего позитивного отношения к древесине.

Большое использование древесины – активный вклад в защиту климата и окружающей среды. Древесина, является экологически безопасным материалом, а также является поглотителем углекислого газа. По мере роста деревьев углерод накапливается в древесине и остается связанным в течение всего срока службы разнообразных продуктов – ино-

гда очень длительного срока. Сокращать количество углекислого газа могут все деревья. Обычное взрослое дерево поглощает около 21 кг углекислого газа в год. За 100 лет жизни одно дерево может поглотить около тонны углекислого газа. Чтобы компенсировать все создаваемые человеком выбросы, ежегодно нужно сажать 40 млрд деревьев. Процессы переработки в деревообрабатывающей промышленности сравнительно низкоэнергетичны и экологически безопасны. В рамках общего цикла сырье частично многократно перерабатывается.

Использование древесины создает и обеспечивает рабочие места. Лесное хозяйство использует древесное сырье как материальную основу для множества различных отраслей и производств, экономическое значение которых часто недооценивают. Согласно определению, лесное хозяйство и лесозаготовительная промышленность должны рассматриваться как единое целое. К ним относятся области: лесное хозяйство, лесозаготовка и переработка древесины, торговля древесиной, производство целлюлозы и бумаги, обработка бумаги, включая упаковку, а также полиграфия и издательское дело.

Весь этот комплекс можно определить так называемый "Лесной кластер", совокупность базовых лесных участков. Таким образом, более широкое использование древесины означает большую экономическую мощь и больше рабочих мест, особенно в сельской местности. Большая часть рабочей силы работает не в отраслях с наибольшим оборотом, а в основном в секторах среднего и малого бизнеса.

Важной основой для постоянного и экономически эффективного обеспечения древесным сырьем являются экономически здоровые и эффективные лесозаготовительные предприятия. Управление лесами в современных развитых странах с высокой плотностью населения, помимо производства древесины, предоставляет дополнительные возможности получения дохода и в области защиты и отдыха.

Необходимо активнее развивать эти сферы бизнеса, чтобы обеспечить экономическую стабильность и расширять базу лесохозяйственных предприятий и повышать их эффективность. Торговля лесоматериалами является глобализированной и в значительной степени не совсем регулируемой. Цены производителей основных полуфабрикатов и готовой продукции ниже уровня индекса цен. Будущее позитивное развитие лесной промышленности во многом зависит от способности к инновациям. Для этого необходимо сотрудничество с научно-исследовательскими центрами.

Древесина – это многоцелевое сырье.



Рис. 1. Товарная продукция российского экспорта продукции лесопромышленного комплекса

Древесина является превосходным природным сырьем и материалом с точки зрения разнообразия ее использования. Разнообразие варьируется от использования пиломатериалов и древесных материалов до впечатляющих архитектурных и дизайнерских решений. Возможности в области строительства и мебели, от производства предметов первой необходимости для повседневной жизни до переработки в целлюлозу и бумагу. Древесина также является экологически безопасным поставщиком энергии.

Список источников

1. Ширнин Ю.А. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление : учебное пособие / Ю.А. Ширнин, Е.М. Царев, К.П. Рукомойников. – Йошкар-Ола, 2019. – 182 с.
2. Лесопромышленный комплекс: Состояние, проблемы, перспективы / Н.А. Бурдин, В.М. Шлыков, В.А. Егорнов, В.В. Саханов. – М.: МГУЛ, 2000. – 473 с.
3. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: МГУЛ, 2001. – 333 с.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 624.011.1

Бакулина И.Р.

Научный руководитель: Котлов В.Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ДЕРЕВЯННЫЕ АРОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ

Аннотация. Современное деревянное строительство требует новых форм и нестандартных решений. Широкое распространение при проектировании деревянных конструкций получили арки различного очертания.

Ключевые слова: деревянные конструкции, строительство, деревянные арки

Одно из приоритетных направлений развития российской лесной промышленности, отраженное в Стратегии развития лесного комплекса до 2030 года, утвержденной Правительством Российской Федерации осенью 2018 года – деревянное домостроение [1]. Таким образом, разработка новых деревянных конструкций индустриального изготовления и внедрение их в практику строительства имеет большое значение. В зарубежной практике архитекторы и дизайнеры давно используют экологически чистые материалы в строительстве. В России в настоящее время эта практика также начинает постепенно применяться и будем надеяться, что развитие в этом направлении будет продолжено.

В строительной практике известно большое количество типов разновидностей инженерных деревянных конструкций, отличающихся по способу соединения отдельных элементов, виду лесоматериалов, применению металла, конструктивной схеме, способу изготовления и другим признакам. Технология строительства из деревянных конструкций заводского изготовления предпочтительнее. Поскольку проектирование ведется с использованием современных компьютерных программ, точность при проектировании ± 1 мм, а при производстве ± 10 мм [2].

В настоящее время распространенными основными несущими конструкциями деревянных зданий различного назначения являются арочные конструкции. Они применяются в покрытиях производственных, промышленных, сельскохозяйственных и общественных зданий.

В современной отечественной строительной практике уже есть примеры уникальных деревянных сооружений. Одним из самых больших деревянных сооружений в мире стал, сданный в эксплуатацию в 2011 году, Дворец водных видов спорта в г. Казань (рис. 1а). В качестве несущих элементов здесь использованы 3-х шарнирные клеёные деревянные арки из парных изогнутых ригелей, образующих структуру, напоминающую традиционные для татарской архитектуры стрельчатые арки [3]. Многофункциональный торгово-развлекательный комплекс «Питерленд» был построен в 2005–2012 годах (рис. 1б). Клеёные деревянные конструкции атриума были разработаны в лаборатории деревянных конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Основными несущими конструкциями атриума являются двухшарнирные клеёные деревянные арки А1-А9 с пролётами от 25 м (арка А1) до 11,3 м (арка А10), балка А10 с пролетом 6,5 м и полуарки ПА. При этом арки и балка образуют поверхность усеченного цилиндра, а полуарки- полукупол [4].

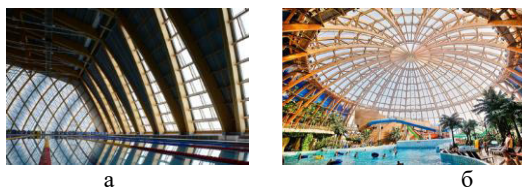


Рис. 1. а - Дворец водных видов спорта в г. Казань, б - деревянный купол аквапарка «Питерленд»

Архитекторы из K2S Architects спроектировали здание часеобразной деревянной часовни Kamppi в Хельсинки, применив каркас из клеено-ламинированных дуг, облицованный снаружи еловыми досками. При строительстве использовали соединение «в шип», поэтому гладкость каркаса ничего не нарушает (рис. 2а) [3].



Рис. 2. а – часовня Kamppi в Хельсинки, б – башня Tree Tower в национальном парке «Баварский лес»

Настоящее произведение архитектуры создано проектировщиками компании WIENAG GmbH – башня Tree Tower в национальном парке

«Баварский лес». Из хвойной породы выполнены не только внешние элементы, но и каркас, собранный из 16 клеёдеревянных колонн.

Эффективны в деревянном строительстве конструкции с соединениями на металлических зубчатых пластинах для покрытий со сложными архитектурными формами. С их помощью можно воплотить все замыслы архитектора, например купольные пространственные конструкции (рис. 3а, б), мост (рис. 3в).

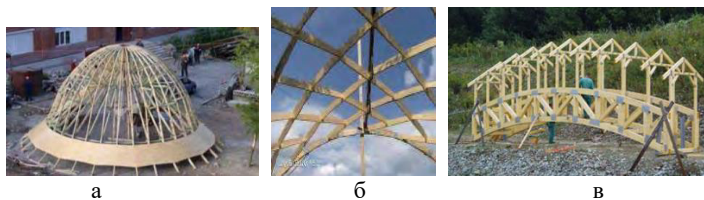


Рис. 3. Деревянные конструкции с соединениями на МЗП

Современный облик конструкций многообразен и вызывает восхищение. Приведенные выше примеры свидетельствуют о том, что отечественная строительная отрасль также не остается в стороне от новейших тенденций. Арочные конструкции обладают высокой эффективностью в эксплуатации и экологической безопасностью, что делает их привлекательным решением для проектирования и строительства уникальных деревянных сооружений.

Список источников

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года.- <http://government.ru/docs/34064> (дата обращения 30.03.2024 г.)
2. Котлов В.Г. Пространственные конструкции из деревянных ферм с узловыми соединениями на металлических зубчатых пластинах: дисс.... канд. техн. наук / В.Г. Котлов – Казань, 1991. - 215 с.
3. Деревянный ренессанс <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/>
4. derevyannyu-geenessans (дата обращения 30.03.2024 г.)
5. Казакевич Т.Н., Миронова С.И., Коваль П.С., Васильев А.О. Оценка работоспособности клеёных несущих конструкций каплевидного купола атриума многофункционального комплекса, меры по повышению эксплуатационной надежности // Инновации в деревянном строительстве : мат. 11-й Межд. науч.-практ. конф. [22– 23 апреля 2021 года]; – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. – С.112-120.

Буркова О.В.

Научный руководитель: Поздеев В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПО ПРОФИЛИРОВАННОМУ НАСТИЛУ

***Аннотация.** Проведен анализ существующей нормативно-технической базы проектирования конструкций сталежелезобетонных перекрытий по профилированному настилу. Обоснована актуальность разработки каталога типовых решений данного перекрытия для повышения эффективности и снижения трудозатрат при проектировании, повышения надёжности сталежелезобетонных конструкций.*

***Ключевые слова:** монолитные перекрытия по профилированному металлическому настилу, сталежелезобетонные плиты перекрытий, несъемная опалубка, стальной профилированный настил (СПН)*

Сталежелезобетонные плиты с профилированным настилом – это монолитные бетонные или железобетонные плиты с металлическим профилированным настилом (СПН), выполняющим функции несъемной опалубки на стадии возведения и внешней рабочей арматуры на стадии эксплуатации плиты [2].

Сталежелезобетонные перекрытия с СПН применяются при возведении и реконструкции производственных и общественных зданий при нестандартном шаге и пролете конструкций. В большинстве случаев перекрытия с несъемной опалубкой оказываются экономичнее традиционных монолитных перекрытий.

Перекрытия по профнастилу выдерживают широкий диапазон нагрузок, сокращают трудозатраты при строительстве на 25-40% имеют небольшую массу, уменьшают строительную высоту на 10% и позволяют размещать коммуникации в гофрах СПН.

Целью настоящей работы является теоретический анализ нормативно-технической документации (НТД) и обоснование актуальности создания каталога типовых решений.

Наиболее ранние руководства по проектированию монолитных железобетонных перекрытий с СПН были разработаны институтами НИИЖБ и ЦНИИПРОМЗДАНИЙ в 1987 году [4].

В течение последующих лет, компаниями-производителями листовых гнутых профилей для конкретных марок были разработаны стандарты организации с рекомендациями по проектированию. В данной работе рассматривается СТО 2005 г., т.к. более поздние издания базируются на расчетах по Еврокодам, не признанным в качестве официальных документов в РФ.

В 2016 году институтом АО «НИЦ «Строительство» совместно с НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, ООО «Техсофт» было разработано СП 266.1325800.2016 [2]. Введение данного нормативного документа систематизировало расчет, но потребовало значительных навыков ручного расчёта сталежелезобетонных конструкций.

Расчет конструкций сталежелезобетонных перекрытий выполнялся для двух стадий работы: возведения и эксплуатации.

В стадии возведения несущей конструкцией является СПН. При расчете определяют его прочность и жесткость как для стального тонкостенного изгибаемого элемента, который воспринимает нагрузку от собственной массы настила, массы уложенного бетона, оборудования и людей в процессе возведения перекрытия [2].

В стадии эксплуатации несущей конструкцией является ж/б плита, в которой СПН используется как внешняя рабочая арматура. При расчете плиты учитывается полная расчетная нагрузка на нее (включая собственную массу) [2].

Методика расчета сталежелезобетонных плит с СПН в рекомендациях 1987 г. [4] и в СТО 2005 г. [3] базируются на старых нормах СП 63.13330.2018 [1]. Поэтому определение значения граничной относительной высоты сжатой зоны сечения ξ_R и расчет по прочности плиты по наклонным сечениям на действие поперечных сил требуется проводить согласно действующим нормам [1].

В рекомендации [4] по проектированию и в стандартах организации [3] исследуемых перекрытий представлены номограммы и таблицы для определения моментов сопротивления W_x и моментов инерции I_x при напряжении сжатия в настиле. Также представлены графики зависимости максимального пролета настила от толщины бетона для стадии возведения при различной расчетной схеме.

В СП 266.1325800.2016 [1] представлены графики зависимости сдвига от приложенной нагрузки при испытании плит на поперечный изгиб и испытания на сдвиг и прочность сцепления настила. Это позволяет выбрать наиболее выгодный типоразмер рифов СПН для обеспечения требуемого сцепления настила и бетона.

Согласно действующим нормам, проектировщик имеет возможность (без дополнительного расчета) при значении изгибающего момента подобрать марку профиля, обеспечивающую прочность СПН на стадии эксплуатации. Затем, согласно графикам зависимости, для выбранной марки профиля определяется возможная толщина бетона и подходящий пролет на стадии возведения.

Однако, чтобы принятое сечение обеспечило прочность на стадии эксплуатации, необходимо провести полный инженерный расчет. При проектировании зданий и сооружений с использованием типовых сборных железобетонных и металлических конструкций подбираются стандартные изделия по типовым сериям, что существенно ускоряет процесс создания проекта, повышает надежность принятых конструктивных решений. Отсутствие типовых решений перекрытий СПН сдерживает их широкое применение в практике строительства. Необходима разработка каталога перекрытий для различных пролетов и нагрузок.

Выводы.

1. Анализ действующих норм показывает актуальность разработки типовых решений, позволяющего повысить эффективность проектирования и применения перекрытий с СПН.
2. Необходимо разработать типовые решения, удовлетворяющие требования по прочности на стадии эксплуатации при взаимной работе настила, бетона и арматуры в сжатой и растянутой зоне.

Список источников

1. Свод правил: СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (с изменениями № 1, 2). Введ. 2019-06-20. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/554403082> (дата обращения: 30.01.2024). – Текст : электронный.
2. Свод правил: СП 266.1325800.2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. Введ. 2017-07-01. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/456044285> (дата обращения: 30.01.2024). – Текст : электронный.
3. Стандарт организации: СТО 0047-2005. Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному Введ. 2005-05-10. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/898938147> (дата обращения: 30.01.2024). – Текст : электронный.
4. Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом [Текст] : НИИЖБ, ЦНИИПромзданий. – М.: Стройиздат, 1987. - 43 с.

Грачев Р.О.

Научный руководитель: Глушков В.Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СВАИ-ОБОЛОЧКИ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Аннотация. *Представлены графики зависимости несущей способности стальной свай-оболочки от ее длины и глубины ее залегания. Описаны методики расчета несущей способности свай-оболочек.*

Ключевые слова: *свая-оболочка, слабый грунт, испытания, грунто-вое ядро*

В настоящее время всё более актуальными становятся так называемые слабые грунты [2], которые имеют высокую влажность, большую пористость и сжимаемость, из-за чего такой грунт весьма чувствителен к воздействию вибраций. Во многих городах России остро стоит вопрос о строительстве на слабых грунтах в связи с постоянным ростом этих городов и необходимостью точечной застройки. Возведение зданий и сооружений на просадочных макропористых грунтах требует выполнения специальных мероприятий с целью повышения несущей способности слабого грунта, что удорожает строительство. Поэтому в данных грунтовых условиях целесообразным является устройство надежного, экономически эффективного варианта фундамента, учитывающего особенности его работы в сложных инженерно-геологических условиях. Известно, что основным критерием надежности фундаментов является исключение или сведение к минимуму неравномерных осадок основания. В этой связи очень перспективно выглядит использование свай-оболочек.

Как известно, свая-оболочка [3] – это полая конструкция с внешним диаметром сечения от 1000 мм до 3000 мм. Толщина железобетонной оболочки не менее 12 см. Длина цельной конструкции составляет от 4 до 12 м, а составной – от 12 до 48 м и более, в зависимости от количества секций. Концы стыкующихся секций изготавливают с элементами, предназначенными для выполнения болтового или сварного соединения.

Речь в статье пойдет о стальных сваях-оболочках. Стальная свая-оболочка - стальная труба, заполняемая частично или полностью бетонным раствором или грунтом, погружаемая в пробуренный котлован,

забивкой, вдавливанием или вибропогружаемая с или без выемки грунта (сталежелезобетонная или стальная конструкция). Данный вид свай способен обеспечивать несущую способность в 25000 кН, что в условиях слабых грунтов позволяет существенно снизить абсолютные значения ожидаемых осадок и их неравномерность. При больших нагрузках сваи-оболочки имеют преимущества перед другими типами свай, так как имеют повышенную несущую способность за счет включения в работу грунтового ядра внутри сваи с эффектом самозапираания [4-7].

Механизм взаимодействия стальных свай-оболочек с грунтовым основанием достаточно полно освещен в современной зарубежной и отечественной литературе, но оценка несущей способности стальной сваи-оболочки большой длины при погружении в условиях глубокого залегания плотных грунтов еще недостаточно изучена. Такие условия были выявлены при строительстве Крымского моста и послужили исходными данными для материалов, изложенных в данной статье.

Также с целью определения зависимости несущей способности сваи-оболочки от ее длины нами были проведены экспериментальные лабораторные исследования. Испытания стальных свай оболочек проводились на основании [1]. Параметры модели испытуемых образцов были приняты следующие: длины моделей $L=155$ мм, 300 мм, 600 мм; диаметр моделей $d=110$ мм. Испытание свай оболочек проводилось при помощи учебного грунтового лотка. Шаг прилагаемой нагрузки составил 100 кг. В результате испытаний была выявлена зависимость несущей способности сваи-оболочки от ее длины, см. рис. 1.

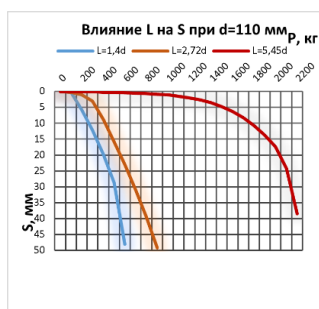


Рис.1. Влияние длины L (мм) сваи-оболочки на осадку S (мм) при нагрузке P (кг)

Несущая способность сваи-оболочки рассчитывается в соответствии с [9]. Однако, в нашем случае следует расчеты делать с учетом трения также и по внутренней боковой поверхности сваи-оболочки, и с учетом

сопротивления грунтового ядра, которое существенно влияет на несущую способность свай, но по методике расчета СП 24.13330.2011 не учитывается. Такая методика расчета несущей способности существует и описана в работах [4, 5].

Графически зависимость несущей способности от глубины погружения с учетом грунтового ядра представлена на рис. 2.

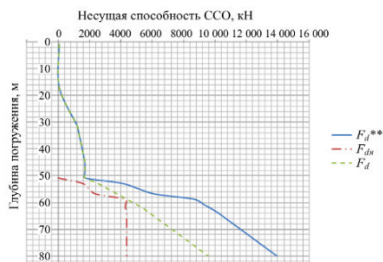


Рис. 2. Зависимость несущей способности стальной сваи-оболочки (ССО) от глубины погружения с учетом грунтового ядра.

Для сравнительной оценки полученных результатов были использованы имеющиеся у нас данные по динамическим испытаниям стальных свай оболочек Крымского моста, опубликованные в статье [8]. Из них следует, что грунтовое ядро начинает формироваться на глубине 50,8 м, резко увеличивая сопротивление погружению сваи вплоть до глубины 58,8 м. При глубине погружения от 50,8 м до 58,8 м расчетное сопротивление грунтового ядра под нижним концом сваи равно удельному сопротивлению проталкивания грунтового ядра внутрь полости трубы. На глубине от 56,8 до 58,8 м происходит уплотнение и самозапирание грунта внутри полости сваи. Эти данные прекрасно соотносятся с проведенными нами испытаниями, указывая на факт увеличения несущей способности свай-оболочки с увеличением глубины ее погружения.

Таким образом, сваи-оболочки могут быть использованы практически в любых грунтах, так как данная конструкция свай обеспечивает значительные показатели несущей способности, особенно в слабых и сильно сжимаемых грунтах, а конструкции фундаментов на основе свай-оболочек могут быть экономически более оправданными для точечной застройки.

Домрачева С.С.

Научный руководитель: Трошков Е.О., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

УЧЁТ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РАСЧЁТЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В данной статье проведен анализ требований действующих норм РФ по учету физической нелинейности железобетонных конструкций, ведущий к более рациональному проектированию и получению позитивного экономического эффекта.

Ключевые слова: физическая нелинейность, железобетонные конструкции, монолитный каркас

В современном строительстве для расчета конструкций обычно используют линейный подход, который значительно облегчает расчёт. В случае металлических конструкций этот подход можно условно считать верным при низком уровне нагрузки (при высокой нагрузке металл ведет себя нелинейно). Однако, многие строительные материалы (например, бетон) обладают свойствами физической нелинейности изначально, то есть такая нелинейность проявляется уже при малых нагрузках. Актуальность работы состоит в том, что учёт физической нелинейности железобетонных конструкций и правильный выбор соответствующих условий прочности позволяет обоснованно оценить работу конструкций, что в итоге приводит к более экономичным решениям.

Для учёта физической нелинейности железобетонных конструкций, согласно действующим нормам, требуется:

- Правильно разработанная расчетная схема, которая является основой для получения достоверных результатов о напряженно-деформированном состоянии конструкций ([2], п.6.4.2).
- Использование типов конечных элементов, соответствующих основным объектам строительной механики. К ним относятся: оболочечные, стержневые и объемные элементы ([2], п.6.4.8).
- Производить расчёт в две стадии ([2], п. 6.2.4 – 6.2.7):

1. Первоначальный расчёт монолитных конструктивных систем характеризуется тем, что армирование железобетонных элементов неиз-

вестно, нелинейную работу элементов допускается учитывать, применяя нелинейную жесткость, определяемую понижением их линейных жесткостей (или модуля упругости бетона) с помощью условных **понижающих коэффициентов**.

Согласно СП 430.1325800.2018 [2], в первом приближении рекомендуется принимать понижающие коэффициенты равными:

- 0,6 – для вертикальных сжатых несущих элементов;
- 0,3 – для несущих горизонтальных элементов.

Несмотря на то, что в тексте Свода Правил указано, что приведенные значения коэффициентов следует принимать «в первом приближении», нет методик для дальнейшего уточнения значений этих коэффициентов.

Таким образом, при выполнении расчета рекомендуется ознакомиться с несколькими нормативными документами для того, чтобы назначить обоснованные коэффициенты снижения жесткости элементов расчетной схемы.

Коэффициент снижения жесткости можно определить путем сравнения величины деформаций в расчётной схеме с использованием упругой и физически нелинейной модели работы железобетона. Отношение величин деформаций будет определять величину понижающего коэффициента:

$$K = \frac{\Delta_{упр.}}{\Delta_{физнел.}}$$

2. На второй стадии определяется армирование элементов конструкции и выполняются расчёты деформаций с учётом физической нелинейности в соответствии с требованиями норм [1] и [2].

В зависимости от вида определяемого параметра конструктивной системы, в расчёт следует вводить **уточненные значения нелинейных жесткостей** элементов, учитывающие армирование, образование трещин и развитие неупругих деформаций в бетоне и арматуре.

При выполнении нелинейного расчёта и последующего перехода к линеаризованной модели необходимо учитывать особенности работы железобетона.

Усилия в железобетоне зависят от **расположения арматуры** и, получив правильное расположение арматуры по статически – неопределимому сечению, можно сделать правильный нелинейный расчёт и перейти к расчёту линеаризованных моделей.

В качестве методов определения внутренних усилий можно использовать метод заменяющих рам и автоматизированный метод конечных элементов [3].

Выводы:

1. Для выполнения требований СП 63.13330.2018 [1] при проектировании монолитных конструкций необходимо использовать линейный расчет с условными (линеаризованными) жесткостями, определяемыми по результатам нелинейного моделирования, учитывающего физическую нелинейность.

2. Последовательное использование линейного и нелинейного процессоров без выполнения уточняющих расчетов армирования и проверки прогибов и трещиностойкости может привести к неправильному распределению усилий и армированию железобетонных элементов.

3. Уточненный линеаризованный расчет отдельных конструктивных элементов (таких как колонны, пилоны, стены, плиты перекрытий) может проводиться без изменения общей пространственной модели здания.

4. Применение метода заменяющих рам помогает выполнить требования СП 430.1325800.2018 [2], значительно ускоряет работу с нелинейными процессорами (с учетом физической нелинейности) при расчете монолитных конструкций и позволяет найти оптимальное армирование несущих элементов.

5. Учёт физической нелинейности железобетонных конструкций при расчёте монолитных конструктивных систем рекомендуется производить для более правильной оценки прочности, трещиностойкости и деформативности конструкций, более рационального их проектирования и получения производственного и экономического эффекта.

Список источников

1. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменением N1 от 22 ноября 2019 г., с изменением N2 от 20 декабря 2021 г.): Минстрой России, 2019 – 124 с.

2. СП 430.1325800.2018 «Монолитные конструктивные системы»: Минстрой России от 25 декабря 2018 г. N 861/пр., 45 с.

3. Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Учёт физической нелинейности при расчёте железобетонных монолитных конструкций высотных зданий // Строительная механика и расчёт сооружений. 2005. №1., 197 с.

Егошин О.С.

Научный руководитель: Шарапов Е.С. д-р техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет
Научный консультант: Королев А.С. канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Представлен краткий анализ методов неразрушающего контроля (акустический и измерения сопротивления сверлению), применяемых для контроля качества и внутреннего состояния древесины в элементах деревянных конструкций.*

Ключевые слова: *акустический неразрушающий контроль, сопротивление сверлению, обследование, дефектоскопия, резистограф*

Контроль качества и мониторинг технического состояния зданий и сооружений очень важные мероприятия в строительной индустрии. В основном при обследовании зданий большее внимание уделяют осмотру дефектов на открытых участках, на которых можно рассмотреть гниль, ржавчину или трещины в конструкции. При этом дефекты могут быть скрыты в теле объекта обследования. В этом случае для анализа технического состояния конструкции могут быть использованы методы неразрушающего контроля.

Наиболее распространенными методами исследования свойств и внутреннего состояния древесины являются акустические (ультразвуковые) методы неразрушающего контроля, основанные на применении упругих волн (колебаний), возникающих в объекте исследования [1].

Скорость распространения ультразвуковых волн в материале зависит от его плотности и упругости, наличия дефектов (трещин и пустот), определяющих прочность и качество. Следовательно, по измерению скорости упругой волны в элементах изделий, конструкций и сооружений можно получать информацию о прочности и однородности; модуле упругости и плотности; наличии дефектов и их локализации [3].

Для повышения информативности измерений развивается направление акустической томографии (рис. 1), когда используется чаще всего от 8 до 32 акустических датчиков для построения 3-D моделей распределе-

ния физико-механических свойств древесины (внутреннего состояния) в деревянных строительных конструкциях.

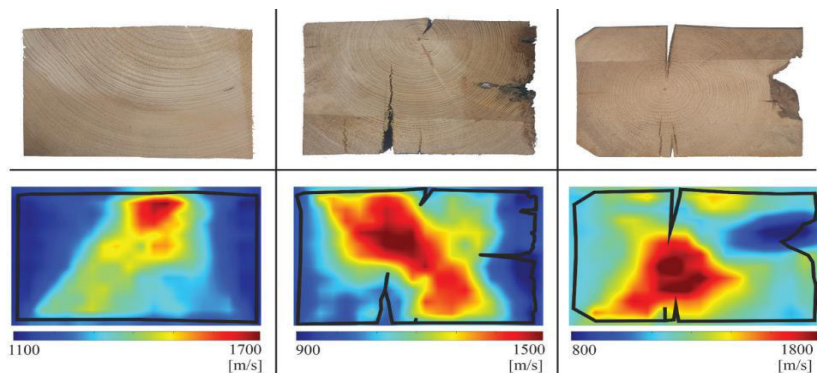


Рис. 1. Томограммы скорости акустического сигнала, составленные при исследовании деревянных балок сосны [6]

Также для контроля качества и состояния древесины, сегодня широкое применение получил метод измерения сопротивления сверлению. Он основан на измерении мощности, затрачиваемой приводом устройства при проникновении тонкого бурового сверла в древесину. На основании профилей измерения древесины сверлению оцениваются качество древесины и наличие в ней внутренних дефектов. Выявлено, что величина сопротивления сверлению имеет высокую степень корреляции с плотностью и механическими свойствами [5]. Данный метод активно применяют при обследовании и оценке внутреннего состояния деревянных конструкций [4].

Оценка внутреннего состояния древесины в балках перекрытий методом измерения сопротивления сверлению представлена в работе [2]. Сверление производилось под углом 63° к продольной оси балки. На профиле можно наблюдать просверливание нижнего бруса 1, проход сверлом полости 2 и контакт тонкого бурового сверла со штукатурным слоем или кирпичной кладкой стены 3 (рис. 2).

Приведенные выше примеры – это лишь небольшая часть, применяемых сегодня методов неразрушающего контроля для оценки качества деревянных конструкций. Современные методы и приборы позволяют с наибольшей точностью анализировать внутреннее состояние древесины.

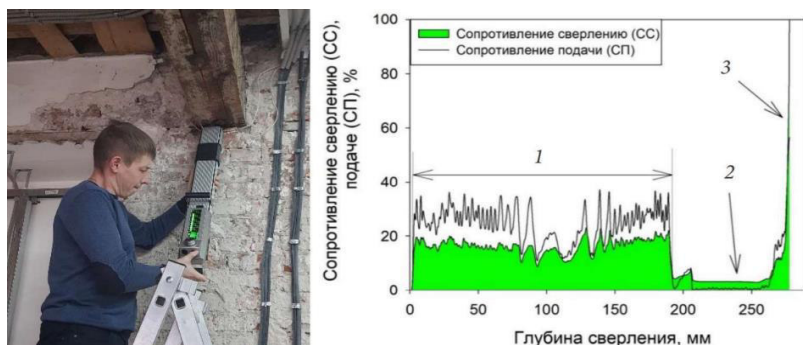


Рис. 2. Процесс измерения сопротивления сверлению устройством IML-Resi PD 400 (слева) и профиль сопротивления сверлению деревянной балки (справа) [2]

Список источников

1. ГОСТ 23829-85. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения М.: 1986. – 18 с.
2. Королев А.С., Шарапов Е.С., Попов В.А. Оценка внутреннего состояния древесины в балках перекрытий методом измерения сопротивления сверлению // Вестник гражданских инженеров. 2023. № 5(100). С. 21–30.
3. Федосенко И.Г., Чесновский Е.В., Мазаник Н.В. "Разработка неразрушающего метода оценки состояния древесины конструкций исторических памятников" Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов, №.2 (198), 2017, pp. 273-278.
4. Ceraldi C., Mormone V., Russo-Ermolli E. Resistographic inspection of ancient timber structures for the evaluation of mechanical characteristics. Materials and Structure, 2001, vol. 34, pp. 59–64.
5. Oliveira JTS, Wang X, Vidaurre G. Assessing specific gravity of young Eucalyptus plantation trees using a resistance drilling technique. Holzforschung, 2017, vol. 71, iss. 2, pp. 137–145. <https://doi.org/10.1515/hf-2016-0058>
6. Zielińska M., and M. Rucka. (2022). Assessment of wooden beams from historical buildings using ultrasonic transmission tomography. International Journal of Architectural Heritage 1–13. DOI: 10.1080/15583058.2022.2086505

Иванов М.П.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБСЛЕДОВАНИЕ НОВОГО МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ КОКШАГА В ГОРОДЕ ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. Представлен план обследования нового мостового сооружения в г. Йошкар-Ола. Описаны его основные характеристики.

Ключевые слова: мост, городские улицы, гидротехнические сооружения

Новый мост через реку Кокшага в городе Йошкар-Ола – это значимый инфраструктурный проект, который имеет ряд преимуществ для города и региона в целом:

1. Разгрузка транспортного потока: новый мост позволит разгрузить существующий мост через Кокшагу, который в настоящее время перегружен в часы пик. Это улучшит транспортную доступность и сократит время в пути для жителей города и гостей.

2. Улучшение транспортной связи: мост соединит два района города – Ленинский и Советский – и обеспечит более удобную и быструю связь между ними. Это облегчит передвижение жителей, улучшит доступность социальных объектов и предприятий.

3. Стимулирование экономического развития: новый мост будет способствовать экономическому развитию города и региона за счет улучшения транспортной инфраструктуры. Он облегчит доставку грузов и товаров, создаст новые возможности для бизнеса и привлечет инвестиции.

4. Повышение качества жизни: мост улучшит качество жизни жителей города за счет сокращения времени в пути, уменьшения заторов и улучшения экологической ситуации.

5. Современный архитектурный объект: новый мост спроектирован с учетом современных тенденций в архитектуре и станет украшением города. Он будет гармонично вписываться в городскую среду и станет новой достопримечательностью Йошкар-Олы.

Строительство нового моста через Кокшагу является важным шагом в развитии транспортной инфраструктуры города и региона. Он принесет многочисленные преимущества для жителей, бизнеса и экономики Йошкар-Олы.

Мост введен в эксплуатацию 9 сентября 2022 года. Строительство участка от Ленинского проспекта до улицы Луначарского стартовало в начале 2020 года. За это время подрядная организация АО «Марийскавтодор» возвела дорогу протяженностью 1,5 км. В целях повышения прочности покрытия специалистами выполнена стабилизация земляного полотна с добавлением неорганических вяжущих. Кроме того, все слои основания были профилированы автогрейдером, оснащенным системой нивелирования 3D, а при устройстве верхнего слоя использовался новый ГОСТ для объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей.

Протяженность моста составляет 210 пог. м. В ходе работ уделено большое внимание увеличению срока службы сооружения — выполнена полимерная гидроизоляция на плитах проезжей части, пришовные зоны укреплены эластобетоном. В целях безопасности устроены композитные перильные ограждения [1].

Всего на возведение участка дороги от Ленинского проспекта до улицы Луначарского направлено 2,44 млрд рублей, из них более 2,04 млрд рублей выделено из федерального бюджета.

Автором намечены мероприятия по обследованию моста [2]:

1. Подготовка: Изучение проектной и эксплуатационной документации; определение целей и задач обследования; разработка программы обследования.

2. Визуальный осмотр: осмотр моста с разных точек зрения; выявление видимых дефектов и повреждений; фотографирование и видеосъемка.

3. Инструментальное обследование: измерение геометрических параметров моста; определение прогибов и перемещений; испытание несущей способности конструкций; исследование состояния материалов (бетона, металла, арматуры).

4. Оценка технического состояния: анализ полученных данных; выявление дефектов и повреждений; оценка степени износа и повреждений; определение категории технического состояния моста.

5. Разработка рекомендаций: разработка мероприятий по устранению выявленных дефектов и повреждений; рекомендации по усилению и ремонту конструкций; определение сроков и объемов ремонтных работ.

6. Составление технического отчета, содержащего полученную информацию.

Обследование мостовых сооружений является важным мероприятием, которое позволяет своевременно выявить дефекты и повреждения, предотвратить аварии и обеспечить безопасную эксплуатацию мостов.

Список источников

1. В Йошкар-Оле открыли движение на первом участке новой магистрали. <https://mari-el.gov.ru/ministries/mintrans/news/20220915-3/> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н. Определение технического состояния железнодорожного моста // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-tehnicheskogo-sostoyaniya-zheleznodorozhnogo-mosta> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 69.07

Макарова П.П.

Научный руководитель: Поздеев В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ КАРКАСНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНЫХ ДЕФЕКТОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

***Аннотация.** Рассмотрено влияние дефектов изготовления железобетонных монолитных колонн (снижение прочности бетона,) на несущую способность конструкции при расчете каркасной системы в пространственной постановке.*

***Ключевые слова:** монолитные железобетонные каркасные системы, несущая способность монолитных колонн, дефекты изготовления монолитных конструкций*

При возведении монолитных железобетонных каркасных зданий неизбежно возникают отклонения от проекта в виде снижения проектной прочности бетона, несоблюдения геометрических размеров, смещения арматурных каркасов и других [1]. В СП70.13330 [2] установлены допускаемые отклонения от заданных параметров конструкции. В том случае, если по различным причинам допущенные в процессе строительства значения дефектов превысят допустимые, возникает необходимость исправления отклонений. Принимается решение либо о демонтаже дефектных конструкций, либо об их усилении.

Снижение прочности конструкций из-за наличия дефекта оценивается расчетом конкретной конструкции по фактическим данным. Однако, когда конструкции связаны в единую конструктивную систему, как например монолитный каркас здания, напряженное состояние дефектного элемента следует выявлять при расчете всей системы.

Цель работы - теоретический анализ степени влияния дефекта «снижение класса бетона» на прочность монолитных колонн каркаса при реализации расчетной схемы в программном комплексе SCAD 21.1.1.1, основанном на метод конечных элементов (МКЭ).

Рассмотрен 10-ти этажный монолитный безригельный безкапитальный каркас размером в плане 36×12 м с сеткой колонн 6×6 м. Колонны выполнены в виде пилонов сечением 1000×250 мм. Материал конструкций – бетон класса В40, арматура класса А400. Толщина монолитных перекрытий – 200 мм.

На рис. 1 представлена схема расположения колонн. На рис. 2 показана расчетная схема каркаса в целом.

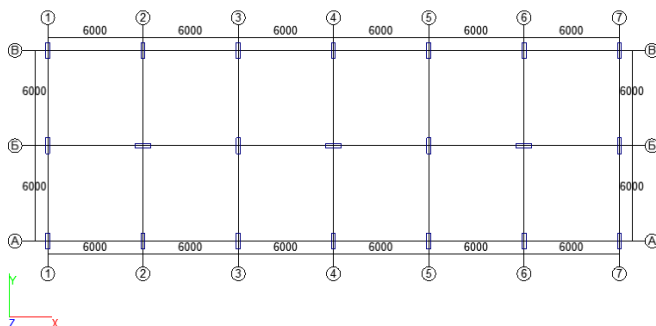


Рис. 1. Схема расположения колонн

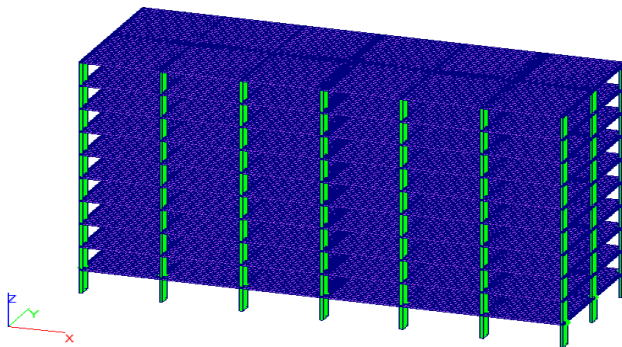


Рис. 2. Объемное отображение расчетной схемы

Выполнена проверка несущей способности колонны в осях Б/2 при снижении прочности бетона на 25% (до В30).

Анализ полученных результатов показал следующее.

Сравнение нормальных усилий N . В результате расчета в деформированной схеме наблюдается некоторое увеличение значений усилия N в соседних от дефектной колоннах в осях 1/Б, 2/А, 2/В, 3/Б – суммарно до 45,70 кН, в то время как усилие N в поврежденной колонне уменьшается до 45,27кН. Таким образом, усилие от колонны с более низким модулем деформаций (более низкой прочности) перераспределилось на соседние колонны.

Существенного изменения изгибающих моментов в колоннах в схеме без наличия дефекта и при наличии дефекта не выявлено.

Выводы.

1. При появлении дефекта строительства монолитных каркасных систем, такого как снижение прочности бетона, выполняется расчет конструкции с учетом фактических данных. Например, при снижении прочности бетона в одной колонне на 25% ее несущая способность снизится на 15%. Необходимо усилить дефектную конструкцию.

2. При выполнении расчета каркаса здания с дефектной колонной первого этажа в пространственной расчетной схеме в ПК SCAD 21.1.1.1 получено, что несущая способность колонны снизилась на 5,2%, так как часть вертикальной нагрузки от конструктивного элемента меньшей жесткости перераспределилась на смежные колонны. Практически такое снижение прочности не требует проведения дорогостоящих затрат по усилению колонны.

3. Очевидно, что необходимо тщательно контролировать качество строительных работ. Но при появлении дефектов оценить их реальную опасность можно при расчете всей конструктивной системы.

Список источников

1. Макарова П.П. Анализ дефектов железобетонных колонн монолитных каркасов многоэтажных зданий [эл. издание] / П.П. Макарова, В.М. Поздеев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: сб. мат. VIII Всерос. студ. конф. – Йошкар-Ола, ПГТУ, 2022. – С.567-570.
2. Свод правил: СП70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Текст]: введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 280 С..
3. Макарова П.П. Влияние дефектов устройства монолитных колонн на прочность конструкций [эл. издание] / П.П. Макарова, В.М. Поздеев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: сб. мат. IX Всерос. студ. конф. – Йошкар-Ола, ПГТУ, 2023. – С.878-880.

УДК 69.051

Снигирева А.А.

Научный руководитель: Хабибулин С.Ю., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ПРИ ИНФРАСТРУКТУРНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** Исследование рассматривает методы укрепления грунтов при инфраструктурном строительстве. Обзор различных технологий, включая геосинтетические материалы и грунтовые анкеры.*

***Ключевые слова:** грунты, укрепление, анкера, геосинтетические материалы*

При строительстве различных инженерных сооружений, таких как здания, дороги, мосты и другие объекты инфраструктуры, одним из наиболее важных аспектов является обеспечение надежного и устойчи-

вого основания. Грунты, на которых возводятся объекты, могут иметь различные характеристики, включая низкую прочность, повышенную влажность или недостаточную несущую способность, что может привести к деформациям и разрушениям сооружений. Поэтому методы укрепления грунтов при инфраструктурном строительстве играют ключевую роль в обеспечении их долговечности и безопасности.

Актуальность проблемы методов укрепления грунтов при инфраструктурном строительстве обусловлена не только необходимостью повышения надежности и долговечности инженерных сооружений, но и возрастающим объемом строительства в различных регионах мира. В условиях городской застройки и ограниченных пространств для размещения новых объектов становится особенно важным эффективное использование земельных участков и выбор оптимальных методов укрепления грунтов.

Методы укрепления грунтов при инфраструктурном строительстве представляют собой комплекс технологий, направленных на улучшение свойств грунтов для обеспечения устойчивости и надежности инженерных сооружений. Одним из распространенных методов является использование геосинтетических материалов, таких как геотекстиль и геосетка, для укрепления и улучшения несущей способности грунтов. Другим эффективным способом является применение грунтовых анкеров и свай, которые позволяют увеличить устойчивость грунтовых оснований и предотвратить деформации сооружений. Также среди методов укрепления грунтов можно выделить использование грунтовой инъекции, уплотнение грунта и организацию дренажных систем. Выбор оптимального метода укрепления грунтов зависит от типа грунта, геологических и климатических условий, а также требований к надежности и долговечности строения. Все эти методы способствуют повышению безопасности и устойчивости инфраструктурных объектов, обеспечивая их долгосрочную эксплуатацию и функциональность.

Геотекстиль и геосетка:

Геотекстиль представляет собой полимерный материал, который обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию влаги и химических сред. Геотекстиль используется для различных целей, включая фильтрацию, разделение слоев грунта, укрепление склонов и предотвращение эрозии. Он помогает улучшить дренирование, предотвратить перемешивание различных слоев грунта и повысить стабильность конструкций.

Геосетка - это трехмерная структура из пластичного материала, обычно полимерного, с отверстиями, позволяющими грунту проходить

сквозь материал. Геосетка используется для укрепления грунтовых склонов, увеличения несущей способности грунтов, а также для создания устойчивых стабилизационных структур. Геосетка способствует уменьшению деформаций грунта, увеличению его прочности и устойчивости к нагрузкам.

Использование геотекстиля и геосетки позволяет значительно улучшить характеристики грунта, увеличить его несущую способность, снизить вероятность разрушения и деформаций конструкций. Эти материалы обладают хорошей стойкостью к внешним воздействиям и имеют долгий срок службы, что делает их популярным выбором для инженерных работ по укреплению грунтов при строительстве различных инфраструктурных объектов.

Анкера и сваи:

Анкеры - это металлические или железобетонные элементы, установленные в грунте и применяемые для укрепления грунтовых оснований. Анкеры могут быть использованы для укрепления наклонных склонов, предотвращения поднивелировки зданий, увеличения несущей способности грунтов или для создания опорных стен в случае оползней или горных деформаций. Анкеры могут быть временными или постоянными и могут устанавливаться как вертикально, так и под углом.

Сваи - это вертикальные элементы, погружаемые в грунт на определенную глубину с целью увеличения несущей способности основания и укрепления фундамента. Сваи могут быть изготовлены из металла, железобетона или древесины и подбираются в зависимости от условий грунта и нагрузок на конструкцию. Сваи часто применяются при строительстве зданий на мягком грунте, для создания фундаментных опор или для укрепления подпорных стен.

Использование анкеров и свай позволяет увеличить устойчивость фундамента, предотвратить деформации и разрушения зданий, обеспечивая их долговечное эксплуатацию. Выбор оптимального вида анкеров и свай зависит от геологических условий строительного участка, технических характеристик фундамента и требований к надежности и безопасности конструкции.

Дренажные системы и грунтовая инъекция:

Дренажные системы - это инженерные сооружения, используемые для отвода излишков воды из грунта или подземных конструкций. Они обеспечивают улучшенное дренирование, предотвращают затопление участков, уменьшают давление воды на фундаменты зданий и помогают предотвратить эрозию грунта.

Грунтовая инъекция - это специальный метод укрепления грунта путем введения специальных инъекционных смесей. Он используется для укрепления грунтов вокруг конструкций, поднятия оседающих фундаментов, предотвращения проседаний грунта под зданиями и создания водонепроницаемого барьера. Различные составы, такие как цементные, полимерные или химические растворы, могут быть использованы для этого метода.

Список источников

1. Костин В.И. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве [Электронный ресурс]: учеб.- метод. пос./ В.И. Костин; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. - 145 с., ил. 85. 1 электрон. опт. диск (CD-RW)
2. ГОСТ Р 5735-2016 Анкеры грунтовые. Правила производства работ. / URL: https://anker-system.ru/wp-content/uploads/2017/07/gost_r-57355-2016.pdf
3. ГОСТ 19804-2012 Сваи железобетонные заводского изготовления. Общие технические условия. / URL: <https://svairus.ru/wp-content/uploads/2020/09/ГОСТ-№19804-2012.pdf>
4. Криюлин К.Н. Дренажные системы в ландшафтном и коттеджном строительстве. СПб., 2013. 120 с

УДК 69.07

Юранев А.П.

Научный руководитель: Поздеев В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АРМИРОВАНИЯ УЗЛОВ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КАРКАСОВ

***Аннотация.** Приводятся данные о конструировании узлов широко применяемых в строительстве сборно-монолитных каркасов зданий и сооружений. Рассмотрены направления по совершенствованию армирования сборно-монолитных ригелей.*

***Ключевые слова:** сборно-монолитный каркас, сборно-монолитные конструкции, перераспределение усилий*

С начала 90-х годов прошлого столетия в России в строительстве жилых, общественных, вспомогательных и промышленных зданий стали широко применяется сборно-монолитные каркасные системы (СМК). Преимущество таких конструктивных решений заключается в создании гибких объёмно-планировочных решений за счет различной сетки колонн, и в экономичных конструктивных решениях. Соединения элементов сборно-монолитных каркасов выполняются без применения закладных деталей, что исключит применение сварки и сокращает затраты на электроэнергию.

В зарубежном строительстве сборно-монолитные системы применялись достаточно давно. Прототипом российских разработок явилась французская система «SCOB PPB-Saret» [1]. В России разработаны каркасные системы «Рекон», «Аркос», «Казань-XXIв.», «Казань-1000», «Каркас центра МКС» и другие.

Целью настоящей работы является определение направлений для совершенствования конструктивных решений СМК.

По схемам статической работы сборно-монолитные каркасы выполняются в рамно-связевом или рамном вариантах. То есть узлы соединения ригелей и колонн принимаются жесткими с надопорной арматурой (рис. 1). При проектировании статически неопределимых конструкций расчет следует вести с учетом перераспределение усилий [2]. При этом для узлового армирования требуется арматура класса А400 с площадкой текучести. В результате узел сопряжения колонны с ригелем получается густоармированный, что создает технологические проблемы при укладе монолитного бетона встык.

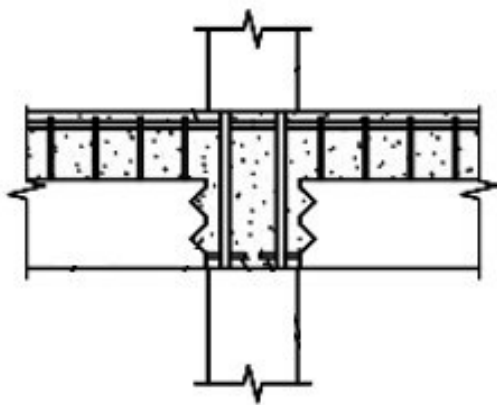


Рис. 1. Узел сопряжения элементов сборно-монолитных конструкций

Существуют работы доказывающие, что перераспределение усилий обеспечивается и при высокопрочной арматуре (А600, А800) за счет пластичных свойств бетона и арматуры [3]. Применение в узлах высокопрочной арматуры приведет к более экономичному расходу стали и упрощению бетонирования конструкций.

Для подтверждения возможности перераспределения усилий в ригеле с надпорным армированием высокопрочной арматурой необходимо провести компьютерное моделирование с использованием в расчете нелинейных диаграмм деформирования бетона и арматуры [4].

Список источников

1. Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций. / НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1991. – 70 с.
2. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Бастет», 2009. – 768 с.
3. В.Н. Байков, В.М. Поздеев. Определение напряженно-деформированного состояния железобетонных балок в предельной стадии по неупругим зависимостям « σ - ϵ » бетона и арматуры / Известия вузов. Строительство и архитектура, 1985, №1. – с.1-5.
4. Свод правил: СП63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N1) [Текст]: Разр. АО «НИЦ Строительство», Введ. 20.06.2019. - 146с.

УДК 692

Александрова Д.В.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФАХВЕРКОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ИХ ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается такой стиль, как фахверк, его виды и история. В качестве продукта исследовательской работы разработан жилой дом с функцией в стиле фахверк, а также выполнен макет этого дома в масштабе 1:100.*

***Ключевые слова:** фахверк, стиль, история, архитектура*

«Пряничные домики» ... Именно так можно сказать о домах в стиле фахверк. Такие здания в большом количестве встречаются в Германии, Австрии, Швеции и Швейцарии. Их строили в Средневековье. Но мода, как известно, циклична, потому фахверковые дома становятся вновь популярными. В том числе и в России.

Фахверк – дом, построенный по каркасной технологии. Слово «фахверк» состоит из двух немецких слов: *fach* – «ящик», «секция», и *werk* – работа или строение. Основу конструкции фахверка составляет прочный каркас. Первые дома такого типа начали строить в X–XI веках в Центральной и Северной Европе. Они стали доступным видом жилья там, где произрастало достаточно лесов, а камень был дорогим. При этом построить такой дом было не так затратно, как полностью деревянный. Ячейки между каркасом заполнялись смесью глины и растительности (саманом), реже кирпичом и камнем. Стены обычно оштукатуривали смесью извести и песка, что помогало защитить их от внешних воздействий. Отличительной чертой фахверковой технологии стало то, что стены заполняли заподлицо с деталями каркаса, оставляли их на виду.

Не менее популярными были каркасные конструкции и в эпоху барокко. Элементы каркаса имели свои названия.



Элементы фахверковой архитектуры, используемые при возведении построек в стиле барокко:

1 - "Крест святого Андрея", 2 - "Швабская жена", 3 - Ранняя форма мотива "Муж", 4 - "Муж", 5 - Сокращенная форма мотива "Муж"

В эпоху индустриальной эры к каркасным системам существовало два подхода: каркас прятали за толщей стен (рис.1); каркас выносили на фасад, и он участвовал в формировании облика здания (рис.2).



Рис. 1. Доки св. Екатерины в Лондоне, Томас Телфорд, 1824-28. Конструкция состоит из внутреннего железного каркаса с прогонами перекрытия, опирающимися на несущие наружные стены.

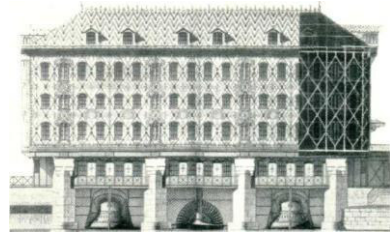


Рис. 2. Шоколадная фабрика в Нувзиль-сюр-Мэрн, Жюль Сонье, 1871—72. Диагональные элементы фахверка одновременно использованы для украшения фасада, облицованного цветным пустотелым кирпичом.

В России фахверк пытался привить Петр Первый, перенимавший тогда всё европейское. Он издал указ, чтобы в Петербурге начали строить дома на немецкий и голландский манер. Было возведено лишь несколько домов, однако на том всё закончилось: архитектура не прошла испытание суровой русской зимой.

Сейчас фахверковые постройки достаточно популярны. Материалы используются самые разные. Например, металлический каркас и стеклопакеты вместо ячеек. Но классикой все-таки остается древесина, а конкретно клееный брус. Часто застройщики лишь имитируют фах-

верк, то есть строят обычные щитовые дома, а потом делают отделку, которая внешне напоминает этот стиль архитектуры.

В настоящее время каркасные системы не утратили своей актуальности. Меня заинтересовал данный вид конструкции, поэтому я решила применить его при проектировании жилого дома для живописца. В программе «Archicad» постаралась добиться гармонии планировки и образного решения здания. Каждый фасад сооружения я окрасила в нейтральный цвет, а поверх добавила балки и колонны контрастного цвета – имитация тех самых «фахверков». Каркас вынесен на фасад здания и участвует в формировании его архитектурного облика.



Список источников

1. Гавриков Д.С. Терминологическое уточнение понятия «фахверк» // В мире научных открытий, 2010.
2. Баскаева Н.И. Фахверк: технология с 700-летней историей // Деревообрабатывающая промышленность. – М., 2012.

Березина В.А., Войтенко М.С., Лебедев Н.А., Семенова А.М.
Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРАДИЦИОННЫЕ ЖИЛИЩА НАРОДОВ ТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЯСА

***Аннотация.** В этом исследовании рассматриваются традиционные дома народов субэкваториального пояса и вычисляется коэффициент их компактности.*

***Ключевые слова:** субэкваториальный пояс, традиционные жилища, коэффициент компактности, климат, строительные материалы*

Введение. В этой статье исследуются традиционные дома народов субэкваториального пояса.

Цель работы - исследование традиционных жилищ с целью определить основные принципы и технологии строительства, а также влияние климатических условий на архитектуру домов и расчёт коэффициента их компактности.

Задачи исследования: сбор и анализ данных о жилищах, расположенных в субэкваториальном поясе, а также вычисление показателя их компактности.

Субэкваториальный климат- пояс переходный, вследствие этого происходит сезонная смена воздушных масс — летом экваториальных, зимой - тропических. Летом в этом поясе господствуют экваториальные западные муссоны, а зимой — тропические восточные. Средние месячные температуры от 15° до 32 °С, температура поверхностных вод океанов в субэкваториальной зоне почти постоянна, колеблется около 25 °С. Высокая температура вод, повышенная соленость и малое содержание кислорода не благоприятствуют биологической продуктивности. Количество осадков и продолжительность дождливого периода уменьшаются по мере удаления от экватора. Осадков выпадает от 250 до 2000 мм в год. 90—95 % осадков приходится на летний дождливый период продолжительностью от 2—3 до 9—10 месяцев, зима сухая.

Традиционные жилища тропического пояса

1) Африканский рондавель: появились в XII веке. Их строительство было особенно распространено среди племён южной части Африки. Строились из глины, дерева, тростника и соломы. выполняют роль жилища, защищая от экстремальных климатических условий и представляя комфортное жильё. Имеют круглую форму с конусообразной крышей, размеры могут варьироваться, но обычно диаметр составляет от нескольких до десятков метров. Вместимость зависит от размера конкретного рондавеля.

2) Соломенные американские хижины: появились в колониальные времена. Построены из таких материалов, как дерево, солома и глина. Служили жильём для людей, их семей и скота. Сегодня соломенные хижины часто используются в качестве туристических достопримечательностей. Шалаш высотой в 3-4 метра. У него куполообразная форма, а ширина различается.

3) Азиатская сарифа: появились в XIX веке. Этот тип жилища был распространён в азиатских странах, особенно в Индии и других регионах Юго-Восточной Азии. Целиком построенные из камыша или тростника и циновки. Одна из боковых сторон хижины остается открытой, другая закрывается тростниковой стенкой. Зимой сарифа водонепроницаема и, благодаря своей эластичности, хорошо противостоит бурям. Иногда сарифы сооружают на воде, на плотках, переплетенных тростником. Самые большие постройки этого типа имеют высоту до 6 метров, количество арок – от семи до двенадцати. Пол внутри устилался циновками, у противоположной от входа стены устраивался очаг.

4) Австралийский шалаш: были построены перед XVI веком. Строились из веток, соломы, коры дерева и кожи животных. Служили как жильё для семей, а также как защита от непогоды и диких животных, играли важную роль в ритуалах и обрядах общины, являясь местом для сборов, советов и церемоний. Габариты австралийского шалаша могут варьироваться, но обычно они имеют приблизительные размеры: 3 м в длину, 3 м в ширину и 2 м в высоту. Эти размеры могут быть изменены в зависимости от конкретного дизайна и потребностей.

Результаты исследований. Расчеты компактности традиционных жилищ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вид жилища	Название	Коэффициент компактности	Значение
	Африканский рондавель	$k_{\text{с}}^{\text{des}} = A_{\text{с}}^{\text{sum}} / V_1$	226,2 м ⁻¹
	Соломенные американские хижины :	$A_{\text{с}}^{\text{sum}}$ – площадь поверхности, м ² ; V_1 – Отопляемый объем здания, м ³	134 м ⁻¹
	Азиатская сарифа:		185,5 м ⁻¹
	Австралийский шалаш		268,1 м ⁻¹

Выводы:

Жилища жителей субэкваториального пояса отличаются особым дизайном и строительством, учитывающим климатические особенности этого региона. Крыши обычно имеют много уклона, чтобы отводить воду и предотвращать накопление влаги. Окна и двери обычно оформлены в виде решеток или жалюзи для обеспечения защиты от насекомых.

Анализ значений коэффициентов компактности позволяет сделать вывод: так как жилища имеют приблизительно одинаковые размеры – коэффициент компактности будет соответственно одинаковым.

Список источников

1. Смирнова С.Н. Градостроительные принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных зданий / Учебное пособие по выполнению расчетно- графической работы: ПГТУ, 2023
2. Гупта А., Гош С. Архитектура и градостроительство в жарком климате. — М.: Стройиздат, 1986.
3. Жилища народов мира. — М.: Дрофа, 2005.
4. Традиционное жилище народов мира: архитектура, дизайн, строительство. — М.: АСТ, 2017.
5. Традиционные жилища народов мира: энциклопедия. — М.: Аванта+, 2021.
6. Маркус Т.А. Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия. – Л.: Гидрометеиздат, 1985
7. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-traditsionnoy-arhitektury-i-stroitelstva-iz-bambuka-v-stranah-s-zharkim-vlazhnyim-klimatom>

Галлямова А.А.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СМЕШЕНИЕ СТИЛЕЙ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛА

***Аннотация.** В статье разобрана эклектика города Йошкар-Ола на примере архитектуры некоторых зданий.*

***Ключевые слова:** архитектурные стили, барокко, неоклассицизм, неоготика, классицизм, эпоха Возрождения*

Йошкар-Ола — город-эклектика. Он богат на архитектурные стили, в зданиях можно разглядеть сочетание элементов как готики, так и Ренессанса. В данной работе проведен анализ экстерьеров различных зданий Йошкар-Олы, с целью показать эклектику города.

Взять, к примеру, второй корпус Поволжского государственного технологического университета. Здание расположено напротив сквера имени Наты Бабушкинской. При проектировании архитекторы вдохновлялись Смольным Институтом в Санкт-Петербурге, потому здания схожи.

Главный фасад здания выполнен в классическом стиле, о чём говорят сдержанные цвета экстерьера, строгие формы и симметричность. Здание состоит из четких прямых линий, очерчивая простые прямоугольные формы.

Классика проявляется не только в сдержанности геометрии, но и в украшениях. Для этого стиля типично умеренное использование декоративных элементов. Самым ярким элементом корпуса университета, отсылающим к классике, является портик из колонн с капителью коринфского ордера, с расходящимися в четыре стороны завитками и обилием растительной лепнины.

Колонны держат фронтоны, украшенные лепниной, изображающей раскрытую книгу. Ниже по стене идет кладка рустом.

Со сдержанным классицизмом контрастирует входная зона здания, больше похожая на современную архитектуру.

Собор Вознесения Господня — приходской православный храм, расположенный на улице Вознесенская, недалеко от набережной.



Рис. 1. Наличники окон церкви

элементы фронтонов, оформленные архитектурными деталями закругленной формы и окнами цилиндрической формы.

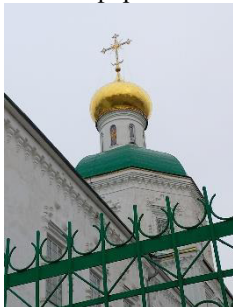


Рис. 2. Золотая глава

Об этом стиле также свидетельствуют сферические купола здания, восьмигранный барабан. Выше расположился еще один световой барабан, на этот раз круглый, который заканчивается золотой главой с крестом (рис. 2). Однако для чистого барокко это здание, пожалуй, достаточно скромное в украшениях. На фасадах элементы барокко встречаются с классицизмом, который выражается в достаточно простых формах церкви.

Республиканский кукольный театр, расположившийся на Воскресенской набережной, выбрал в себя элементы стилей барокко, неоготики и классицизма (рис. 3).



Рис. 3. Кукольный театр

Театр похож на замок, что выражается в его многочисленных башнях и зубчатых стенах. Наличие узких окон, шпилей, арки, вертикальность композиции здания — все это проявления стиля неоготика. Само здание имеет строгие прямые формы, что отсылает нас к классицизму.

А вот Детская музыкальная школа при Колледже культуры и искусств имени И. С. Палантая сочетает в себе стиль неоклассицизм и элементы архитектуры эпохи Возрождения.



Рис. 4. Колонна и фронтон

На первый взгляд всё тот же неоклассицизм: портик из колонн ионического ордера, мягкие цвета фасада и полуциркульные окна (рис. 4). Фронтон украшают барельефы, изображающие античных покровительниц муз, что характерно для архитектуры эпохи Возрождения, которой присуще изобилие украшений в виде скульптур, лепнины. Стены портика оформлены барельефами с изображением музыкальных инструментов и растений. Чуть ниже окон разместились пояса из завитков.

Если посмотреть на современную архитектуру набережной Йошкар-Олы, то мы увидим смешение стилей разных эпох: классицизм, готика, барокко, Возрождение. Изучая архитектуру нашего города, можно сделать вывод, что в разные периоды декоративные элементы зданий делали их архитектуру интересной, необычной, запоминающейся. Приемы разных исторических эпох находят свое воплощение и в современном облике города.

Список источников

1. Вознесенский собор в г. Йошкар-Оле — Электронный ресурс — [https://mari-mitropolia.ru/churches/eparhii_yoshkar-olinskoi/capital/?id=5223]
2. Республиканский театр кукол, Йошкар-Ола — Электронный ресурс — [<https://www.advantour.com/rus/russia/yoshkar-ola/republican-puppet-theater.htm>]
3. История второго корпуса Волгатеха в Йошкар-Оле — Электронный ресурс — [<https://www.marpravda.ru/news/gorod/institut-blagorodnykh-inzhenerov/>]

Деревянных И.В.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АРХИТЕКТУРЫ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

***Аннотация.** В данной работе приводится исследование особенности формирования объектов прибрежных территорий в зависимости от места и назначения сооружений, а также приводятся результаты работы над проектом водно-спасательной станции для г. Йошкар-Олы.*

***Ключевые слова:** прибрежная территория, водно-спасательная станция, окружающая среда, безопасность, архитектурная выразительность*

Исследования по формированию объектов архитектуры прибрежных территорий имеют растущее значение в свете увеличения нашего понимания влияния окружающей среды на архитектурное решение и формирование устойчивых береговых зон. В статье рассматриваются особенности формирования объектов архитектуры на прибрежных территориях.

Береговые зоны являются ключевыми точками в городской планировке и архитектурном проектировании, влияя на развитие городов и комфорт проживания граждан. Прибрежные территории играют важную роль в формировании архитектурно-планировочной структуры города, выполняя при этом множество функций, например, экологическую, рекреационную, эстетическую и хозяйственную.

Формирование объектов архитектуры на прибрежных территориях подразумевает не только эстетический аспект, но и учет инженерных, экологических и экономических показателей. Архитектурные решения должны обеспечивать комфортное взаимодействие с окружающей средой, не нарушая её целостности, должны быть удобны в эксплуатации, а также подразумевать в себе всё необходимое на случай чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрим особенности формирования более подробно на примере проектирования водно-спасательной станции для городского пляжа г. Йошкар-Олы. Водно-спасательные станции играют важную роль в обеспечении безопасности и оказании помощи на водоемах различных типов. Таким образом в данном сооружении должны сочетаться такие функции:

1. Поддержание безопасности.

Готовность к оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации, связанные с утоплениями, катастрофами на водоемах и другими чрезвычайными ситуациями. Проектирование станции должно предусматривать наличие специализированного оборудования, специальных помещений для обработки пострадавших и мер по обеспечению безопасности персонала и спасателей.

2. Синтез с окружающей средой.

Необходимо стремиться к гармоничному синтезу архитектуры здания с окружающим ландшафтом, чтобы станция не только выполняла свои функциональные задачи, но и не портила внешний вид природного комплекса. Выбор материалов, цветовой гаммы и формы здания должен быть продуман с учетом его интеграции в окружающую природу.

3. Удобство в эксплуатации.

Здание должно быть функциональным, обеспечивать удобный доступ к необходимому оборудованию и инструментам, а также снабжено современной технической инфраструктурой. Правильное планирование рабочих зон, эргономика помещений и оборудования способствуют повышению эффективности работы спасателей и сокращению времени реакции на происшествия.

4. Архитектурная выразительность.

Здание должно не только отвечать функциональным требованиям, но и быть эстетически привлекательным и выразительным. Архитектурное оформление станции может не только подчеркнуть ее специфику и назначение, но и стать символом безопасности и помощи на водоемах.

Центральный пляж является наиболее оживлённым местом города в летнее время года. Оно предусмотрено для людей, желающих провести летние дни комфортно и безопасно. Для обеспечения этих условий я предлагаю свой вариант объекта прибрежной архитектуры – водно-спасательную станцию.

В моём проекте предусмотрены главные функции: вышка спасателя для наблюдений за обстановкой на воде, медпункт и удобный подъезд к нему для машины скорой помощи на случай чрезвычайных ситуаций, пункт проката пляжного инвентаря, вместительный гараж водного и колёсного транспорта для быстрого реагирования, а также все необходимые помещения для комфортного пребывания на станции работников и спасателей. Назначение здания подчеркнуто архитектурным и цветовым решением. Фасады выполнены преимущественно в спокойных оттенках для меньшего резонанса с окружающей средой, однако присут-

ствуют акцентные декоративные вставки для привлечения внимания на случай чрезвычайных ситуаций.



Рис. 1. Вид на водно-спасательную станцию со стороны реки



Рис. 2. Вид на водно-спасательную станцию со стороны города

Объекты архитектуры на прибрежных территориях, такие как водно-спасательные станции, играют важную роль в обеспечении безопасности и комфорта людей. Их проектирование требует комплексного подхода, учета природных условий, функциональных требований и архитектурных решений, которые помогут создать гармоничное пространство, интегрированное в природную среду.

Список источников

1. Золотова М.С. Создание архитектурно-ландшафтной среды и благоустройство водоохранной прибрежной полосы / М.С. Золотова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 331-335. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/19166/> (дата обращения: 02.04.2024).
2. Д.А. Ильичёва // Международный электронный научно-образовательный журнал АМІТ – 2016 - №3 (36) – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2016/3kvart16/ilicheva/abstract.php> (дата обращения 03.04.2024)
3. Модель и методика расчета размещения спасательных подразделений по обеспечению безопасности людей в местах массового отдыха на акватории и пляжах (на примере субъекта Санкт-Петербург) [Электронный ресурс]. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8682 (дата обращения: 03.04.2024).

Деревянных И.В., Столбушинская П.В.
Научный руководитель: Поздеев В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЕЛЕНИЯ В Г.ЙОШКАР-ОЛЕ

Аннотация. *Приводятся результаты обследования здания бывшей гостиницы "Советская", представлен анализ информации об исторической ценности данного сооружения для г. Йошкар-Олы.*

Ключевые слова: *объект культурного наследия, дефекты и повреждения кирпичных стен, эксплуатация зданий*

Исторические здания являются важными памятниками культуры, хранящими в себе дух исторической эпохи и архитектурные ценности, а также является неотъемлемой частью сохранения исторического облика города. Эксплуатация таких зданий требует особого подхода и тщательного изучения исторических архивов, конструктивных особенностей объекта и технологий их строительства.

Здание бывшей гостиницы "Советская" в г. Йошкар-Оле по адресу Ленинский проспект, д. 21, 23 представляет собой значимый памятник культурного наследия [1], отражающий исторические и культурные черты эпохи, в которой оно было построено. Выбор этого объекта для обследования обусловлен рядом важных факторов:

1. Историческая ценность.

Первоначальное назначение гостиницы "Советская" как гостеприимного места для гостей города свидетельствует о его значимости в культурной жизни Йошкар-Олы. Здание отражает традиционный архитектурный стиль того времени, а также сохранило элементы, напоминающие об истории и развитии города.

2. Архитектурные особенности.

Уникальная композиция и архитектурно-художественное оформление фасадов 1960 года: подлинные архитектурные конструкции и декоративные элементы в стиле постсоветского классицизма.

3. Сохранение исторического наследия.

Сооружение входит в ансамбль памятников советского периода, формирующих площадь Ленина, центральную площадь города. Рестав-

рация здания "Советская" не только позволит вернуть ему прежний внешний вид, но и поспособствует сохранению исторической памяти города.

Здание бывшей гостиницы «Советская» было возведено в 1960 году по проекту архитектора И.И. Виноградова (институт «Гипрокоммунстрой», г. Москва) и имеет региональный статус памятника градостроительства и архитектуры Республики Марий Эл. Строительство правой стороны было завершено в 1958 году, а левой в 1959 году. При сдаче объекта в 1960 г. была выполнена перепланировка 1-го этажа обследуемой части здания под ресторан «Таир». Анализ сохранившейся документации показывает, что за 30 лет эксплуатации в строении появились повреждения конструкций, особенно правого блока, расположенного по ул. Волкова. В 1996 г. было проведено обследование участка здания 1-го этажа, причиной которого явилось наличие трещин в стенах. Особую опасность представляли трещины над арочной перемышкой над входом в ресторан «Таир». Были проведены ремонтные мероприятия, но деформации участка стены по ул. Волкова продолжались. В 2007 году при реконструкции вход в помещение ресторана с ул. Волкова был перенесен на Ленинский проспект. То есть было изменено объёмно-планировочное, конструктивное решение, изменен архитектурный облик объекта.

К сожалению, за последующее время техническое состояние объекта ухудшилось. В ходе настоящего обследования [2, 3] обнаружены следующие дефекты стен: вертикальные и наклонные трещины в стенах раскрытием 0,5 – 10 мм и до 50 мм (разломы); локальные разрушения кладки на глубину до 120 мм, выпадение отдельных кирпичей; отклонение стены по оси «1» от вертикали наружу (выпор стены); отслоение и местное разрушение известково-песчаного штукатурного слоя с внутренней стороны.

Причинами критических повреждений (рис. 1) могли быть следующие обстоятельства. На участке здания имеется неудачная конструктивная схема: перекрытия не создают должной жесткости, балки не обеспечивают надежной связи стен, а также отсутствует подвал, что приводит к неравномерной осадке участков стен. Причинами повреждений фундамента являются постоянное обводнение под стеной. В прошлом на участке были туалеты с канализационными стояками, водоснабжение проходило под полом. Это привело к деформации стены. В 2016 году участок стен был признан аварийным, рекомендовалось выполнить ремонт стен. К 2024 году ситуация ухудшилась: деформации привели к тому, что перекрытия на некоторых участках получили уклон до 100 мм.

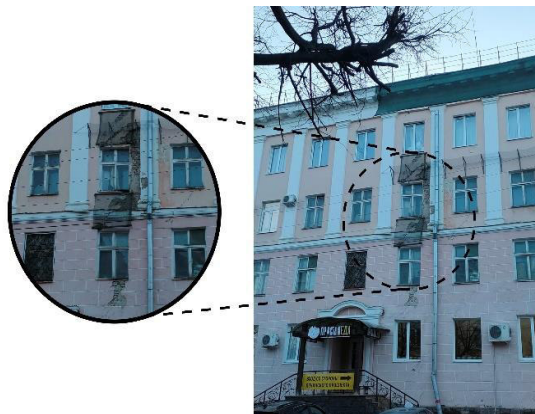


Рис. 1. Повреждения наружной стены здания бывшей гостиницы «Советская». Участок по ул. Волкова.

Необходимо проведение капитального ремонта наружных стен дворовых фасадов и стены главного фасада по Ленинскому проспекту.

В Российской Федерации создана система резервирования средств для проведения капитальных ремонтов жилых зданий. Однако здания, отнесенные к памятникам культурного наследия, требуют особого внимания. Стоимость ремонта и реставрации таких зданий может быть выше, чем у обычных жилых домов. Очевидно, что требуется дополнительная государственная поддержка для сохранения исторических зданий.

Список источников

1. Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 19.10.2023) "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации".
2. Здания и сооружения. Правила технического обследования и мониторинга технического состояния: ГОСТ 31937-2011. Введ. 2011-12-08. М.: М.: Стандартинформ, 2011. -89 с.
3. Бородов В.Е. Основы реконструкции и реставрации. Реконструкция зданий и сооружений. Ч. 1: Оценка технического состояния зданий и сооружений. [Текст]: учебное пособие: [по направлению "Строительство" и специальности "Строительство уникальных зданий и сооружений"] / В.Е. Бородов - Йошкар-Ола: ПГТУ. - 2017. - 197 с.

Ефремова Г.Г.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВАНТОВЫЕ ПОКРЫТИЯ В АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. *В статье рассмотрены причины использования вантовых конструкций в проектировании зданий и их особенности.*

Ключевые слова: *вантовые покрытия, ванты, опоры, архитектура*

Данная статья написана с целью изучения применения вантовых покрытий в архитектуре общественных зданий.

Вантовые покрытия являются одним из самых впечатляющих и инновационных архитектурных решений, применяемых в современном строительстве общественных зданий. Эти конструкции представляют собой систему пролетов, поддерживаемых натянутыми канатами или стержнями. Помимо своей функциональности, вантовые покрытия придают зданию характерный внешний вид и создают уникальные архитектурные формы.

Ванты – несущие элементы стержневого типа (тросы, канаты, гибкие стержни, пучки высокопрочной проволоки, ленты и т.п.).

Опорный контур – конструктивный элемент, на котором непосредственно закреплены пролетные конструкции [1].

Широкое применение вантовых покрытий в зданиях и сооружениях объясняется их определенными технико-экономическими преимуществами перед традиционными конструкциями, и главное – они дают возможность перекрывать большие пролеты без промежуточных опор [2]. Благодаря использованию современных строительных материалов и технологий, эти системы способны выдерживать большие нагрузки при минимальном собственном весе. Это делает вантовые покрытия идеальным выбором для общественных зданий с большими пролетами, такими как арены, торговые центры и выставочные комплексы, кинотеатры, цирки, аэродромы, гаражи, производственные цеха и т.д.

Главное при применении вантовых конструкций – это правильность компьютерных расчетов, чтобы уравновесить силовые нагрузки. Не учитывая поперечной нагрузки, ванты испытывают растягивающее воздей-

ствие. Исходя из этого, в качестве несущих элементов вантовых конструкций используют стальные тросы, которые могут стать главным отличительным признаком зданий с такими конструкциями и выражать оригинальность архитектуры.

Кроме того, вантовые покрытия позволяют создавать просторные и светопрозрачные пространства за счет отсутствия несущих стен и опор внутри здания. Это способствует формированию открытых и функциональных интерьеров, обеспечивая комфортное пребывание посетителей.

С развитием технологий и инженерных решений в области строительства, вантовые покрытия стали еще более эффективными и универсальными. Современные архитекторы и инженеры используют передовые компьютерные моделирования для оптимизации конструкций вантовых покрытий, что позволяет улучшить их прочность, эффективность и внешний вид.

Важным направлением развития является также использование устойчивых и экологически чистых материалов для строительства вантовых покрытий. Это позволяет снизить нагрузку на окружающую среду и создать устойчивые к воздействию внешних факторов конструкции.

В мире существует множество знаменитых общественных зданий, оборудованных вантовыми покрытиями. Например: крытая спортивная арена с трибунами на 5500 мест в Рэлей (США), крытая спортивная арена в Нью-Хавене (США) с трибунами на 2900 зрителей, музей изобразительных искусств в Милуоки (США) и т. д.

Оболочки с параллельно расположенными вантами наиболее просты в конструктивном исполнении и их применяют для прямоугольных в плане зданий [2] (Рис. 1).

Конструкция висячей оболочки представляет собой систему параллельных вант, закрепленных на незамкнутом контуре, роль которого может выполнять железобетонная или стальная балка, либо каркас пристройки [2].

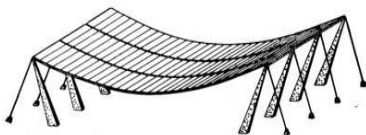


Рис. 1. Пример вантовых конструкций с однопоясным вантовым покрытием с параллельными вантами

Рассмотрим данную тему на практическом примере проекта клуба на 300 посетителей. (Рис. 2). В плане здание представляет собой композицию из прямоугольных фигур. На первом этаже представлена зона

администрации, над которой на втором этаже располагается зона дополнительных занятий, перекрываемая вантовыми покрытиями, и зрительный зал, в конструкции кровли которого также были использованы оболочки с висячими вантами, однопоясные вантовые покрытия с параллельными вантами. Ванты натягиваются на железобетонные опоры, которые придают зданию более величественный и уникальный вид. (Рис. 3).



Рис.2. Учебный проект «Клуб на 300 посетителей» с использованием вантовых конструкций
Выполнила Ефремова Г.Г. 2024г.



Рис. 3. Учебный проект.
Вантовые конструкции
Выполнила Ефремова Г.Г. 2024г.

Таким образом, вантовые покрытия представляют собой современное и эффективное решение для создания уникальной архитектуры общественных зданий. Их преимущества включают высокую прочность, легкость конструкции, возможность формировать креативные архитектурные формы и перекрывать большие пролеты. Благодаря таким инновационным решениям, архитекторы могут воплощать самые смелые идеи и создавать впечатляющие сооружения, которые становятся настоящими достопримечательностями мировой архитектуры.

Список источников

1. Агеева Е.Ю., Спиридонова А.И.. Вантовые конструкции в зрелищных зданиях/ Учебное пособие ННГАСУ, 2015. – 79с.
2. Федулов В.К., Суладзе М.Д., Артемова Л.Ю.. Вантовые покрытия/ Учебное пособие МАДИ, 2014. – 49с.

Забейворота О.Н.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТИПОЛОГИЯ ЗДАНИЙ НА ОБВОДНЕННЫХ КАРЬЕРАХ

Аннотация. *Представлены схемы объемно-планировочных решений зданий на территории обводненного карьера.*

Ключевые слова: *земли запаса, неудобья, обводненный карьер, объемно-планировочные решения, рекультивация*

Современная практика строительства проводит деструктивный подход использования карьеров – рекультивацию территорий, изменение рельефа местности путем срезки и подсыпки грунта и т.д. На территории РФ обводненные карьеры с водными источниками могут стать крупными рекреационными зонами и точками притяжения для спортсменов по прыжкам в воду с экстремальных высот – хай-дайверов.

Цель работы – рассмотреть городские неудобья, на примере обводненного карьера в г. Красный Сулин, как потенциальный территориальный резерв земель запаса. Дать классификацию объемно-планировочных решений для использования в качестве рекреационных зон.

Территории обводненных карьеров относятся к категории земель водного фонда. В зависимости от геологических особенностей (сложности рельефа) их можно отнести к категории земель запаса, которые подразделяются на неудобья и нарушенные земли, т.к. относятся к землям, затрудненным для хозяйственной деятельности.

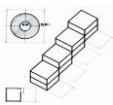
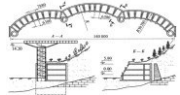
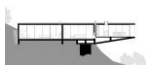
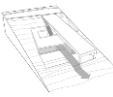
По данным Государственного доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации на 1 января 2023 г. площадь категории земель запаса в РФ составила 87 918,5 тыс. га, из которых 11,7 % составили земли под водой – обводненные карьеры.

Для определения типов зданий в карьерах, необходимо рассмотреть типы зданий на землях неудобий.

Исследуя неудобья в городской среде, ряд авторов относят к ним конкретные формы рельефа – скалы, овраги, карьеры, выработки и т.д., пока нет единой официальной классификации неудобий. Согласно классификации Сафиной Г.Р. и Федоровой В.А. приняты 2 вида: природные и антропогенные неудобья. Например, участок озера

«Красносулинский каньон» относится к антропогенным неудобьям - карьерам, т.к. обводненный карьер образовался в результате добычи гранита. Ниже представлен результат анализа типов зданий, размещаемых на карьерах.

Таблица 1. Основные типы зданий на обводненных карьерах

Тип	Вид	Уклон, °	Схема
Типы, размещаемые на склонах карьера			
Террасная застройка по склонам карьера	На столбовых опорах	20-50	
	С креплением к склону напряженными анкерами	≥ 50	
	Точечная	26-30	
	С пропуском ручья	20-50	
Арочная застройка	Откосоудерживающая до верха откоса	26-30	
	Высотная (выше верха откоса)	26-30	
	Из нескольких сегментов (волн)	26-30	
Складчатая застройка	Точечная/ групповая	26-30	
Здание-мост	Крепление с 2 сторон откосов	любой	
Здание-консоль	Вынос консоли до 30 м	любой	
Полуподземная застройка	Заглубленная с открытым выходом/вырезанная в скале	любой	
Подвесная застройка	На вертикальных склонах	90	
Фантомная застройка	композиция имитирует естественный рельеф	любой	

Типы зданий, располагаемые над поверхностью водной глади			
Тип	Вид	Схема	Изображения
на плавучем основании	на основании остова судна		
	на понтонном основании		
	на деревянных платформах		
на статичном основании	На искусственной насыпи: намывном основании/скальном и бетонном основании		
	На свайных фундаментах / пилонах (с подводными этажами)		

Приведенные типы зданий открывают комбинированный способ застройки обводненных карьеров, как на склонах, так и в воде. Такие решения позволят создавать на карьерах привлекательные рекреационные зоны и привлечь внимание туристической сферы к землям неудобий.

Список источников

1. Каширский А.С. Обводнение карьерных выемок в рекреационных целях ландшафтной архитектуры // ГИАБ. 2009. № 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/obvodnenie-kariernyh-vyemok-v-rekreatsionnyh-tselyah-landshaftnoy-arhitektury> (дата обращения: 3.04.2024).

2. Тетиор А.Н. Городская экология. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2007. – 330 с.

3. Сафина Г.Р., Федорова В.А. Городские неудобья: территориальный резерв, классификация, подходы использования // 2021 с.173-177 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rep.herzen.spb.ru/file_viewer/2400 (дата обращения: 3.04.2024)

Зиновьев Р.А.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА Г. ЯРАНСКА

Аннотация. *Представлены результаты исследования символики наличников.*

Ключевые слова: *наличник, символы*

Наличник – архитектурная деталь, профилированное обрамление оконного проёма. Предназначено для закрытия щели между оконной коробкой и стеной.

Принято считать, что наличники начали появляться в начале 18 века, хотя до этого они также существовали, но в очень упрощенном виде. Связанно это было с развитием стекольной промышленности, удорожанием тёсанных досок и развитием инструментов для деревообработки.

Популярность же они начали обретать во второй половине 19 века.

Символы, изображенные на наличниках, являются оберегами. По поверьям они способны уберегать от зла и помогать в быту.

Элементы в наличниках делятся на следующие группы:

– Оберегающие знаки. К ним относят символы Берегинь и Рожаниц. Они отвечали за благополучие семьи, рода, пример приведен на рисунке 1.

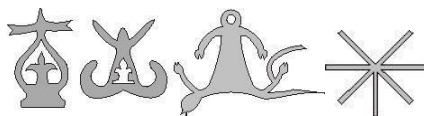


Рис. 1. Изображения Берегинь и Рожаниц

– Солярные знаки (огненные) выполняют функцию защиты от зла. Также солнце дает пищу людям и животным, помогает расти растениям. Зачастую эти знаки изображают, как крест, заключенный в круг. На рисунке 2 приведен пример подобных знаков. Иногда солнце изображали на фоне вытянутого ромба. В будущем упрощение привело к трансформации рисунка, пример приведен на рисунке 3.

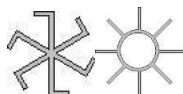


Рис. 2. Соляные знаки

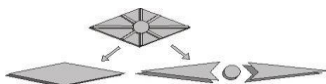


Рис. 3. Вариант изображения символа Солнца

– Водяные знаки отвечают за очищение. Как физическое, так и духовное. Пример приведен на рисунке 4.



Рис. 4. Водяные знаки

– Земляные знаки - самые простые и одни из самых распространённых. Эти знаки представляют из себя ромбы с точками внутри, пересекающиеся двойные полосы и обозначали вспаханное и засеянное поле. Символы приведены на рисунке 5.

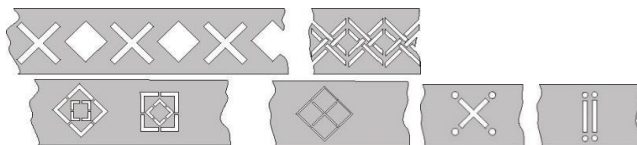


Рис. 5. Земляные знаки

– Звериные знаки больше распространены в лесных местностях. Там, где преобладали охота и рыбалка, нежели земледелие. Знак каждого животного имеет своё собственное значение

Небесная корова Земун, кормилица всех богов, символ жизни, рисунок 6.



Рис. 6. Небесная корова Земун

Птицы являлись символом материального благополучия и защиты от неблагоприятного климата. Нередко у птиц изображали только их лапки.

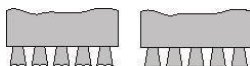


Рис. 7. Птицы

– Растительный орнамент по большей части являлся только декоративным элементом, под который стилизовались берегини и звериные знаки. Пример приведен на рисунке 8.



Рис. 8. Растительный орнамент

Было проведено исследование наличников города Яранска на предмет наличия вышеперечисленных знаков, расшифровка символов приведена в таблице 1.

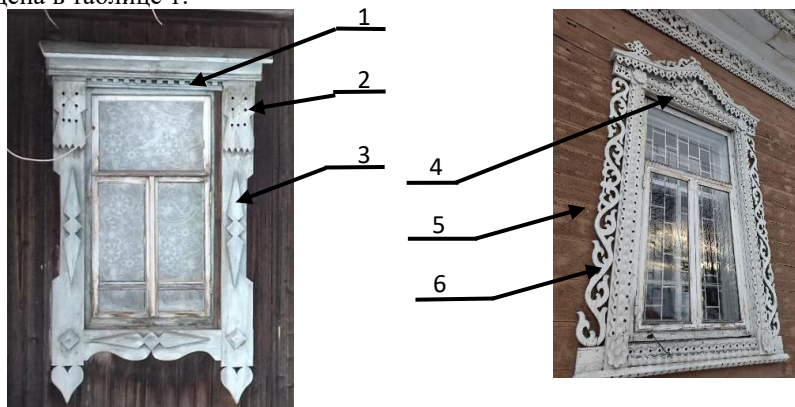


Таблица 1 – Символы на наличниках

Номер	Обозначение
1	Лапки птиц
2	Вспаханное поле
3	Знак солнца
4	Знак берегини
5	Растительный орнамент
6	Вымя коровы

Вывод: наличники оказали влияние на нынешний вид современных домов Яранска, так как даже в их наличниках можно увидеть вышеуказанные символы.

Список источников

1. <http://drevodelatel.ru/articles/12/367/>
2. <http://drevoroda.ru/interesting/articles/701/3110.html>

Иванова Е.Е.

Научный руководитель: Бородов В.Е., профессор
Поволжский государственный технологический университет

МНОГОУРОВНЕВАЯ ПАРКОВКА – СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕДОСТАТКА ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема нехватки парковочных мест в городах.*

***Ключевые слова:** многоуровневая парковка, автостоянка*

В стремительно развивающемся обществе остро встает транспортный вопрос. А именно проблема нехватки парковочных мест, которая с каждым годом становится более **актуальной**. Несмотря на то, что коэффициент для расчета автостоянок и площадь, отведенная под парковки автомобилей, постоянно увеличивается, многие автовладельцы не могут найти свободное парковочное место. Единственно правильным решением этой непростой проблемы является строительство многоуровневой парковки. Поэтому **цель** моей работы - создание проекта многоуровневого паркинга. Для достижения цели я поставила перед собой следующие **задачи**: изучить нормативы проектирования многоэтажных гаражей и автостоянок, ознакомиться с градостроительными принципами проектирования паркингов в городе, разработать схему микрорайона и при помощи программ объемного моделирования создать проект.

Парковки (или паркинги от англ. parking) подразделяются на следующие виды: наземные (открытые, крытые), многоуровневые (наземные, подземные и наземно-подземные), механизированные [1]. Самыми распространенными являются наземные открытые парковки, которые расположены около каждого общественного и жилого здания, часто вдоль проезжей части. Попытка организации временной стоянки автомобилей в центре города путём создания платных имеющих охрану парковок того же типа не решает проблему с нехваткой машинномест.

Мною предлагается вариант наземной многоуровневой парковки (рис. 1), так как не во всех регионах имеется возможность строительства подземных сооружений из-за высокого уровня грунтовых вод, как например в республике Марий Эл. Наиболее экономичным считается

сооружение, имеющее не менее 3-х и не более 5-ти ярусов. При большем количестве ярусов могут возникнуть проблемы с потерей времени при парковке. Также исходя из желания минимального присутствия естественного освещения для более легкого и интересного интерьера, было выбрано решение спроектировать один этаж и пять полуэтажей. На разрезе можно увидеть связь полуэтажей посредством однопутных рамп (рис. 2). На плане первого этажа (рис. 3) показан предполагаемый путь автомобилей: подъем и спуск по двум однопутным рампам и ход движения транспортных средств на самом этаже.



Рис. 1. Перспективный вид многоуровневой парковки

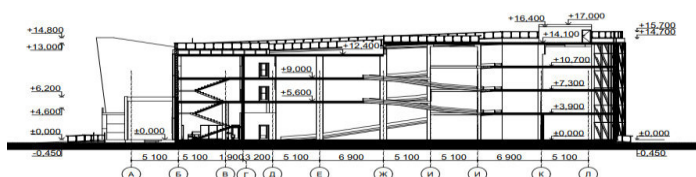


Рис. 2. Многоуровневая парковка в разрезе

Данный паркинг рассчитан на 310 машиномест, включая 10 мест для инвалидов и 2 места для электрокаров на 1 этаже (рис. 3). Планируется месторасположение недалеко от плотной жилой застройки, где не предполагается нахождение автосервисов и других автоуслуг. Поэтому на 1 этаже многоуровневой парковки в пристроенной части здания предлагается размещение таких автоуслуг, как магазин автозапчастей и автосервис, обслуживающий до 5 машин. Чтобы здание парковки было многофункциональным и работало на жителей города.



Рис. 3. План этажа на отм. 0,000.

Преимущества наземной многоуровневой парковки:

1. Меньшая занимаемая площадь на 1 парковочное место.
2. Наличие безопасного закрепленного машиноместа.
3. Отсутствие необходимости прогрева автомобиля и его чистки от снега зимой.
4. Увеличение площади озеленения и отдыха для разных групп населения, в том числе детских площадок.

Исследования данной проблемы позволили сделать следующие выводы:

1. Недостаток мест хранения ведет к трудностям передвижения транспорта по улицам и учащению случаев ДТП.
2. В целях охраны окружающей среды, создания комфортных условий для проживания, необходимо заранее продумывать размещения мест хранения автомобилей в многоэтажных паркингах как в жилых районах, так и в деловых центрах.

Здание многоэтажной парковки является не только средством спасения озелененных территорий от асфальтирования, но также интересным архитектурным объектом, привлекающим внимание не только горожан, но и туристов.

Список источников

1. Антонова А.П. Многоуровневые парковки как способ рационального использования территорий // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всеросс. студ. Конф., 21-25 ноября 2016 г. Йошкар-Ола, 2016 С.7-10.

Кибардина Э.Р., Кислицына Е.П., Муксинова И.И.,
Новожилова А.И., Филиппов Д.А.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРАДИЦИОННЫЕ ЖИЛИЩА НАРОДОВ ТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОЯСА

***Аннотация.** В данной работе представлено исследование традиционных жилищ народов тропического климатического пояса и расчеты коэффициента компактности.*

***Ключевые слова:** тропический пояс, традиционные жилища, коэффициент компактности, климат, строительные материалы*

Введение. В данной статье рассматривается исследование традиционных жилищ народов тропического пояса.

Цель работы - изучение традиционных жилищ с целью выявления основных принципов и технологий, применяемых в строительстве, влияние климатических условий на их архитектуру, а также расчет коэффициентов компактности жилищ.

Задачи исследования: сбор и анализ данных жилищ тропического пояса, расчет показателя компактности жилищ.

Тропический климатический пояс — самый жаркий географический пояс, так как находится на линии экватора. Для него характерна стабильно жаркая температура: зимой не опускается ниже +14°C, а летом достигает +30, +50°C. Степень приближенности территории к океану позволяет выделить в тропическом климате несколько разновидностей:

Материковый. Для него характерно наличие жаркой и засушливой погоды в центральных областях континентов. Чаше преобладает ясная погода, но возможны и пыльные бури с сильными ветрами.

Океанический климат мягкий с большим количеством осадков. Летом держится теплая и ясная погода, а зима максимально благоприятная.

Традиционные жилища тропического пояса

1) Бахареке - хижина индейцев Гватемалы. В основном бахареке возводят в горах и у подножий вулканов, где наиболее часто происходят подземные толчки. Стены – из переплетенных веток и жердей, обмазан-

ных глиной. Крыша – из сухой травы, пол – из утрамбованного грунта. Вся постройка занимала не больше двух дней и требовала совсем немного материалов.

2) **Икукване** - куполообразное жилище зулусов, Южная Африка. Конструкция хижины состоит из длинных тонких прутьев, в которые вплетаются ветки, высокая трава или тростник. Зулусы считают, что такие жилища не выделяются на фоне дикого пейзажа, а значит, служат прекрасным камуфляжем от диких животных.

3) **Фелидж** - жилище бедуинов, переносной шатёр. Основу шатра составляют длинные жерди, которые накрываются плотной тканью, не пропускающей ветер и осадки. Ее ткут из шерсти верблюдов, овец, коз. Это жилище мобильное – легко разбирается и собирается, что необходимо кочевому племени. Особенностью строительства фелиджа является система вентиляции. Днём, чтобы ветер свободно проходил внутрь, поднимают тент у входа в шатёр. Ночью-опускают.

4) **Чики** - традиционное жилище семинолов, исторически проживающих на территории штата Флорида. Хижина представляет собой укрытие, поддерживаемое деревянными столбами, с фальшполом, открытыми сторонами и крышей, выполненную из соломы. Дом может быть поднят над землёй на сваях или платформах.

5) **Фале** - традиционный тип самоанского жилого и общественного дома. Традиционный самоанский дом покрывается соломенной крышей. Вся конструкция связывается верёвкой из кокосовой «шерсти». Фале не имеют стен, ночью и при плохой погоде проёмы между столбами зашивают циновками из пальмовых листьев.

Результаты исследований. Расчеты компактности традиционных жилищ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вид жилища	Название	Компактность традиционного жилища	Вид жилища	Название	Компактность традиционного жилища
	Бахареке	Коэффициент компактности: $K_{\text{коп}} = A_{\text{пл}}^{\text{вн}} / V_{\text{ж}}$, где $A_{\text{пл}}^{\text{вн}}$ – площадь поверхности, м², $V_{\text{ж}}$ – объемный объект здания, м³, $25,1/93,5 = 0,75$ 		Фелидж	Коэффициент компактности посчитать не представляется возможным пространство не замкнуто
	Икукване			Чики	
				Фале	

Выводы:

1. Традиционные жилища в тропических климатических зонах разнообразны и приспособлены к особенностям местного климата и отражают глубокие знания об окружающей среде и климатических условиях. Они адаптированы для обеспечения комфорта, защиты от жары, влажности и дождей.

2. Анализ значений коэффициентов компактности традиционного жилища позволяет сделать вывод: так как жилища имеют приблизительно одинаковые размеры – коэффициент компактности будет соответственно одинаковым. Жилища, в которых приоритет отдавался функции проветривания, коэффициент компактности посчитать не представляется возможным.

Список источников

1. Смирнова С.Н. Градостроительные принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных зданий / Учебное пособие по выполнению расчетно- графической работы: ПГТУ, 2023

2. <https://ecoportal.info/tropicheskij-poyas/?ysclid=lt0q4s5n1d41856806>

3. https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2016/89_95_Kniazeva_Smirnova.pdf?ysclid=lulewmj3pl226125001

4. <https://deziign.ru/books/project/ce8e43d5422e4f0c83dad0c96ec5a8a8?ysclid=lulflkftga395080238>

УДК 728.03

Клепцова М.С., Ускова Д.В., Чучелина В.М.,

Шаронова А.М., Сурков П.В.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектурных наук,
доцент

Поволжский государственный технологический университет

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛИЩ КОРЕННЫХ НАРОДОВ АРКТИКИ

***Аннотация.** Рассматриваются основные виды жилищ коренных народов Арктики, выполнены расчеты коэффициента комфортности и оценка их энергоэффективности.*

Ключевые слова: Арктика, арктический климат, субарктический климат, традиционное жилище, иглу, чум, яранга, коэффициент комфортности, отапливаемый объем, энергоэффективность

Введение. Арктика — суровая, неприветливая местность. Температура зимой может опускаться ниже -50°C , а летом практически не поднимается выше 0°C . Но коренные народы Арктики отлично приспособились к местным особенностям климата и чувствуют себя комфортно в своих мобильных, компактных жилищах даже в самый сильный мороз.

Цель работы — рассмотреть традиционные виды жилищ народов Арктики, сделать расчет и оценить, как форма жилища влияет на его коэффициент комфортности и энергоэффективность.

Для кочевых оленеводов Севера (саамов, ненцев, энцев, нганасанов, долганов, северных хантов, эвенов и эвенков, тундровых чукчей, коряков и др.) арктическая тундра — это родной дом. Важным достижением для этих народов стало создание мобильных, лёгких, сборно-разборных жилищ, идеально приспособленных для проживания в холодном, суровом климате.

Иглу — зимнее жилище канадских эскимосов, тип народной архитектуры [3]. При глубоком снеге вход обычно устраивается в полу, ко входу прорывается коридор (тоннель). Внешний вход выше внутреннего — 1,5 метра, а чтобы попасть в помещение приходится пройти на четвереньках. Вход в иглу должен быть ниже уровня пола для оттока тяжёлого углекислого газа и притока более лёгкого кислорода, а также для удержания тёплого воздуха. Внутреннее помещение обычно застилается шкурами (иногда стены). Для обогрева жилища и освещения используются плоские-жирники, от тепла которых внутренние поверхности стен оплавляются и упрочняются.

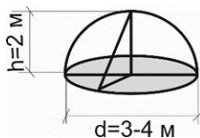


Рис. 1. Схема жилища (иглу)

Площадь поверхности $A^{\text{sum}}_e = 25,1 \text{ м}^2$
Отапливаемый объем здания $V_h = 33,5 \text{ м}^3$
Коэффициент компактности $k^{\text{des}}_e = 0,75$

Чум распространен на Крайнем Севере – от Кольского полуострова и до Таймыра включительно [2]. Чум — это прямой геометрический ко-

нус из нескольких десятков еловых шестов, поставленных по кругу, на которые крепятся покрышки из оленьих шкур.

Чум ставится обычно в течение сорока минут. Первоначально устраивают очаг или устанавливают печку-буржуйку – это центр будущего жилища. Затем настилают полы и размещают мебель. После этого устанавливаются опорные шесты, к которым присоединяются остальные. Их количество зависит от размера чума (обычно около 50).

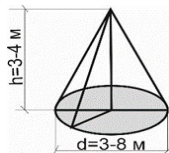


Рис. 2. Схема жилища (чум)

Площадь поверхности $A_{\text{сум}}^{\text{сум}} = 71,6 \text{ м}^2$

Отапливаемый объем здания $V_h = 67 \text{ м}^3$

Коэффициент компактности $k_{\text{с}}^{\text{с}} = 1,07$

На северо-востоке Евразии ставят *ярангу*: от чума взята конструкция крыши, которая сверху кладётся на большую опорную треногу, а снизу опирается на горизонтальные балки, закреплённые на малых треногах, которые образуют стены [4]. Эта конструкция позволяет устроить большой объём внутреннего пространства и не требует длинных шестов (за исключением трёх опорных). К тому же яранга более устойчива так как стоит на треногах. Снаружи яранга обвязывается ремнями с привязанными к ним камнями. Дверь — дощатую или из куска кожи — закрывают только во время буранов.

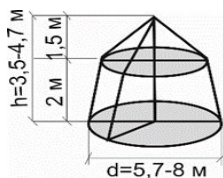


Рис. 3. Схема жилища (яранга)

Площадь поверхности $A_{\text{сум}}^{\text{сум}} = 88,9 \text{ м}^2$

Отапливаемый объем здания $V_h = 107,6 \text{ м}^3$

Коэффициент компактности $k_{\text{с}}^{\text{с}} = 0,83$

Вывод. По требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [1] расчетный показатель компактности для одноэтажных жилых

зданий и домов не должен превышать 1,1. Основываясь на произведенных выше расчетах, можно убедиться, что традиционные жилища народов Севера, представленные в статье, соответствуют современным требованиям энергоэффективности. Также можно сделать вывод, что чем суровее климат, тем компактней должна быть структура жилища. Все эти принципы, сформированные и используемые народами Севера на протяжении многих веков, позволяют проектировать и строить более рациональные и энергоэффективные здания и сооружения в условиях арктического и субарктического климата.

Список источников

1. Тепловая защита зданий СНиП 23-02-2003: офиц. текст // Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004 (дата обращения: 03.04.2024).
2. Градостроительные принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных зданий: учебное пособие / С. Н. Смирнова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. – 88 с. (дата обращения: 03.04.2024)
3. Ницын А.Ю. Снежная хижина «иглу» – энергосберегающий дом аборигенов Крайнего Севера // Строительство и техногенная безопасность. — Симферополь: АСА КФУ им. В. И. Вернадского, 2016. — Вып. 4(56). — С. 28—32. (дата обращения: 29.03.2024)
4. Плужников Н.В., к.и.н., научный сотрудник Института этнологии и антропологии им. Н.Н.Миклухо-Маклая РАН. Традиционные жилища народов российской Арктики [Электронный ресурс], 2020. URL: <https://goarctic.ru/news/traditsionnye-zhilishcha-narodov-rossiyskoy-arktiki/> (дата обращения: 29.03.2024)

Козлов А.А., Столбушинская П.В.,
Бадртдинова А.Е., Деревянных И.В., Лебедева Д.С.

Научный руководитель: Смирнова С.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ТРАДИЦИОННЫЕ ЖИЛИЩА НАРОДОВ ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ПОЯСА

***Аннотация.** В данной научной статье рассматриваются особенности архитектуры традиционных жилищ народов, проживающих на экваториальном поясе Земли.*

***Ключевые слова:** традиционная архитектура, особенности, экваториальный пояс, окружающая среда*

Традиционная архитектура разных народов берёт свои начала из первичных потребностей человека к выживанию. Люди создавали себе укрытия, адаптируясь к условиям окружающей их среды. Вместе с тем учитывались местные природные особенности, применялась защита от возможных катаклизмов и мелких угроз жизни.

Эти особенности формировали своеобразие местных архитектурных решений жилищ, традицию; а существующие в данном регионе материалы определяли внешний облик, технологию возведения и принципы внутреннего устройства зданий и сооружений.

В строительстве традиционного жилья в основном применяются методы, использующие легко доступные местные ресурсы для обеспечения условий человеческого проживания и местных нужд.

В экваториальном поясе находятся зоны пониженного атмосферного давления. Данная зона характеризуется очень малыми колебаниями средней месячной температуры (до 2 °С) и слабыми ветрами. В экваториальном поясе не существует различных сезонов, поскольку температура и осадки в течение года стабильны. В условиях тёплого климата хижины местных жителей имеют неплотные стены, отсутствует необходимость в возведении высокопрочной кровли для защиты от крупных осадков [1]. Следовательно, местные климатические особенности также отразились в традициях сооружения жилищ.

Знания о строительстве национального жилья основываются на опыте, добытом путём проб и ошибок на протяжении многих поколений, но не методом тщательных расчётов [2]. Архитектурная традиция каждого

конкретного народа экваториального пояса со временем имеет тенденцию к развитию с адаптацией к происходящим изменениям окружающей среды. Вместе с тем получает своё развитие культура и местные традиции.

Например, жилища племён Тоба и Каро народа батаков имеют некоторые отличия в своей архитектуре и принципах построения, что обусловлено взаимно отличающимися методами адаптации к разным условиям их проживания. Традиционные дома Тоба представляют собой относительно небольшие строения и состоят из трёх помещений. Жилища батаков Каро крупные и вместительные, для пребывания сразу нескольких семей. Они также были принципиально ориентированы с севера на юг, предположительно, для укрытия от солнца. Дома Тоба, в свою очередь, такой особенностью не обладают [3].



Рис. 1. Жилища батаков Тоба



Рис. 2. Жилища батаков Каро

Ещё одним отражением влияния бытовых реалий на особенности местной традиционной архитектуры является тип жилища Румах Панджанг, длинный дом народа даяков. Особенности его строения обусловлены сохранением пережитков родоплеменного типа устройства общества. Вследствие чего «длинный дом» представляет собой некое общежитие со множеством тесно проживающих здесь семей [4].



Рис. 3. Шабано индейцев Яномама



Рис. 4. Румах Панджанг даяков

Некоторые племена народа папуасов строят свои жилища на деревянных баньях (в основном, высотой 6-12 метров). Такое решение обусловлено необходимостью защиты от набегов соседних племён [5].

В некоторых из них сегодня сохраняются пережитки родоплеменного строя, где расширенные семьи существуют в реалиях большого общежития. В других же произошло обособление семей и сложились соседские общины, строятся небольшие дома, состоящие из трёх-четырёх помещений, со своими хозяйскими участками. Их внешний облик декорируют символическими украшениями и цветами красок.

Приведённые примеры иллюстрируют прямую зависимость методов приспособления человека к условиям реалий обитания от различных природных факторов и, как следствие, развития из этого местных архитектурных особенностей [6].

Итак, традиционные жилища народов, проживающих на экваториальном поясе, имеют свои отличительные архитектурные черты и характерные особенности возведения и внутреннего устройства, которые складывались с развитием местных культурных традиций.

Список источников

1. Прохоров А.М. Большая советская энциклопедия. - 3-е изд. Т. 16. изд. - Москва: Советская энциклопедия, 1974. - 689 с.
2. Бэрри Д., Доусон Д. Традиционная архитектура Индонезии. - New York: Thames and Hudson, 1994. - 192 с.
3. Национальные типы жилья народов мира (архив). // Wikipedia [Электронный ресурс]; URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Национальные_типы_жилья_народов_мира (Дата обращения: 02.04.24)
4. Rumah Panjang. // Wikipedia [Электронный ресурс]; URL: https://id.wikipedia.org/wiki/Rumah_panjang (Дата обращения: 02.04.24)
5. Жилище папуасов - дом на дереве. // LiveJournal [Электронный ресурс]. URL: <https://art-primitive.livejournal.com/4689.html> (дата обращения: 02.02.2024).
6. Народная архитектура. // Wikipedia [Электронный ресурс]; URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Народная_архитектура (Дата обращения: 02.04.24)

Конышева О.П.

Научный руководитель: Бородов В.Е., профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КУЛЬТУРНО-ДЕЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

***Аннотация.** В статье представлены варианты формирования полифункциональных пространств и выделены особенности проектирования зданий данного функционального назначения.*

***Ключевые слова:** архитектурное пространство, гибкость планировочной структуры, полифункциональность*

«Полифункциональное использование территорий и зданий - это интенсивное использование одних и тех же территорий и зданий для нескольких различных функций, в том числе и в разное время» [1]. Объект культурно-делового назначения представляет собой сооружение, предназначенное для реализации творческой составляющей всесторонне развитого человека. Такие комплексы в современном мире играют ключевую роль инновационной инфраструктуры, в дополнение к культурным кластерам, научно-исследовательским объектам, бизнес-центрам.

Архитектура культурно-деловых комплексов направлена на объединение и интенсификацию деловой, научной и культурной жизни общества. Здания данного функционального назначения объединяют три сферы обслуживания: культурно-досуговую, административно-деловую и сервисную.

Варианты формирования полифункционального пространства культурно-делового комплекса:

- вертикальная структура, отличительная особенность заключается в том, что нижние уровни задействованы событиями с различным количеством людей (в зависимости от назначения), а верхние индивидуальными занятиями;

- горизонтальная - происходит отделение процессов в зависимости от функции (использование в качестве шумозащиты подвижных перегородок, мобильных модулей).

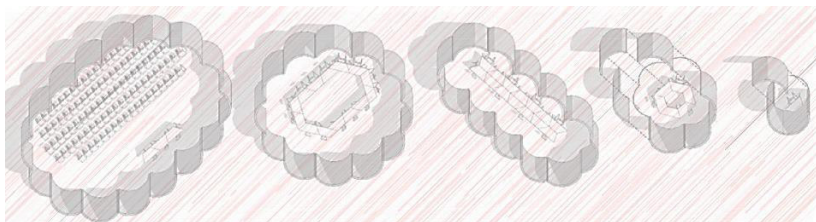


Рис. 1. Модульность элементов, варианты компоновки

Отличительные особенности проектирования полифункциональных зданий культурно-делового назначения:

- открытость архитектурного пространства,
- адаптивность, компактность и гибкость планировочной структуры,
- принцип смены функциональных приоритетов, универсальность и взаимозаменяемость пространств,
- модульность (приращение архитектурных элементов, их подвижность),
- внутренняя трансформация (трансформируемые залы с изменяемой геометрией поверхностей, мобильное технологическое оборудование),
- внешняя трансформация (реакция фасадов здания на внешнюю среду и внутренние процессы),
- использование средств виртуальной реальности и пространств с технологиями дополненной реальности.

Обобщая особенности объектов культурно делового назначения выделяется основное проектное решение - создание благоприятных условий для эффективного сосуществования индивидуальной и коллективной деятельности человека в условиях интенсивного использования пространства комплекса.

Список источников

1. Тетиор А.Н. Полифункциональные территории, здания и сооружения : Учебное пособие / А. Н. Тетиор. — М.: МГУП, 2008.
2. Боженко И.А. Архитектурная среда полифункциональных общественных сооружений: (на примере западной и российской архитектуры): автореф. дис. ... канд. арх / Боженко Игорь Анатольевич. — Нижний Новгород, 2010.

Конышева О.П.

Научный руководитель: Бородов В.Е., профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРИЕМЫ ТРАНСФОРМАЦИИ В ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КУЛЬТУРНО-ДЕЛОВЫХ КОМПЛЕКСАХ.

Аннотация. В статье выделены приемы трансформации, которые уместно адаптировать при проектировании полифункциональных культурно-деловых комплексов.

Ключевые слова: трансформация, мобильность, архитектурное пространство, полифункциональность

Полифункциональные культурно-деловые комплексы становятся важным градостроительным звеном, поэтому их проектирование является важной стратегической задачей. Формирование таких общественных объектов позволяет создать условия для наиболее полноценного и комплексного удовлетворения потребностей населения [1]. Современная архитектура предполагает проектирование многофункциональных зданий с элементами трансформации, представляющей из себя способность преобразовывать архитектурную концепцию посредством различных манипуляций и перестановок, без потери идентичности.

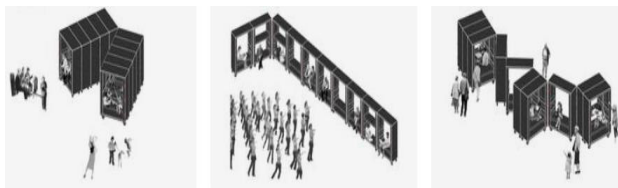


Рис. 1. Пример использования подвижных модулей
(три вида из множества вариантов)

Приемы трансформации в полифункциональных культурно-деловых комплексах:

- Пространственная трансформация заключается во внутреннем преобразовании различных элементов с сохранением общих габаритов рассматриваемого объекта. Такой прием позволяет приспосабливать здания

к изменяющимся условиям и факторам на протяжении всего срока их эксплуатации, обеспечивая тем самым многофункциональность использования здания.

- Многофункциональное использование внутреннего пространства, посредством трансформаций подвижных модулей (элементов мебели), раздвижных занавесов, телескопических трибун, быстровозводимых перегородок (Рисунок 1).

- Трансформация с применением фасадных систем, регулирующих изменение микроклимата за счет движения конструктивных элементов (параметры подстраиваются под воздействие окружающей среды: солнца, ветра и т.д.).

- Трансформация части (или частей) объема здания (зрительного зала, выставочного, офисного пространства и т.д.).

- Мобильные фасадные элементы в архитектуре. Трансформация отдельных элементов совмещает в себе: динамическое изменение фасадных плоскостей под влиянием внешних факторов, реакцию на средовой контекст и внутренние процессы.

- Модульные сетки. Их использование заключается в наложении на любые поверхности (план, фасад, и другие элементы проектируемых зданий).

- Конструктивные приемы предполагают трансформацию общих габаритов здания (открытие/закрывание покрытий кровли, раздвигающиеся части здания и т. п.). Происходит некая адаптация объекта путем изменения его внешней оболочки.

- Светоцветовой прием включает в себя визуальные изменения и смысловые характеристики световой среды, формируя новый динамичный художественно-виртуальный образ.

- Трансформация с использованием интерактивных средств воздействует на оболочку здания, изменения происходят путем внедрения инсталляций (например, медиа-фасады, изменение облика за счет смены визуального ряда на фасаде здания).

Обобщая вышесказанное, следует: трансформация – это средство выразительности архитектуры полифункциональных зданий культурно-делового назначения. Трансформации позволяют разнообразить применение зданий (в первую очередь общественных), без изменений в конструкции самого здания, что определяет экономическую обоснованность таких комплексов. А динамическое изменение внешнего облика позволяет разнообразить архитектуру и выполнить мероприятия по инсоляции, солнцезащите и иные, в особых условиях.

Список источников

1. Боженко И.А. Архитектурная среда полифункциональных общественных сооружений: (на примере западной и российской архитектуры): автореф. дис. ... канд. арх / Боженко Игорь Анатольевич. — Нижний Новгород, 2010.
2. Трансформируемая архитектура. Мобильная и трансформируемая архитектура современности. [Электронный ресурс]. URL: <https://nt-csm.ru/transformiruemaya-arhitektura-mobilnaya-i-transformiruemaya.html>

УДК 728.03

Кочин М.А., Кудрявцева Н.В.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТРАДИЦИОННОГО ЖИЛИЩА УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

***Аннотация.** В данной научной статье представлено исследование традиционного жилища народов умеренного климатического пояса, на примере избы и выполнены расчёты коэффициента компактности.*

***Ключевые слова:** умеренный климат, климатический пояс, традиционные жилища, климат, изба, деревня*

Умеренный климатический пояс - самый большой по площади климатический пояс России. Из-за большой площади, для него присущи огромные различия в температуре и увлажнении, если двигаться с запада на восток. Главной чертой умеренного климата является наличие четырёх сезонов: два основных (зима и лето), и два промежуточных (осень и весна). Если рассмотреть среднюю температуру самого холодного месяца, то она будет ниже 0 °С, а температура самого тёплого будет достигать выше 15 °С. Также зимой в умеренном климате, присутствует постоянный снежный покров. А годовой уровень осадков на большей части пояса равен 500-800 мм.

Для данного климатического пояса, одним из характерных жилищ является изба. Деревянная изба исстари была самым распространенным жилищем русского крестьянина. Слово "изба" происходит от древнеславянского "истьба". Изба – это русское срубное жилище, преимущественно сельское, а до 17-18 веков оно было и городским.

При строительстве нового жилища огромное значение придавалось практической составляющей: место должно было быть сухим, высоким, светлым, а также и ритуальной ценности. Если мы войдем в крестьянскую избу, то обязательно споткнемся. Но почему же так происходит. В действительности, навешенная на кованых петлях дверь была с низкой притолокой наверху и высоким порогом внизу. Об него обычно спотыкался входящий. Тепло берегли и старались таким путем его не выпустить наружу.

Избы рубили топором из ели, сосны и лиственницы. Эти деревья с ровными стволами хорошо ложились в сруб, плотно примыкали друг к другу, долго не гнили [1]. Из дуба изготавливали те части жилища, которые могли прийти в негодность быстрее всего – это двери и окна.

Окна изготавливали маленькими, чтобы света хватало только для работы. В передней стене избы было обычно по три окна. Эти оконца закрывались досками и назывались волоковыми. Иногда их затягивали бычьим пузырем или промасленной холстиной. Изба устанавливалась прямо на грунт или на столбы. Под углы подводились дубовые колоды, большие камни или пни, на которых и стоял сруб. Летом под избой гулял ветер, просушивая снизу доски «черного» пола. Центром в доме выступала печь. Достаточно вспомнить, что и само слово «изба» произошло от слова «истопить»: «истопка» – отапливаемая часть дома.

Деревни, как правило, были расположены недалеко друг от друга, тяготея к одному центру - селу, имевшему церковь, приходскую школу, лавки. В деревнях не осуществлялась четкая планировка: усадьбы в них располагались разрозненно, без какого-либо плана [2].



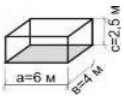
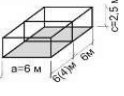
Рис. 1. Макет деревни

В рамках предмета «архитектурная физика», группой студентов был разработан и собран макет русской деревни (рисунок 1). На данном примере, можно наглядно посмотреть быт жителей того времени, и увидеть конструктивные особенности строения избы. Также весь

антураж подбирался, основываясь на реальное село Ключевка, Петровского уезда.

Помимо этого, были проведены исследования, мы выполнили расчеты [3] компактности избы, двух видов малой и большой площади (таблица 1).

Таблица 1

Пример жилища	Название	Форма	Компактность традиционного жилища
	Изба		Площадь поверхности $A_{z^{sum}}, м^2$ 98 м² Отапливаемый объем здания $V_h, м^3$ 60 м³ Коэффициент компактности $k_{c^{dec}} = A_{z^{sum}}/V_h$ 1,63
	Двойная изба		Площадь поверхности $A_{z^{sum}}, м^2$ 234 м² Отапливаемый объем здания $V_h, м^3$ 180 м³ Коэффициент компактности $k_{c^{dec}} = A_{z^{sum}}/V_h$ 1,3

Проведенные расчеты позволяют нам сделать вывод: чем коэффициент компактности меньше, тем меньше у здания охлаждающих поверхностей на один кубический метр объема, а если величина выше, потери тепла больше, и, следовательно, выше затраты средств на отопление сооружения.

Изучив особенности строения жилищ, располагающихся в умеренной климатической зоне, с особым акцентом на традиционную избу, можно сделать вывод, что деревянные дома довольно кропотливы и сложны при застройке. Также немалую роль играют традиционные обычаи, которые сохраняются и по сей день. Избы остаются актуальными в любые времена, несмотря на появление новых технологий и строительных материалов.

Список источников

1. Шангина И.И. Русский традиционный быт: Энциклопедический словарь, -СПб.: Азбука классика,2003. 688 с.
2. Баранов Д.А., Русская изба (Внутреннее пространство, убранство дома, мебель, Р88 утварь): Иллюстрированная энциклопедия.
3. Смирнова С.Н. Градостроительные принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных зданий: учебное пособие / С.Н. Смирнова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. – 88 с.

Кудрявцева Н.В.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ МИКРОРАЙОНОВ ЙОШКАР-ОЛЫ

Аннотация. В контексте данного анализа важно разобраться в причинах возникновения проблем дворовых территорий, их влиянии на городскую среду и жизнь горожан, а также предложить эффективные пути их решения.

Ключевые слова: дворовые территории, жилой дом, микрорайон, район, обустройство, город Йошкар-Ола

Городские микрорайоны - основные жилые районы, в которых проживает большинство населения. Качество жизни в микрорайонах напрямую зависит от состояния и обустройства дворовых территорий.

Дворовая территория представляет собой наземную область, расположенную между жилыми домами и прилегающая к ним. Это пространство служит не только для проезда автомобилей и пешеходного движения, но и для различных видов общественной деятельности. В дворовых территориях часто располагаются детские и спортивные площадки, зоны отдыха, скверы, парковки, а также места для хранения мусора.

Проблемы, возникающие на дворовых территориях, оказывают существенное влияние на жизнь городских жителей и требуют внимания со стороны городских властей и общественности.

В последние годы общественное внимание к проблемам городской среды значительно усилилось, в связи с чем вопросы благоустройства и обустройства городских территорий стали предметом обсуждения как среди жителей, так и среди властных структур.

Проблемы дворовых территорий микрорайонов Йошкар-Олы включают в себя недостаточное освещение, заброшенные территории, недостаток детских и спортивных площадок, неудовлетворительное состояние дорожек и тротуаров, отсутствие мест для общественных мероприятий. Решение этих проблем является ключевым вопросом для улучшения качества городской среды и повышения уровня жизни населения.

Анализируя эти проблемы, важно понять их причины, влияние на городскую среду и жизнь горожан и предложить эффективные решения.

Причинами возникновения проблем являются:

- Недостаток финансирования.
- Отсутствие эффективного управления и контроля.
- Недостаточная вовлеченность местных жителей

На городскую среду и жизнь горожан влияют следующие факторы:

- Безопасность
- Качество жизни
- Развитие социокультурной среды

В результате изучения были выявлены следующие пути решения проблем и неблагоприятных факторов:

1) Задачи и обязанности городских властей.

Им предстоит разработка и реализация программ по благоустройству и ремонту дворовых пространств, контроль за соблюдением правил благоустройства, обеспечение финансирования необходимых мероприятий.

2) Важность активного участия общественных организаций.

Общественные организации могут играть ключевую роль в поддержке и стимулировании усилий по улучшению состояния дворовых территорий.

3) Роль местных жителей в поддержании и улучшении дворовых территорий.

Местные жители играют важную роль в поддержании и улучшении состояния своих дворовых территорий. Они могут выступать в качестве активных участников процесса благоустройства, предлагать идеи и инициативы по улучшению, а также принимать участие в общественных работах по уборке и обустройству территорий.

4) Взаимодействие сторон.

Эффективное решение проблем дворовых территорий возможно только при условии взаимодействия всех заинтересованных сторон: городских властей, общественных организаций и местных жителей [2].

Разумное распределение обязанностей и совместное участие всех заинтересованных сторон в процессе управления и обустройства дворовых территорий Йошкар-Олы будет способствовать созданию комфортной и безопасной городской среды, которая будет радовать жителей и способствовать их активной социальной и культурной жизни.

Анализ проблем дворовых территорий микрорайонов города Йошкар-Ола позволяет сделать вывод о неотложной необходимости принятия мер для их решения. Несмотря на разнообразие выявленных проблем, все они имеют один общий характер — оказывают негативное влияние на городскую среду и качество жизни жителей.

Недостаточное освещение, наличие заброшенных территорий, недостаток детских и спортивных площадок, неудовлетворительное состояние дорожек и тротуаров, отсутствие мест для общественных мероприятий — все эти проблемы требуют комплексного подхода к решению.

Городские власти, общественные организации и местные жители должны объединить усилия, чтобы совместно разработать и реализовать эффективные стратегии по улучшению состояния дворовых территорий. Необходимо активно вовлекать жителей в процесс принятия решений и реализации проектов, обеспечивая их участие в мероприятиях по благоустройству и обустройству микрорайонов [1].

Только совместными усилиями можно создать город, которым каждый житель будет гордиться и в котором каждый участник общества будет иметь возможность наслаждаться комфортной и безопасной городской средой.

Список источников

1. Медведкова Е.А. Ландшафтно-архитектурный анализ дворовой территории по Проспекту Ленина в городе Йошкар-Ола / Е.А. Медведкова, К.И. Соколова // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 20 декабря 2018 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2019. – С. 38-41. – EDN ZCNMMH.

2. Мосякин Д.С. Актуальные проблемы дворовых территорий многоквартирных жилых домов средней этажности. Реконструкция как новая жизнь старых дворов / Д.С. Мосякин, О.И. Витэк // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 21(73). – С. 43-47. – EDN MRVKOS.

Новосёлова В.А., Маданова А.В.

Научный руководитель: Гудкова С.А. ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В АКАДЕМИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

***Аннотация.** В настоящее время подавляющее большинство преподавателей считают, что начертательная геометрия является дисциплиной, присущей исключительно техническим вузам. В данной работе предлагается разрушить сложившийся за десятилетия стереотип и показать, что начертательная геометрия с успехом применяется в творческих вузах.*

***Ключевые слова:** начертательная геометрия, академический рисунок, творческий потенциал, перспектива, формы*

Начертательная геометрия является важной составляющей процесса создания академического рисунка. Она помогает художнику точно передать пропорции и перспективу изображаемых объектов, а также создать гармоничную и уравновешенную композицию. В данной статье мы рассмотрим, как начертательная геометрия влияет на создание академического рисунка и почему ее знание важно для художников.

Первое, на что обращает внимание художник при создании рисунка, это построение композиции. Начертательная геометрия помогает определить центр внимания, распределить объекты на листе бумаги и создать гармоничное сочетание форм и линий. Например, с помощью горизонтальных и вертикальных осей можно определить главные линии композиции и распределить объекты по ним. Таким образом, начертательная геометрия помогает художнику создать увлекательный и интересный рисунок, который будет привлекать внимание зрителя.

Важной частью начертательной геометрии является построение перспективы. С помощью перспективных преобразований художник может передать трехмерность объектов на плоскости бумаги. Например, при построении перспективы одно из главных правил – это использование точек схода. Они помогают создать иллюзию удаленности объектов от зрителя и задать правильное расположение деталей на плоскости. Таким

образом, знание начертательной геометрии позволяет художнику создавать убедительные и реалистичные рисунки.

Еще одним важным аспектом начертательной геометрии является построение пропорций. С ее помощью художник может определить размеры и формы объектов, а также их взаимное расположение на рисунке. Например, при создании портрета важно правильно определить пропорции лица, размеры глаз, носа и рта. Без знания начертательной геометрии рисунок может выглядеть искаженным и неестественным. Поэтому важно уделять особое внимание этому аспекту и правильно применять принципы геометрии при создании рисунка.

Начертательная геометрия играет важную роль в академическом рисунке, помогая художникам создавать качественные и привлекательные работы. Она помогает определить композицию, передать перспективу и определить пропорции объектов на рисунке. Кроме того, начертательная геометрия стимулирует творческое мышление художников и позволяет им экспериментировать с формами и линиями. Знание и умение применять геометрические принципы и методы построения помогает создавать уникальные и интересные работы, которые привлекают внимание и восхищают зрителей. Поэтому важно уделять особое внимание изучению начертательной геометрии для достижения успеха в академическом рисунке.

Список источников

1. Смирнов В.А., Доскин Н.В.. Начертательная геометрия: учебник для вузов. Москва: Издательство «Высшая школа», 2008.
2. Величко Л.М.. Академический рисунок: методические указания к выполнению учебных заданий. Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2015.
3. Громов И.В.. Искусство архитектурного рисунка. Москва: Издательство «Планета», 2012.
4. Лазарев А.С.. Основы дизайна: учебник для вузов. Москва: Издательство «Вузовская книга», 2009.
5. Петров С.И.. Геометрические методы в изобразительном искусстве. Киев: Издательство «Артзборник», 2016.

Малинин П.В.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ КИТАЯ

Аннотация. *В данной статье рассматривается современная китайская архитектура, приёмы, которые используются при проектировании зданий в Китае. В результате анализа актуальных решений, выделяются принципы проектирования, которые в дальнейшем будут применены для реализации методологии создания современной архитектуры.*

Ключевые слова: *творческое переосмысление, заимствование традиционных решений, нормативная архитектура Китая, модульность, иерархичность, пространственная регулярность, единство числовых и геометрических пропорций*

Китай – одна из самых современных и инновационных стран мира, в которой архитектура является олицетворением образа жизни её жителей. Архитектурный облик современного Китая представляет переплетение традиционных подходов и новаторских решений в проектировании. В данной статье предлагается рассмотреть китайскую архитектуру наших дней и принципы её формирования с целью дальнейшей разработки методологии проектирования на их основе.

Целью данной работы является выделение принципов проектирования современной архитектуры Китая.

Задачами являются анализ актуальной архитектуры Китая, её существующих выделенных принципов и выделение подходящих подходов для будущей методологии.

Для рассмотрения особенностей современной архитектуры Китая предлагается обратить внимание на отдельные приемы в архитектуре, как новые, так и традиционные.

На протяжении последних двух веков китайская архитектура представляет собой эксперименты с сочетанием современных и традиционных стилей. Связь с традициями в новых проектах проявляется не только в конкретных деталях и поверхностных элементах, но и в объемно-пространственной организации и более сложном уровне образных и структурных интерпретаций культуры.

Приемы использования традиций в современных образах архитектуры можно разделить на два вида: творческое переосмысление устоявшихся решений и заимствование традиционных мотивов [1].

Заимствование затрагивает в первую очередь традиционные элементы – например, плоскостные решения, декоративно-конструктивные элементы или объемно-пространственную структуру.

Помимо общих образных и декоративных решений в проектировании, современная китайская архитектура следует определенным нормативным принципам.

Нормативная архитектура Китая, или архитектура «гуаньши» – это архитектура, соответствующая определённым государственным стандартам, которые в первую очередь относятся к административным зданиям и храмовым постройкам [2]. Принципы нормативной архитектуры также являются преемственностью традиционных решений, которые регламентировались государством.

Всего выделяют четыре принципа нормативной архитектуры: модульность, иерархичность, пространственная регулярность и единство числовых и геометрических пропорций [2].

В современных решениях единство числовых и геометрических пропорций не так часто используется, но правильные соотношения размеров здания могут послужить его более высокой энергоэффективности.

Пространственная регулярность в китайской архитектуре стремится к композиции «сыхэюань» – типовое планировочное решение традиционных застроек, при котором четыре здания помещаются фасадами внутрь по сторонам прямоугольного двора. Такая композиция является достаточно гибкой и легко приспосабливается к разным климатическим особенностям.

Иерархичность китайской архитектуры выражается в первую очередь в храмах и дворцах, но существуют современные интерпретации. Её можно проследить в жилых комплексах, где главную и значимую часть представляет жилая часть, а менее значимая и дополнительная общественная находится под ней. Ещё ниже необязательное решение, обычно в подвальном этаже находятся парковочные помещения.

Принцип модульности является самым сложным для реализации как в традиционной архитектуре, так и в современных решениях. Функциональная сложность, нормативные стандарты и различные особенности окружающей среды не позволяют выстроить точную модульную систему строительства. Возможность использования модульной архитектуры свидетельствует о высоком уровне строительного искусства [3]. Прекрасным примером модульных современных решений является НЕХ-

SYS система из шестиугольных ячеек, разработанная пекинской компанией Open Architecture [4].

Современная китайская архитектура сложна и многогранна. Она не только представляет инновационные решения в строительстве, но и показывает то, как можно переосмыслить традиционное зодчество. В статье рассмотрены приемы, выявляющие принципы современной китайской архитектуры, на которых формируют актуальные архитектурные решения. Выделенные принципы:

1. творческое переосмысление и заимствование традиционных решений;
2. модульный подход к проектированию;
3. иерархичность объемов и элементов;
4. пространственная регулярность;
5. единство числовых и геометрических пропорций.

Данные принципы китайской архитектуры отражают нынешние тенденции в строительстве и позволяют создать соответствующую современную методологию проектирования, применимую в том числе и в нашей стране.

Список источников

1. Прокопьева С.Н., Шевченко М.Ю. Анализ приемов интерпретации традиций в современной архитектуре Китая [Текст] / С.Н. Прокопьева, М.Ю. Шевченко // Современная архитектура мира. – М., 2020. – Вып. 1. – С. 185-213. – ISSN 2500-3445.
2. Шевченко М.Ю. Четыре принципа нормативной архитектуры Китая [Текст] / М.Ю. Шевченко // Academia. Архитектура и строительство. – М., 2021. – Вып. 2. – С. 74-82.
3. Шевченко М.Ю. Зарождение принципа модульности нормативной архитектуры Китая [Текст] / М.Ю. Шевченко // Архитектура: наследие, традиции и новации: материалы конф. – М., 2022. – С. 10.
4. Griffiths A. Open Architecture develops reconfigurable construction system of tessellating hexagons [Электронный ресурс] / A. Griffiths. – 2015. – Режим доступа: [www.url: https://www.dezeen.com/2015/11/16/open-architecture-develops-infinitely-reconfigurable-hex-sys-construction-modular-building-system-guangzhou-china/](https://www.dezeen.com/2015/11/16/open-architecture-develops-infinitely-reconfigurable-hex-sys-construction-modular-building-system-guangzhou-china/). – 05.04.2024

Медведева А.Д.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МЕТАБОЛИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ XX-XXI ВЕКА

Аннотация. В статье рассматривается возникновение и основные принципы японского архитектурного течения «Метаболизм». Представлены примеры зданий, выделены преимущества стиля и его актуальность в XXI веке.

Ключевые слова: метаболизм, динамика, экологичность, функциональность, целостность

Архитектура создает условия жизни людей, стремясь объединить практичность, внешний вид и потребности жителей. Яркий пример концепции, сочетающей в себе все эти критерии - архитектура метаболизма.

Архитектурное течение зародилось в 1960-х годах. После Второй мировой войны многие японские города были разрушены. Население росло, усиливалась проблема дефицита земли. Эти факторы ставили перед архитекторами задачу создания функциональных и экономичных построек. Японская группа, известная как «Метаболисты», предложила новый вид архитектуры, основанный на концепции зданий, способных меняться и обновляться вместе с потребностями общества.

Направление связано с японскими традициями. Основа метаболизма – идея постоянного обновления деревянных зданий. Она имеет глубокие исторические корни и считается важным элементом культуры. В зданиях этого стиля чаще всего используются круглые окна. Это также отсылка к японской традиционной архитектуре, они напоминают окна чайного домика.

Основателями метаболизма являются архитекторы Асада Такаси, Кикутакэ Киёнори, Курокава Кисё, критик Кавадзоэ Нобору, промышленный дизайнер Экуан Кэндзи и графический дизайнер Авадзу Киёси. Вскоре к ним присоединились архитекторы Маки Фумихико и Отака Масато.

Группа представляла архитектуру города как взаимосвязанную систему, схожую со строением живого организма. Из частей с длительным сроком службы формируется каркас, к которому присоединяются не-

долговечные и быстрее устаревающие модульные конструкции. Каждый из элементов можно заменить на аналогичный по мере необходимости, не нарушая целостности системы. Архитекторы считали, что принцип динамической изменчивости сделает города более адаптируемыми, позволит продлить и упростить эксплуатацию сооружений.

Развитие архитектуры метаболисты сопоставляли с саморазвивающимся органическим миром, его последовательно сменяющимися друг друга циклами. Элементы городского организма, на их взгляд, могут переживать процессы, аналогичные тем, которые происходят в живой природе: рождение, созревание, старение, смерть и перерождение (влияние буддизма и синтоизма).

Для метаболизма характерны незавершенность и открытость конструкций зданий с изменяющимся контекстом городской среды, подразумеваются её радикальные преобразования. Внимание акцентировано на пустоте, визуально незастроенном пространстве. Проектируемое здание не ограничивается созданием отдельного объекта, а разрабатывается вместе с окружающим пространством.



Центр печати и вещания Сидзуока, Токио

Одним из первых зданий, основанных на идеях метаболизма, стал центр печати и вещания Сидзуока – самый значимый проект японского архитектора Кензо Тангэ. Здание возведено в 1967 году в Токио. Узкий треугольный участок площадью 189 квадратных метров стал причиной разработки вертикальной конструкции, состоящей из инфраструктурного ядра и модульных блоков. Главный элемент представлял собой цилиндр диаметром 7,7 метра, высотой 57 метров. В нем располагается лестница, два лифта, кухня, санитарные узлы и проход к офисным помещениям в виде стеклянных и стальных блоков высотой 3,5 метра. В общей сложности были организованы 13 отдельных офисов и 5 групп из 2-3 модулей, асимметрично соединенных центральной балкой.

Спустя несколько лет, в 1972 году, была построена капсульная башня Накагин, спроектированная Кисё Курокава. Объект состоит из двух соединенных между собой бетонных башен высотой в 11 и 13 этажей, которые уходят вниз под землю на 25 метров. К ним прикреплены 140 капсул, поворачивающихся под разным углом вокруг оснований. Технология, разработанная Курокава, позволила устано-



Капсульная башня «Накагин», Токио

вить каждый блок с помощью 4 болтов высокого натяжения, что позволяет их заменять.

Строение было создано с целью размещения бизнесменов, людей, приезжающих из-за рубежа, которым нужно временное место для ночлега, а также для офисных работников. В этом здании архитектор отразил жизнь японца, его культуру и фантазии о футуристическом городе будущего. Башня Накагин стала самым узнаваемым примером воплощения «капсульной» архитектуры.

Преимущества метаболизма в архитектуре:

1. Возможность расширения и видоизменения, малая площадь застройки.
2. Экологичность и практичность (разделение элементов здания по сроку эксплуатации позволяет сократить затраты на строительство новых зданий, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду).
3. Участие человека и его изменяющихся потребностей в проектировании помещения.
4. Органичное взаимодействие с природой, возможность вписать архитектуру в сложный рельеф.

Метаболизм утратил свою популярность к концу XX века, однако многие его принципы остаются актуальны до сих пор. Архитекторы все ещё стремятся к созданию гибких устойчивых зданий, способных адаптироваться к меняющейся среде, используют подобные конструктивные решения, идею динамичного роста и развития городской среды, обращение к духовным традициям.

В настоящее время концепция метаболизма в архитектуре находит продолжение в технологии растущего дома. Он состоит из похожих модулей и имеет множество преимуществ над статичной застройкой. Растущий дом в XXI веке представляет собой уникальный подход к архитектуре, который объединяет устойчивое развитие, современные технологии и функциональность, создавая комфортное жилье.

Список источников

1. Гуляницкий Н.Ф. Теория метаболизма и архитектурная практика Японии. Т.3. -М.: Стройиздат, 1983
2. Иконников А.В. Архитектура XX в.: Утопии и реальность. -Т. 1. - М.: Прогресс - Традиция, 2001

Пушкарева В.С.

Научный руководитель: Иванов А.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОМОВ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ: БАЛАНС МЕЖДУ ЭСТЕТИКОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности строительства частных домов в условиях северного края России. На основе рассмотренной информации был спроектирован дом, имеющий комфортные условия проживания при низких температурах.*

***Ключевые слова:** частный дом, север, проектирование, архитектура, суровый климат, низкие температуры*

В условиях низких температур и долгой зимы строительство частных домов представляет особые вызовы и требует особого подхода. Крайний Север, где холодные климатические условия преобладают большую часть года, требует от строителей и архитекторов особенной внимательности к выбору материалов, технологий и дизайна [1].

Рассмотрим сложности, с которыми в первую очередь сталкиваются архитекторы и строители при возведении дома в суровых условиях:

1. Мёрзлый грунт — на таких грунтах существенно усложняются какие-либо работы, сложно и нецелесообразно устраивать ряд классических фундаментов. В таких случаях применяют строительство фундамента на сваях. К тому же, вечномёрзлые грунты нельзя подвергать разогреву, так как это приводит к их дестабилизации.

2. Низкие температуры воздуха — в таких условиях сложно выполнять «мокрые» строительные работы, поэтому их следует по максимуму исключить. Наиболее оптимальным вариантом является применение каркасной технологии строительства, которая позволяет возводить строения в короткие сроки. Чтобы в домах было возможно жить, они должны обладать высокой энергоэффективностью [2].

3. Значительные ветровые нагрузки — постройки должны быть прочными и надёжными, обладать хорошей аэродинамикой и быть обтекаемыми. Конструкции жилья должны быть без мостиков холода и сильных выступов.

4. Снеговые нагрузки — вносят свои коррективы в разработку конфигурации крыш, ориентацию жилых домов по сторонам света и розе ветров. Частично из-за снегопадов применяются особые методы разработки планировки помещений в домах. Применяются разные виды крыш, в основном преобладают скатные. Плоские крыши пока мало популярны в таких регионах.

5. Низкая влажность воздуха — без принятия каких-либо мер отрицательно сказывается на микроклимате в жилых помещениях.

6. Короткий световой день — в целях экономии энергоресурсов и сокращения расходов на коммунальные услуги необходимо делать упор на повышение эффективности естественного освещения помещений. Требуется учитывать стороны света и выводить больше окон на сторону, где солнце светит большую часть времени. Также в таких случаях допускается панорамное остекление для наибольшего освещения помещений.

7. Повышенные требования к материалам — строительные и отделочные материалы должны быть рассчитаны на долгосрочную эксплуатацию при низких температурах воздуха, значительных ветровых и снеговых нагрузках. Такой материал должен быть высокого качества, при этом встает вопрос о стоимости материала и строительства всего дома.

Учитывая вышеперечисленные сложности при строительстве частных домов на севере России, был разработан проект дома, отвечающего необходимым требованиям не только для долговечности здания, но и для комфортного проживания в нём. Фундамент выбран свайный для предупреждения промерзания нижней части здания и преждевременного обрушения ввиду непредсказуемости грунта. В плане дом представляет прямоугольник без сильно выступающих конструкций. Необходимо, чтобы форма была обтекаемой из-за сильных потоков ветра и обильных снегопадов большую часть времени в году. Крыша выбрана плоская с низким парапетом для лучшей обдуваемости снеговых покровов.

Важно обратить внимание на фасад. Было принято решение сделать его ярким и выразительным, так как в северных регионах преобладает облачная и пасмурная погода. Яркие цвета благоприятно влияют на психологическое состояние и настроение человека. В условиях вечной мерзлоты людям хочется видеть больше цвета, ярких пятен, что и было реализовано в отделке дома. Гармоничное сочетание цветов поможет создать оригинальный и запоминающийся образ жилого дома [3].



Рис. 1. Проект частного дома, спроектированного для северных регионов России

Строительство частных домов в условиях низких температур и долгой зимы представляет особые вызовы, которые требуют специального подхода и внимательного планирования. Важно учитывать климатические особенности региона, выбирать подходящие материалы, технологии и дизайн, чтобы обеспечить комфортное проживание в экстремальных условиях. Оптимальное сочетание изоляции, энергоэффективности, устойчивости к морозам и эстетики поможет создать дом, который будет не только теплым и уютным, но и долговечным и функциональным. Важно также учитывать индивидуальные потребности и предпочтения заказчика, чтобы создать дом, который будет идеально соответствовать его желаниям и потребностям. Все эти аспекты важны для успешного строительства и обеспечения комфортной жизни в условиях сурового климата.

Список источников

1. Михайлов А.С., Рябчиков И.А., Киреев А.Н. Строительство и эксплуатация объектов в условиях Крайнего Севера. Москва: Издательство «Стройиздат», 2018.
2. Научные и технологические основы высокоскоростных энергоэффективных строительных систем в условиях крайнего севера / Бадьин Г.М., Сычёв С.А. // Сборник научных трудов РААСН — 2020 — Т. 2. — С. 20–31
3. Конструктивные особенности модульных зданий / В.С. Широков // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 3

Столбушинская П.В.

Научный руководитель: Осокина В.А.

Поволжский государственный технологический университет

МЕТОД ИНТЕГРИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ В ЛАНДШАФТНУЮ СРЕДУ

***Аннотация.** Интеграция современной архитектуры в ландшафтные пространства - важный аспект градостроительства. Архитекторы стараются создать проекты, которые гармонично сочетаются с окружающей средой и учитывают потребности местного населения.*

***Ключевые слова:** ландшафтная среда, архитектура, современная архитектура, интеграция*

Интеграция современной архитектуры в ландшафтные пространства является важным аспектом современного градостроительства. Этот процесс требует гармоничного слияния современных архитектурных форм и природного окружения для создания уникальных и привлекательных мест для проживания и отдыха. В данной статье рассмотрим основные методы и техники интегрирования архитектуры в ландшафт, а также рассмотрим проблемы и вызовы, стоящие перед этим процессом.

Связь между современной архитектурой и ландшафтной средой.

Развитие концепции интеграции архитектуры и ландшафта имеет длинную историю, начиная с древних времен и продолжаясь до современности. Сегодня все больше архитекторов стремятся к созданию проектов, которые не только отличаются стилистической оригинальностью, но и органично вписываются в природное окружение. Важно учитывать принципы гармонии форм, цветов и пространств для того, чтобы архитектура сочеталась с окружающим ландшафтом.

Методы и техники интегрирования архитектуры в ландшафт.

Для успешной интеграции современной архитектуры в ландшафт необходимо учитывать природные источники вдохновения. Это может быть форма горных вершин, текстура древесины или оттенки морской волны. Примером успешной интеграции архитектуры и ландшафта может служить проект использования натуральных материалов и местных традиций в строительстве. Современные технологии, такие как зеленые крыши, водные элементы и экологически чистые материалы, также играют важную роль в процессе интеграции.

Проблемы и вызовы в интеграции архитектуры в ландшафт.

Одной из основных проблем интеграции современной архитектуры в ландшафт является уважение к окружающей природе и бережное отноше-

ние к экосистеме. Существенное влияние на успешность интеграции оказывают социокультурные факторы, включая принятие проекта местным населением с учетом его потребностей.

Методами интегрирования современной архитектуры в ландшафтную среду я пользовалась при создании жилого дома средней этажности, стараясь повторить природные формы и подчеркнуть особенности места проектируемого объекта. Дом проектировался в районе реки Малая Кокшага. Применение гексагональной сетки продиктовано формой русла реки. Эта сетка позволяет максимально подчеркнуть и обыграть живописность данного места, не нарушая сложившуюся экосистему этой местности. Был предложен план жилого дома, который может меняться в зависимости от рельефа. Возможные вариации формы плана создают живописную застройку, которая удачно интегрируется в ландшафтную среду и позволяет сохранить существующую растительность территории. Переменная этажность позволяет сделать силуэтное решение участка интересным и соответствующим данной местности.

Заключение.

Интегрирование современной архитектуры в ландшафт – это важный процесс, ориентированный на создание уникальных и гармоничных пространств. Методы интеграции должны учитывать природные особенности и традиции местности, а также поддерживать экологическую устойчивость и уникальность местного ландшафта. Дальнейшие исследования и практическая реализация интеграции помогут создать привлекательные и функциональные архитектурные объекты, сливающиеся с окружающим миром.



Рис. 1. эскизный генплан жилого дома

Список источников

1. "Landscape Architecture: A Very Short Introduction" Ian Thompson
2. Мингазова 3.3. ИНТЕГРАЦИЯ ЛАНДШАФТА В СТРУКТУРУ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЪЕКТА // Вестник магистратуры. 2021. №9-2 (120). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-landshafta-v-strukturu-arhitekturnogo-obekta> (дата обращения: 02.04.2024).
3. "The Landscape Urbanism Reader" Charles Waldheim
4. "Interactions: Contemporary Architectural Environments" Rick Joy

Токарева С.Е.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АДАПТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ АРХИТЕКТУРЫ К ПОТРЕБНОСТЯМ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Аннотация. 21 век – век технологий, люди стараются быть толерантными друг к другу и придумывают различные решения для создания красоты и удобства. Существует множество нормативных документов для благоустройства жилых и общественных зданий в помощь маломобильным группам людей. Однако, несмотря на это, на улицах города можно встретить неудобные планировочные решения: неправильно расположенные пандусы, неудобные двери с высокими порогами, некрасивое оформление навигационной системы для слепых людей или вовсе его отсутствие. Всё это можно встретить даже в медицинских учреждениях.

Ключевые слова: маломобильные группы, нормативные документы, доступность зданий

По статистике 650 миллионов человек являются инвалидами, что составляет около 10 процентов населения в мире. Они представляют собой самую многочисленную группу меньшинств.

По последним данным Всемирной организации здравоохранения в мире проживает около 36 миллионов незрячих граждан и 217 миллионов людей, имеющих ограничения по зрению:

- 81% ослепших людей составляют граждане в возрасте старше 50 лет.
- 80% выявленных случаев нарушения зрения поддаются лечению, и только 20% – не поддаются.
- 90% граждан, испытывающих проблемы со зрением, проживают в развивающихся странах и не получают необходимого лечения. 1,4 миллиона детей в мире страдают абсолютной слепотой и еще 18 миллионов страдают от разных проблем со зрением.

Данные исследований «Глобальное бремя болезней» (ГБВ) говорят о том, что примерно 1,71 миллиарда человек в мире страдают от нарушений и болезней костно-мышечной системы.

Лифты, пандусы, навигационные системы для слепых, комнаты для матерей, с/у для инвалидов и т.д. – всё это является средством для обеспечения комфорта маломобильных групп населения. Их необходимо учитывать при обустройстве городской среды и формировании архитектурного облика в целом.

Каковы причины отсутствия средств обеспечения для МНГ? Их различное множество: недостаточное финансирование, отсутствие должной квалификации у строителей, халатное отношение к проекту со стороны застройщиков и архитекторов, дешёвые материалы и т.д. Архитектура меняется каждый день: люди придумывают новые формы и способы их строительства. Это помогает облегчить работу над объектом. Несмотря на обязательные государственные требования по проектированию зданий для МГН, проектировщики на стадии создания проекта упрощают себе работу: они увеличивают углы пандусов, неправильно подбирают двери и добавляют множество выступающих элементов при декорировании интерьера т.п.

Одним из главных признаков отсутствия системы для МГН – порча ею внешнего облика здания, устройство подъёмников на этажи. Сделать красивое оформление объекта и одновременно соблюдать нормы очень тяжело, из-за чего предпочитают отказаться от этих конструкций для инвалидов.

Какие главные правила для адаптации объектов для инвалидов? Норм и документов очень много, но вот главные аспекты из них:

- Всё должно соответствовать нормам СП59.13330.
- Пандус должен быть оснащён поручнями, с правильным углом.
- Двери не должны затруднять передвижение для человека на коляске.
- В помещениях должны быть предусмотрены места для инвалидов.
- В жилых зданиях мебель должна быть определённого размера.
- Элементы декора не должны сильно выпирать наружу.
- В общественных зданиях должны быть базовые знаки и простая навигация для слепых.
- Коридоры, комнаты, с/у и т.д. – все помещения по площади должны быть кратны коляске (должен учитываться также и свободный разворот коляски на 180°).
- Эвакуационные пути и выходы должны быть обустроены для всех видов МНГ.

Заключение:

Отсутствие должной адаптации для маломобильных групп людей – проблема социального характера. Архитекторы и застройщики закрывают на это глаза и облегчают работу над проектом. Конструкции для инвалидов часто обдумывают лишь в конце всей работы над объектом, когда уже трудно что-то изменить.

Человечество справится с данной проблемой, если больше времени будет выделяться адаптации сооружений для МГН. Не менее важным аспектом является контроль за работой над объектом, чтобы проектировщики не упрощали стандарты, прописанные в правилах.

Архитектура тесно связана с обществом, поэтому не может оставаться в стороне от такой серьёзной проблемы.

Список источников

1. Свод правил СП59.13330.2020
2. Свод правил СНиП 35-01-2001
3. Шерстникова Т.А. Особенности адаптации маломобильных групп граждан в городской среде. Казань: Молодой учёный, 2012 год. 209 с.

УДК 316.65

Черных Ю.А.

Научный руководитель: Нестерова И.М., доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ГОРОДА КАЗАНЬ С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ РЕДЕВЕЛОПМЕНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН

***Аннотация.** Данная работа посвящена исследованию бывших промышленных зон г. Казань с целью определения наиболее благоприятной территории для разработки концепции градостроительного развития бывших промышленных объектов под социально – значимые научно-технологические комплексы. Полученные выводы отражают существующие проблемы и отражают вектор их решения - развитие депрессивных районов города.*

***Ключевые слова:** технопарк, редевелопмент, реновация, промышленные зоны, анализ*

Реновация подразумевает процесс адаптивного формирования застроенных территорий, в котором изменяются функциональные назна-

чения объектов или территорий, соответствующие современным условиям жизни.

В настоящее время перспективным подходом является редевелопмент промышленных территорий и адаптация их под необходимые нужды. По мере того, как увядающая территория промышленных объектов теряет свою первоначальную функцию, модернизация может дать им новую жизнь. Сегодня этот современный подход называют методом реновации, в результате которого запустелые территории получают новые функции, и, вместо простаивания, они начинают нести экономическую выгоду городу.

С появлением высокотехнологичного и инновационного производства город постепенно превращается в административный и деловой центр, и, соответственно, смысловыми доминантами города становятся технологически продвинутые объекты. И тогда появляется новая функция для промышленных зон - быстро развивающиеся научно-технологические комплексы. Казань, как стремительно развивающийся город, испытывает проблему освоения и оптимизации использования старых промышленных зон, расположенных, как правило, в центральных районах города, подлежащих градостроительному преобразованию и смене производственного характера использования. На основе полученной в ходе исследования схемы малоиспользуемых территорий города Казани (Рис. 1) были выявлены следующие перспективные пост-промышленные зоны для проектирования: Портовая, Вознесенский тракт, ул. Тульская, ул. Толстого, Компрессорный, Тэцевская Северный вокзал, Печищи. (Табл.1).

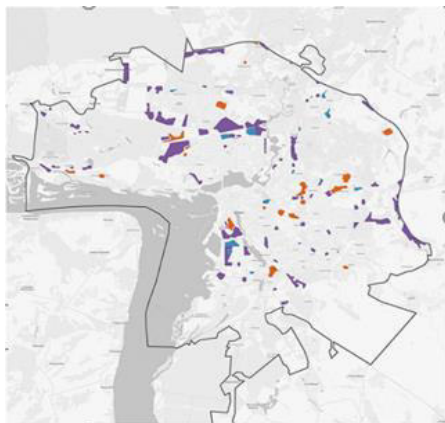


Рис. 1. Схема малоиспользуемых промышленных территорий г. Казань

Таблица 1. Анализ перспективных для редевелопмента постпромышленных территорий г. Казань

	Положение в городе	Масштаб	Отраслевая типология	Социальный аспект
1. Портовая	центральная часть города	промышленное предприятие	логистическая	депрессивная городская среда, увеличение границ активного города, девастация объекта.
2. Вознесенский тракт	в пределах активного города	промышленный район	тяжелая промышленность, металлургия, производство энергии	депрессивная городская среда, увеличение границ активного города, девастация объекта
3. ул. Тульская	в пределах активного города	промышленный район	тяжелая промышленность, металлургия, производство энергии	депрессивная городская среда, увеличение границ активного города, девастация объекта
4. ул. Толстого	исторический центр	промышленное предприятие	тяжелая промышленность, металлургия, производство энергии	депрессивная городская среда, девастация объекта.
5. Компрессорный	в пределах активного города	промышленный район	тяжелая промышленность, металлургия, производство энергии	депрессивная городская среда, увеличение границ
6. Тэцевская северный вокзал	в пределах активного города	промышленный район	тяжелая промышленность, металлургия, производство энергии	депрессивная городская среда, увеличение границ активного города, девастация объекта
7. Печищи	за пределами активного города	промышленное предприятие	производство продуктов питания	девастация объекта.

При формировании общей программы развития данного направления в городе, реорганизация промышленных территорий может дать мощный импульс для развития центральных и исторически значимых районов г. Казани, формируя новые деловые и жилые зоны, одновременно преобразуя вид исторически сложившихся промышленных зон города.

Список источников

1. Копыченко Г.С., Пространственное развитие и градостроительная политика на территориях интенсивного научно-технологического развития // ИСИЭЗ НИУ Высшая школа экономики., 2016г
2. Фролов И.Э. Возможности и проблемы модернизации российского высокотехнологического комплекса // Проблемы прогнозирования. 2011.

УДК 72.013

Чуйкова Д.В.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

БИОНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА: АНАЛОГИ ПРИРОДНЫХ ФОРМ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация. В статье приведен краткий обзор на бионическую архитектуру, также рассмотрен метод бионического конструирования на примере проектирования выставочного павильона.

Ключевые слова: бионика, природные формы, архитектура будущего, гармония

Актуальность темы связана, прежде всего, с необходимостью развивать бионический стиль. Основано это на том, что в нынешнее время общество стремится жить в гармонии с природой.

Целью данной статьи является рассмотрение мирового опыта проектирования зданий и сооружений, идеи создания которых были заимствованы у природы, перспективы строительства таких зданий.

Бионика происходит от греческого слова, означающего «элемент жизни». Это послужило основой названия направления в науке, занимающегося изучением возможности использования в технике определённых биологических систем и процессов. Мировые архитекторы: Норман Фостер, Сантьяго Калатрава, Винсент Каллебо, Кен Янг, Фрэнк Гери, Фрей Отто, Заха Хадид создавали сооружения в бионическом стиле. На протяжении всей истории архитекторы изучали мир природы, чтобы черпать вдохновение в природных формах и в следствии создать искусственную среду обитания, или решать строительные проблемы. Это помогло им создать великолепные произведения архитектуры. Эйфелева башня в Париже является примером архитектурной бионики. Структура этой конструкции повторяет строение большой берцовой кости человека. Костная ткань представляет собой пористую структуру. Таким образом, башня представляет собой ажурную стальную конструкцию, которая обладает прочностью и лёгкостью для визуального восприятия.

В направлении архитектурной бионики работали, в том числе архитекторы и в России. Один из первых, кто выступил с идеей архитектурной бионики в СССР архитектор Ю.С. Лебедев. В своих статьях он писал: *«Архитектурная бионика может превратиться и в сильное средство, с помощью которого будут решаться различные важные задачи архитектуры. Бионика может оказать сильное влияние на архитектуру — ее формы, функциональные решения, гармонию форм.»*

Природа подсказывает архитекторам гармоничное сочетание архитектурных элементов, что позволяет им создавать самые необычные сооружения. Они просто поражают своей красотой и необычными формами. Бионическая архитектура обращена к человеку, внутреннее пространство такого здания положительно влияет на самочувствие, настроение человека, раскрывает его творческие способности. Бионика в архитектуре — это поиск формы по законам образования живых тканей, это имитация природных форм при помощи архитектуры.

С развитием строительных технологий и появлением новых материалов тенденция заимствования архитектурных форм у природы приобрела новую значимость, проявившись с необычной силой в стилистике современных зданий и сооружений

Возможность применения природных форм в архитектуре, их красота и целесообразность привели меня к идеи создать здание выставочно-го павильона в этом стиле. В основу формы объекта положена аналогия с морской ракушкой. Я старалась сохранить истинную форму ракушки, но также изменить объём, для устойчивости конструкции и комфортного

пробывания людей в здании. Внешний вид морской раковины натолкнул меня на идею создать террасу, подвешенную вантами. Применение принципов вантовой конструкции в архитектуре позволяет создавать легкие и прочные сооружения, способные эффективно распределять нагрузки. Благодаря этому такие конструкции могут быть использованы для строительства мостов, высотных зданий и других сооружений. В проекте применены экологически чистые материалы – камень, легкий пористый бетон, металл.

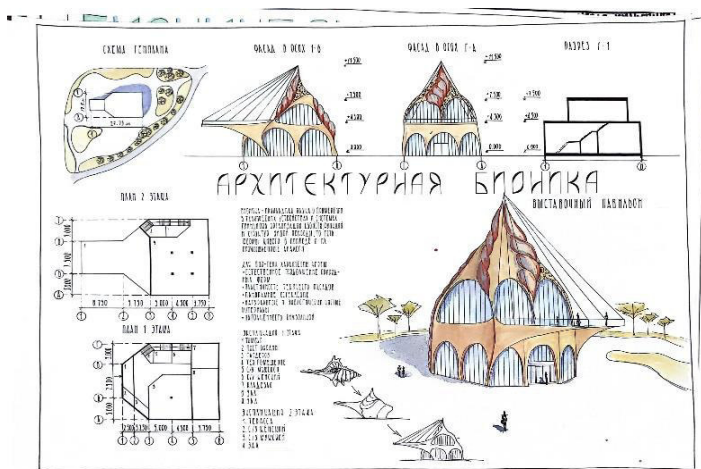


Рис. 1. Клаузура «Архитектурная бионика. Выставочный павильон»

Таким образом, стиль архитектурной бионики – это прекрасная возможность на основе увиденных интересных форм в природе, анализа их, создавать интересные архитектурные образы. Самое главное, что гармония красота и целесообразность природных форм – поистине неисчерпаемый источник средств гармонизации окружающей среды.

Список источников

1. Лебедев Ю.С. Бионика и город будущего. 1973.
2. Iuliana Durnova, Marina Sachinhi Fernando Bionic architecture. 2022. – 31 с.
3. Yaqi Wang, Yixuan Liu Natural Building - Reflections on Bionic Architectural Design. 2021. – 5 с.

Чуйкова Д.В., Ефремова Г.Г., Ятманова А.В., Федотова К.В.

Научный руководитель: Смирнова С.Н., доцент

Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ ЖИЛИЩ В СУБТРОПИЧЕСКОМ КЛИМАТИЧЕСКОМ ПОЯСЕ

***Аннотация.** В статье рассмотрены различные традиционные жилища, расположенные в субтропическом климате и уникальность их конструкций в зависимости от местоположения.*

***Ключевые слова:** климат, жилище, строительные материалы, конструкции*

Субтропики, или субтропические пояса, — природные пояса и климатические зоны Земли, расположенные в Северном и Южном полушариях между находящимися у экватора тропиками и умеренными широтами, то есть примерно между 30° и 40° северной и южной широты.

Конструкции, предназначенные для субтропического климата, требуют особого внимания к выбору материалов и архитектурных решений, направленных на обеспечение комфортных условий пребывания людей при высоких температурах и влажности. Следует также учитывать важность обилия окон и дверей для обеспечения хорошей вентиляции и естественного освещения, создание тенистых дворов и садов для уменьшения тепловой нагрузки на здание, а также защиту от ураганов и сильных ветров. Для этого могут применяться специальные железобетонные конструкции и укрепленные стекла.

Распространенными материалами являются бетон, кирпич, керамические блоки, а также различные виды древесины, которые обладают высокой стойкостью к влажности и гниению. Также важно использование изоляционных и защитных материалов. Для кровли часто выбирают материалы, устойчивые к влажности и высоким температурам.

Наиболее подходящей формой дома в таких условиях будет являться одноэтажный или двухэтажный дом с плоской крышей или крышей с небольшим уклоном.

Трулло — традиционный дом, сооруженный методом сухой кладки, с конической крышей. Труллы построены из известняковых валунов, собранных в окрестностях. В качестве несущей стены часто используется

монолитная скала, с которой предварительно снимается слой чернозема. Есть небольшие окна, камин, печи и альковы «утоплены» в толщу стен. Крыши – двухслойные, они герметичные и защищают от дождей. Все дома оснащены специальными желобами для сбора дождевой воды.

Пальясо – вид жилища в Галисии (северо-запад Пиренейского полуострова), использовался до 1970-х годов. По кругу диаметром 10-20 метров выкладывали каменную стену, оставляя проёмы для входной двери и маленьких окон, поверх на деревянном каркасе ставили конусообразную крышу из соломы. Иногда в больших пальясо устраивались две комнаты: одна – жилая, вторая – для скота.

Сакля – монументальное каменное сооружение жителей Кавказа, а также деревянный дом в Крыму. В Крымских горах это небольшой дом из дерева, глины, керамического или саманного кирпича, с плоской крышей, обычно без окон, с земляным полом и очагом посреди помещения. Часто располагались на горных склонах в виде террас, примыкая вплотную один к другому. Так крыша нижестоящего здания часто являлась полом или двором вышестоящего. Кавказские сакли нередко многоэтажные, каменные, с многочисленными бойницами представляли собой комфортное жилище и надежную крепость в случае опасности.

Минка — традиционный японский дом или традиционный дом японских простолудинов (Рис. 1). Важной отличительной чертой является крыша, которая может быть разных типов. Минка славятся прочностью конструкции, и несмотря на то, что в Японии часты землетрясения, они сохранились повсюду.

Исходя из вышесказанной информации вычислим расчетный показатель компактности зданий для каждого традиционного жилища.

$$K_e^{des} = A_e^{sum} / V [1]$$

- коэффициент компактности здания

A_e – площадь поверхности

V - отапливаемый объем

Трулло. В объеме имеет форму цилиндра, увенчанного конусом. Размеры: цилиндра – $h = 2,5$ м, $r = 1,5$ м; конуса – $h = 2$ м, $r = 1,5$ м.

$$K_e^{des} = 6,3$$

Пальясо. В объеме имеет форму цилиндра, увенчанного конусом. Размеры: цилиндра – $h = 1,5$ м, $r = 4$ м; конуса – $h = 2$ м, $r = 4,5$ м.

$$K_e^{des} = 1,03$$

Сакля. В объеме имеет форму параллелепипеда с размерами $h=2,5$ м, $a=4$ м, $b=4$ м.

$$K_c^{\text{des}} = 1,8$$

Минка. В объеме имеет форму двух стоящих друг на друге кубов. Размеры каждого куба: $h=3$ м, $a=9,7$ м, $b=11,7$ м.

$$K_c^{\text{des}} = 1,04$$



Рис.1. Макет. Минка. Традиционное жилище Японии
Выполнили студенты Ефремова Г.Г., Ятманова А.В., Чуйкова Д.В.,
Федотова К.В. 2024 год.

Таким образом, вид традиционных жилищ человека зависит от климата, доступных природных материалов, умений человека и орудий труда. И как показывают расчеты, традиционное жилище строго держится в современных рамках энергоэффективности. Анализ значений коэффициентов компактности традиционного жилища позволяет сделать вывод о том, что структура жилища должна быть рациональной и компактной исходя из условий конкретного климатического пояса и местоположения.

Список источников

1. Смирнова С.Н. Градостроительные принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных зданий/ Учебное пособие ПГТУ, 2023. – 88с.

Чуприна А.Е.

Научный руководитель: Осокина В.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПОЧЕМУ СТАРЫЕ ЗДАНИЯ РАДУЮТ ГЛАЗ?

Аннотация. Для гармоничного здания необходимо учитывать ряд важных правил при проектировании.

Ключевые слова: классицизм, декоративные элементы, архитектура

Прогуливаясь по городу, замечали ли вы, что некоторые здания хочется разглядеть получше, в то время как другие могут отталкивать. Почему именно исторические сооружения приятны глазу? Существует ли тайна красивого фасада? Для того чтобы идея стала более понятной, я рассмотрела два здания в городе Йошкар-Оле.



Рис. 1

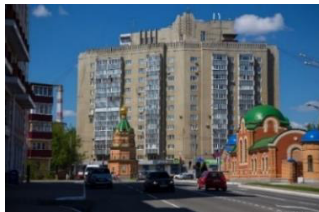


Рис. 2

Марийский Республиканский колледж культуры и искусств им. И.С. Палантая построен в 1960 г. Автор проекта музыкального училища С. Тамбиева не поскупилась на скульптурные украшения, подчеркнув назначение здания изображениями театральных масок (рис. 1). Жилой дом на улице Перvomайская, 166 построен в 1990-х годах. Здание подавляет своей массой, скучная однообразная архитектура, также отсутствие архитектурных элементов (рис. 2).

Почему одно здание хочется разглядывать, всматриваться в отдельные элементы, а другое нет? В XV столетии зодчие-итальянцы начали осваивать античное наследие, а в следующем веке написали классические учебники (Палладио, Виньола), в которых объяснялось, «как строить красивый фасад». Эту теорию знали все архитекторы до первой по-

ловины XX века. Обратимся к классицизму. *Классицизм* (от лат. classicus — образцовый) — художественный стиль и эстетическое направление в европейском искусстве и архитектуре XVII—XIX вв. Задача классицизма – стремление к простоте, строгости, и в то же время к гармонии и совершенству.

Для здания этого стиля недостаточно взять простую архитектурную форму, необходимо стремиться к ясности и простоте, проявляющуюся в симметрии, тектоничности композиции. Для проектирования гармоничного здания, необходимы декоративные элементы: горизонтальные и вертикальные членения. Делить стену необходимо для того, чтобы фасад не подавлял человека, и здание было уютным. Иногда на первый взгляд, фасад кажется сложным, с роскошью отделанным. Однако отдельные детали чрезвычайно просты.

В качестве примера рассмотрим здание музыкального училища.

Самые большие «архитектурные излишества» – это декоративные трапециевидные маски под окнами третьего этажа и очень скромный фриз. Благодаря, грамотно разбитому на части фасаду проявляется ощущение роскоши. Это горизонтальные и вертикальные полосы (межэтажный карниз) и мелкие членения (руст)- фасад разнообразный (рис. 3).

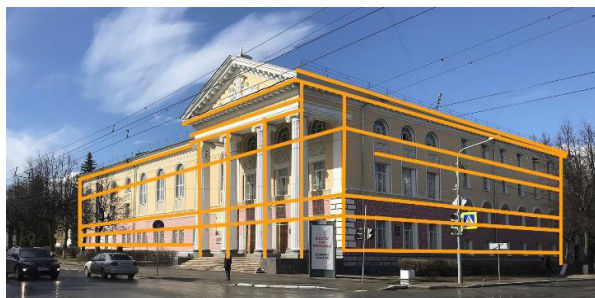


Рис. 3

Виртуальные и обычные колонны, правило троичного членения также присутствует на фасаде здания. Ордер делится на три части: база, колонна, антаблемент. Композиционная схема ордена также присутствует на фасаде по-прежнему акцентируются три части: цоколь (база), стена (колонна), карниз (антаблемент).

Между высотой трех частей фасада соблюдали определенные пропорции, чтобы весь дом смотрелся гармонично. У современных домов также есть крыша и подвал, но чаще всего они не декорируются. *Симметрия* - является основой для классицизма. Фасад училища абсолютно

симметричен: дверь, труба. У симметричной композиции почти всегда имеется выделенный центр, который делится на две не только по горизонтали, но и по вертикали: получаем центр и два крыла. Середина нашего здания обозначена небольшим выступом с капителями ионического ордена с желобками-каннелюрами, декоративным оформлением фронтов.

Детали делаются легче от нижних к верхним этажам. Стенной декор, колонны и т. п. становятся более «легким» и изящным на следующих этажах. Поэтому старые здания кажутся внушительными, прочными и гармоничными. *Правило вертикальных осей.* Окна и вертикальные членения стен образуют оси. Одно окно должно находиться в точности над другим- классическое правило. Мы видим, что не только окна разных этажей находятся на одной линии, но и двери, декоративные маски, участки фриза соответствуют оконным проемам.

Фасад здания пронизан «сквозными рифмами». Мы видим и глубокую симметрию, и глубокое разнообразие.

Тайна красивого фасада заключается в использовании простых, но очень важных правил: вертикальных осей, горизонтальных осей, симметрии, иерархии этажей, троичного членения, крупных членениях фасада. Эти основы найдены зодчими путем проб и ошибок и завязаны на человеческую психологию, на законы зрительного восприятия.

Список источников

1. Згурская М.П., Лавриенко Н.Е. Архитектурные стили. Харьков: Фолио, 2013. 153 с.
2. Хассал Э., Харвуд Дж., Бойл Д., Современная архитектура. Москва: Арт-родник, 2010. 128 с.

Щеглова М.И.

Научный руководитель: Кожина М.В., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

***Аннотация.** Представлены тенденции и закономерности развития городской промышленной архитектуры, принципы архитектурного проектирования современных производственных объектов в городской среде, приемы социальной адаптации современных промышленных объектов.*

***Ключевые слова:** архитектура, проектирование, промышленный объект*

Решение вопросов, связанных с размещением современных производств на городской территории со сложившейся инженерной и социальной инфраструктурой и с наличием необходимых ресурсов квалифицированной рабочей силы, представляет актуальную задачу современной архитектуры. Проектирование новых и реконструкция существующих производственных объектов в городах с учетом особенности их архитектурно-пространственной организации, должно соответствовать современным требованиям городской среды и обеспечивать обоюдные интересы развития города и производства.

В данной работе проведен обзор общих тенденций и основных закономерностей развития городской промышленной архитектуры, принципов архитектурного проектирования современных и перспективных производственных объектов в городской среде, приемов социальной адаптации современных промышленных объектов.

Современная городская среда представляет собой сложную структуру, предполагающую многовариативность возможных решений по внедрению в нее производственной деятельности. Основными направлениями развития промышленности, оптимальной для интеграции в городскую среду, являются:

1. организация инновационной производственной деятельности в форме городских технопарков и индустриальных парков с большим

объемом конструктивных разработок, с разнообразием сложных технических операций, с наличием высококвалифицированной рабочей силы;

2. создание производств по изготовлению индивидуальной продукции, максимально соответствующей требованиям заказчика;

3. создание микропроизводств, ориентированных на выпуск небольших партий товаров или изготовление авторской продукции;

4. развитие этнокультурной промышленности, направленной на изготовление исторической региональной продукции;

5. создание производств, направленных на обслуживание города, в том числе в области переработки мусора, очистки сточных вод и другие.

При проектировании производств в условиях городской среды должны учитываться целый ряд факторов, среди которых градостроительные и природно-климатические условия участка строительства (сырьевой, транспортный, потребительский, кадровый, топливно-энергетический и совокупность природно-климатических факторов), а также факторы, связанные с внутренним устройством производства (требуемые габариты и площади, этажность зданий, особенности пространственной организации технологических процессов, необходимость наличия и размеров санитарно-защитной зоны, необходимое инженерно-техническое обеспечение, возможность и целесообразность кооперации производства с непроизводственными структурами, в том числе объективная необходимость, связанная с функционально-технологическим процессом производства, экономическая рациональность multifunctional использования пространства, повышение открытости проектируемого объекта).

Кроме того, необходимо учитывать, что эволюция технологий, методов и средств производственной деятельности влияет на развитие промышленной архитектуры и в настоящее время становится важным учитывать следующие особенности современного производственного процесса:

- организация производства по принципам устойчивого развития как экономически целесообразного и экологически безопасного объекта;
- экономичное использование ресурсов и материалов, масштабирование организации безотходного производства;
- внедрение эффективных систем энергообеспечения с использованием возобновляемых источников энергии;
- включение производственных объектов в единую городскую структуру, объединяющую коммуникативные, транспортные и энергетические потоки;

- увеличение значимости наукоемких и небольших региональных производств, ориентированных на выпуск авторских и брендовых изделий или товаров местного производства.

При разработке стратегий городского развития путем интеграции производственных объектов в среду современного города должны учитываться следующие принципы проектирования производственных структур: функционально-типологическое разнообразие, компактность застройки, архитектурно-художественная выразительность, открытость и демократичность, адаптивность, экологичность, энергоэффективность.

Для объемно-пространственного формирования производства как уникального архитектурного объекта и элемента территориальной организации городской среды, отвечающего современным стандартам качества, могут быть использованы следующие архитектурные приемы социальной адаптации промышленных объектов:

- объединение в едином архитектурно-планировочном решении производственных площадей с объектами общественных функций (торговыми и выставочными зонами; спортивными сооружениями; научно-исследовательскими центрами и т.д.);
- проектирование производства как городского арт-объекта, когда промышленный объект становится значимым элементом среды, выступает в качестве архитектурной доминанты;
- создание аттрактивных производств с использованием в качестве элемента рекламы выпускаемой продукции непосредственно архитектуры производственного здания;
- музеефикация производственных объектов, которая подразумевает сохранение производства в качестве важного исторического и культурного элемента;
- проектирование производственного здания как части окружающей среды, элемента ландшафта.

Ятманова А.В.

Научный руководитель: Осокина В.А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ФИДЖИТАЛ-ЦЕНТР: СИМБИОЗ ЦИФРОВОГО И СПОРТИВНОГО МИРА

***Аннотация.** В данной статье рассматривается архитектура будущего как новая концепция строительства. Примером такого сооружения является проект, в котором представлен симбиоз спорта и виртуальности.*

***Ключевые слова:** архитектура, виртуальность, киберспорт, будущее, фиджитал-центр, пространство*

Данная статья написана с целью определить какое может быть будущее в архитектуре на примере проекта.

Будущее не будет понятным никогда, мы не узнаем, чем будет жить мир через 10-100 лет. Ничто не долговечно в этом мире. Но мы (архитекторы) можем создать то, чем люди могут пользоваться десятилетиями. Архитектура связывает людей. Она им помогает собраться в одном месте и поделиться своими чувствами и эмоциями. Архитектура перестала быть такой урбанистической, как была 10, 100 лет назад. Это уже не спектакль на площади или в гостиной, не улица с магазинами, не столик в кафе на бульваре. Это сеть, интернет. Именно там люди научились в невиданных масштабах делиться друг с другом, вместе переживать и чувствовать. Вернее — это та же площадь, улица, парк, кафе, но плюс сеть. Когда вы обнаруживаете, что люди сидят вместе на траве в парке, десятки людей, каждый уставившись в свой смартфон, и говорите, что это идиотизм, бред, зачем они собираются, чтобы быть в одиночестве, — то это высказывание из той же парадигмы, что зачем тебе это еще, если уже есть. Нет, это и есть будущее. Они собираются, чтобы вместе испытать ощущения вовлеченности во всемирную сеть.

Архитектура — это оформление места перехода из онлайн в офлайн и обратно. Это и есть ее будущее. Но это не значит, что она должна быть скучной и придерживаться модернистских истин. За диктатом модернизма скрывается нечто иное — возможно, все еще развивающаяся

пост эстетическая реальность поворота для всех, кто вовлечен в мир дизайна и, следовательно, в архитектуру окружающего мира [2].

Архитектура тесно связана с виртуальностью, объединяя воображение и реальность. Виртуальный мир со своим искусственным окружением меняет наше представление об архитектуре, способствуя появлению новых стилей, где организация пространства осуществляется с применением техник и средств виртуальной реальности [1].

Одним из таких примеров архитектуры являются фиджитал-центры. Такие площадки предлагают уникальные возможности для спортсменов и любителей заниматься физическими упражнениями, используя инновационные цифровые инструменты. Помимо спортивных залов и игровых зон, здесь также есть секции для занятий киберспортом.

Архитектура фиджитал-центра, я считаю, должна быть необычной, придерживаться нелинейной геометрии, основываться на природных формах, так как люди теряют свою чувствительность и жизненную силу среди архитектуры прямых углов и пространств.

Я представляю концепт архитектурного проекта фиджитал-центр. В структуру здания входят открытые спортивные площадки и крытые административные и игровые зоны. Внутри здания можно встретить различные тренажеры, оснащенные интерактивными дисплеями, которые помогают отслеживать результаты тренировок, прогресс и мотивируют к достижению новых целей. Также в них часто проводятся групповые занятия, где все участники могут соревноваться друг с другом, используя цифровые устройства для учета результатов. Конструкция открытых зон должна быть трансформируемой, чтобы закрыть поле от различных климатических условий.



Рис. 1. Фиджитал-центр, концепция спортивного сооружения

Объёмно-планировочное решение здания имеет пластичную форму с зеркальными поверхностями. Значительную часть наружных стен зданий павильонов занимают светопрозрачные витражные конструкции. Их композиционные характеристики и составляющие обогащаются за счет сочетания двух или трех светопрозрачных материалов, например, литого и листового стекла.

Основными оттенками фасада лучше выбирать холодные и приглушенные, так как использование тёплых оттенков может эмоционально и физиологически перевозбудить спортсмена на фоне физического напряжения. А яркие оттенки утяжеляют предметы и выглядят угнетающе.

Таким образом, концепция фиджитал-центра представляет собой объединение цифровых технологий с физическими пространствами для создания нового опыта взаимодействия человека с окружающей его средой. Архитектура будущего включает в себя не только современный дизайн зданий, но и умные инфраструктуры, интегрированные системы безопасности и комфортные условия для посетителей.

Список источников

1. Сапрыкина Н.А., Сапрыкин И.А.. «Безбумажная» архитектура в контексте виртуальной реальности/ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский архитектурный институт (государственная академия)», 2012. – 12 с.
2. Mark Foster Gage. A future for Aesthetics in Architecture/ Издательство университета Миннесоты, 2024. — 60 с.

Секция «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

УДК 626.882.2 + 532.525.2

Богданов А.Ю.

Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЫБОООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ МЕЛКОВОДЬЯ НА ВОДОХРАНИЛИЩЕ

***Аннотация.** Рассматриваются возможные рыбоохранные мероприятия на водохранилищах. Предложены варианты новых технических решений.*

***Ключевые слова:** рыбозащитные сооружения, миграция рыбы, гидроузел, водохранилище*

Острота проблемы охраны живой природы, начиная с середины прошлого века по настоящее время, не только не снижается, а наоборот продолжает нарастать. Сейчас совершенно очевидно, что без специальных мер охраны некоторые виды животных не могут выжить, причем списки их, в частности рыб, увеличиваются с каждым годом. Необходимо достигнуть того, чтобы человек своей деятельностью не ставил под угрозу генофонд живых существ, для этого нужно сохранять численность популяций на уровне, достаточном для их выживания [1, 2, 3]:

- во-первых, видовое разнообразие, обусловленное длительным процессом эволюции, составляет основу целостности экосистем, а значит, и биосферы в целом;

- во-вторых, водные организмы представляют собой важнейший ресурс, вовлекаемый в хозяйственную деятельность человека;

- в-третьих, даже не используемые в настоящее время виды имеют потенциальную экономическую ценность, так как невозможно предсказать, какие именно виды и какие их свойства окажутся полезными или даже незаменимыми для человечества в будущем.

Если провести анализ существующих конструкций рыбозащитных устройств и технологий защиты, то все в конечном итоге сведётся к наличию и качеству работы рыбоотвода. Проблема в том, что как бы ни хороши были различные конструкции рыбоотводов, в них есть один существенный недостаток, что по рыбоотводу транспортируется скон-

центрированная молодь рыб, которая выпускается на ограниченную акваторию, прилегающую непосредственно к источнику опасности. При этом молодь рыб, проходя через рыбоотводящий канал, в большей или меньшей степени переживает определенный стресс, ведущий к тому, что для восстановления защитных реакций она нуждается в отдыхе в течение некоторого времени. Кроме рыб по рыбоотводу отводится и планктон. В результате чего, обитающие в водоеме хищники, используют такую ситуацию и, находясь в прямой близости к выходному оголовку рыбоотвода, свободно откармливаются на обильно поступающем к ним легкодоступном корме. Здесь можно обозначить направление устранения данного недостатка [4, 5, 6]:

- во-первых, организация за выходным оголовком рыбоотвода мероприятий по обеспечению безопасности защищаемых рыб;
- во-вторых, использование условий, сформировавшихся за рыбоотводом, для организации откорма ценных промысловых рыб.

Первый путь можно осуществить, дооборудовав разными видами убежищ [1, 2, 5] для молоди (рис. 1).

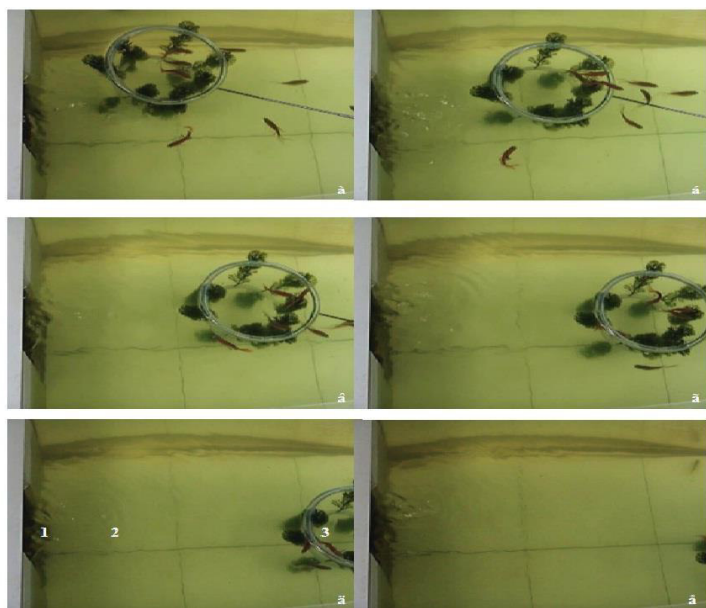


Рис. 1. Движение рыб за перемещающимся плавучим рыбообитаемым убежищем: 1 - водозаборное окно; 2 - гидравлический экран; 3 - плавучее рыбообитаемое убежище

Применение предлагаемого нами рыбоохранного комплекса, включающего мероприятия по снижению интенсивности покатных миграций по водохранилищу и защиту рыб непосредственно на мелководиях водохранилищ.

Список источников

1. Введенский О.Г. Организация миграционного цикла рыб в составе рыбоохранного комплекса гидроузла// Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. –2014. – №4. – С. 74-84.
2. Введенский О.Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление.–2013. – №4.–С. 67–81.
3. Введенский О.Г., Яровиков И.В. Рыбоохранные мероприятия в процессе создания и эксплуатации водохранилищ// Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. –Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Вып. 4. – С. 148 – 153.
4. Введенский О.Г. Конструкции рыбоходов с противотечением на основе экологической технологии использования гидравлических струй// Инженерная экология. –2010. – №3. – С. 17 – 30.
5. Пат. 2363806 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропускa рыб с разной плавательной способностью в рыбоход/ О.Г. Введенский (РФ). – №2008107291/03; Заявлено 26.02.2008; Опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22. – 10с.
6. Пат. 2179265 РФ, МПК⁷ F04F 5/02. Способ транспортировки жидкости с первого участка на второй, выше расположенный участок/ О.Г. Введенский (РФ). –№ 2000110254/06; Заявлено 20.04.2000; Опубл. 10.02.2002, Бюл. № 4. –3с.

Гилязова Г.Р.

Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

КОНСТРУКЦИИ ВПЛЫВНЫХ ОТВЕРСТИЙ РЫБОХОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** Представлены новые конструкции wpływных отверстий рыбоходных сооружений*

***Ключевые слова:** wpływные отверстия, рыбоходные сооружения*

Рыбопропускные сооружения (РПС), как известно, предназначены для пропуска мигрирующих рыб к местам нереста и нагула через естественные или искусственные препятствия на пути их следования. РПС строят на естественных перепадах рек, в составе речных или морских гидроузлов, а так же при рыбоводных хозяйствах. Различают два основных вида РПС: рыбоходы, в которых рыба перепад уровней воды преодолевает самостоятельно и рыбоподъемники, в которых перепад преодолевается путем принудительного перемещения рыб (шлюзования или транспортирования) [1].

Основным элементом рыбопропускного сооружения, отвечающим за обеспечение благоприятных условий для входа рыб в рыбопропускное сооружение и за привлечение их к нему как можно с большей акватории нижнего бьефа, является входной оголовок [2].

На действующих рыбопропускных сооружениях ширина входного оголовка, как правило, принимается равной ширине рыбоходного тракта или ширине рыбонакопительного лотка. По этой причине скорость привлекающего потока на входе в РПС соответствует средней скорости потока в рыбоходном тракте, значение которой близко к крейсерской скорости. В свою очередь структура и скорости привлекающего течения находятся в полной зависимости от колебаний бьефов гидроузла. Так же с помощью применяемых конструкций входных оголовков невозможно эффективно привлекать рыб, обитающих в различных горизонтах водотока, или рыб различных видов [1].

Эффективность привлечения рыб в рыбоход напрямую зависит от скорости привлекающего потока (табл.). В этом случае скорость привлекающего потока должна быть больше порога реореакции, но намного меньше сносящей или бросковой скорости. Такая скорость будет от-

вечать крейсерской скорости плавания, которую рыбы могут выдержать в течение длительного времени (1 ч. и более), и соответствовать оптимальной плавательной способности (соотношение скорости движения и продолжительности плавания рыб) привлекаемой в рыбоход рыбы.

Значения привлекающих и сносящих скоростей
для различных видов мигрирующих рыб

Вид рыб	Привлекающая скорость, м/с	Сносящая скорость, м/с
лососи, форель, кумжа, жерех, щука	0,80–1,00	1,20–1,60
усач, хариус, миноги	0,75–1,00	1,10–1,30
сельди, подуст, краснопер	0,70–0,95	1,00–1,20
белорыбица, осетр, севрюга, судак, язь	0,60–0,90	0,95–1,15
сазан, лещ, окунь, линь, плотва	0,50–0,70	0,85–1,10

Одним из путей решения указанной проблемы мы видим в совершенствовании конструкций входных оголовков РПС за счет технологии применения гидравлических струй. Суть данной технологии заключается в нейтрализации встречного течения в выплывных отверстиях рыбопропускного сооружения гидравлическими струями [3].

Предлагаемые конструкции входных оголовков на основе технологии использования гидравлических струй могут эффективно работать при любых колебаниях уровня, как нижнего, так и верхнего бьефа гидроузла [3]. Кроме того, путем изменения начальных скоростей истечения гидравлических струй по периметрам выплывных отверстий входного оголовка РПС мы сможем, в зависимости от гидрологической обстановки в нижнем бьефе гидроузла, а также видового и численного состава подлежащих пропуску рыб, создавать несколько регулируемых и различных по интенсивности, площади и направлению привлекающих потоков. А это в свою очередь позволяет:

- во-первых, создать условия на входе в рыбопропускное сооружение, соответствующие биологическим особенностям привлекаемых рыб;
- во-вторых, обеспечить возможность захода в рыбопропускное сооружение рыб различных видов и размеров;

- в-третьих, привлекать мигрантов,двигающихся в различных слоях водотока;
- в-четвёртых, полностью привязать работу рыбопропускного сооружения к суточным и недельным колебаниям уровней бьефов гидроузла;
- в-пятых, сохранить естественность условий пропуска мигрантов.

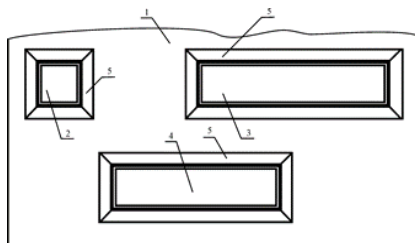


Рис. 1. Вид на входной оголовок со стороны нижнего бьефа: 1 – входная разделительная стенка (входной оголовок); 2 – выплывное отверстие с привлекающим потоком на входе со скоростью $V_{ПРИВЛЕК1}$; 3 – выплывное отверстие с привлекающим потоком на входе со скоростью $V_{ПРИВЛЕК2}$; 4 – выплывное отверстие с привлекающим потоком на входе со скоростью $V_{ПРИВЛЕК3}$; 5 – выходная часть выплывных отверстий

Таким образом, с помощью предлагаемых конструкций входных оголовков РПС, вне зависимости от колебаний уровней бьефов гидроузла, можно управлять структурой течения в пределах входной части рыбопропускного сооружения в различных горизонтах водотока. Так же формировать в зоне поисков нижнего бьефа мощных по площади привлекающих рыб течений, обеспечивая тем самым благоприятные условия для привлечения и захода рыб в рыбопропускное сооружение.

Список источников

1. Шкура В.Н. Рыбопропускные сооружения. Новочеркасск: Новочеркасская гос. мелиоративная акад., 1998.
2. Чистяков А.А. Конструкции рыбоходов. Новочеркасск: Новочеркасская гос. мелиоративная акад., 2006.
3. Введенский О.Г. Использование гидравлических струй для совершенствования технологии работы рыбоходных сооружений // Гидротехническое строительство. 2009. № 1.

Казанкина А.С.

Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВИБРОСТРУЙНЫЙ ГАСИТЕЛЬ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА

Аннотация. Выполнен анализ погружения клина в идеальную жидкость, вычислены параметры виброструй, предложена конструкция гасителя скоростей с клиновым элементом.

Ключевые слова: виброструйный гаситель, клиновой элемент, кинематика потока, размыв в нижнем бьефе, MathCad

При эксплуатации гидроузлов наиболее интенсивные процессы размыва дна происходят на участках, примыкающих к сбросным сооружениям [1]. Размыв русла может привести к потере устойчивости закрепленной части водосливной плотины и всего гидроузла.

Целью работы является составление автоматизированной методики расчета виброструйных гасителей скоростей в нижних бьефах гидроузлов.

При погружении клина считаем жидкость идеальной. Вводя потенциал скорости φ , время t и радиус точки r , рассмотрим движение клина. На твердых границах клина $\partial\varphi/\partial n = V \cos\beta$ [2], β – угол килеватости; $V = \dot{h}$ – скорость погружения клина на глубину h . Полагаем течение автомодельным. Абсолютная скорость частицы жидкости $\vec{u} = \vec{V}_r + \vec{V}_s$, где модуль скорости $\vec{V}_s = S/t$, а скорость направлена к вершине струи. Обозначим через s расстояние вдоль оси x до точки поворота течения. В случае малых углов килеватости первоначальная поверхность вне струи близка к плоскости $y = 0$, граничные условия на поверхности клина внутри ширины $\pm s$ при $x > s$ эквивалентны граничным условиям пластины на поверхности жидкости, получившей вертикальный удар. Нарушение эквивалентности наблюдается в области основания струи, в которую перетекает поток жидкости, несущий кинетическую энергию и импульс. Расчет виброструй выполнен в MathCad.

Исходные данные:

- плотность воды $\rho := 1000 \text{ кг/м}^3$;
- диаметр начального сечения $d_0 := 0.01 \text{ м}$;
- радиус начального сечения струи $r_0 := d_0/2 \text{ м}$;

- длина ядра струи от начального сечения $l_0 := 4.8 \cdot d_0$ м;
- расчетная длина струи от выходного среза насадка $l_p := 2$ м;
- интервал итераций длины струи $\varepsilon := 0.001$ м;
- расстояние от начального сечения струи $l := l_0, l_0 + \varepsilon, l_p$ м;
- частота колебаний виброимпульсного генератора $f := 100$ Гц;
- период колебаний $T := 1/(2 \cdot \pi \cdot f) = 1.592 \cdot 10^{-3}$ с;
- полуширина основания клиновидного элемента $a := 0.02$ м;
- угол килеватости $\beta := 60$ град;
- амплитуда колебаний генератора $h := (2 \cdot a \cdot \tan(\pi \cdot \beta / 180)) / \pi$ м;
- кинематический коэффициент турбулентной вязкости $\varepsilon_\tau := 1.0 \cdot 10^{-4}$ м²/с;
- ускорение свободного падения $g := 9.81$ м/с²;
- сцепление частиц грунта по Цытовичу $C := 12000$ Н/м²;
- коэффициент, учитывающий влияние структуры грунта $K := 0.035$;
- коэффициент условий работы агрегатов на растяжение и изгиб $m := 1.6$;
- коэффициент перегрузки $n := 4$;
- диаметр агрегатов в режиме стабилизации размыва $d_k := 0.00052$ м;
- расчетная (фиктивная) плотность частицы $\rho_f := 3.15 \cdot 10^3$ кг/м³;
- угол наклона струи к поверхности дна $\alpha := 60$ град;
- бытовая глубина на недеформированном дне переката $h_b := 0.3$ м;
- коэффициент влияния диаметра частиц на глубину размыва $k_d := 0.2$.

Расчетные характеристики виброструй:

- скорость истечения в начальном сечении $u_0 := h \cdot f$ м/с;
- секундный импульс в начальном сечении $J_0 := \rho \cdot \pi \cdot r_0^2 \cdot u_0^2$ кг·м/с²;
- константа турбулентного переноса $\sigma := \varepsilon_\tau \cdot \sqrt{\rho / J_0}$;
- текущий радиус струи $r_0(l) := 0.03 \cdot l^{1.5}$ м;
- поправка на конечность начального расхода $\beta := (u_0 \cdot d_0^2) / (8 \cdot \sigma \cdot \sqrt{J_0 / \rho})$;
- секундный массовый расход струи $M(l) := 8 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot \rho \cdot \beta \cdot \sqrt{1 \cdot J_0 / \rho}$ м³/с;
- радиальная скорость с учетом поправки на конечность расхода, м/с

$$u_r(l) := \frac{3}{16 \cdot \pi \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{J_0}{\rho}} \cdot \frac{\beta}{l} \cdot \left[1 - \frac{3}{64 \cdot \pi \cdot \sigma^2} \cdot \left(\frac{r(l)}{l} \right)^2 \right]^2 \bigg/ \left[1 + \frac{3}{64 \cdot \pi \cdot \sigma^2} \cdot \left(\frac{r_0}{l} \right)^2 \right]^2$$

- скорость на оси струи с учётом поправки на конечность расхода

$$u_l(l) := \frac{3}{8 \cdot \pi \cdot \sigma} \cdot \sqrt{\frac{J_0}{\rho}} \cdot \frac{1}{l} \cdot \left(1 - \frac{1}{16 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sigma} \cdot \frac{2 \cdot r(l)}{l} \right) \text{ м/с;}$$

- скорость центра вихревого клубка на оси струи

$$u_c(l) := \left(72 \cdot \frac{u_0^2 \cdot r_0^2}{f \cdot h^2} - 0.02 \cdot h^{1.5} \cdot u_r(l) \right) / \left(16 \cdot \frac{u_0 \cdot r_0}{f \cdot h} + 0.03 \cdot l^{1.5} \right) \text{ м/с;}$$

- амплитуда скорости колебаний клина $V_m := h/T = 13.856 \text{ м;}$

- безразмерная координата точки с нулевым давлением

$$\xi_0 := \sqrt{1 - 4 \cdot (\tan(\beta))^2 / \pi^2} = 0.984 ;$$

- глубина погружения клина $h(t) := (V_m / 8 \cdot f) \cdot \xi_0 \cdot \sin(4 \cdot \pi \cdot t \cdot f / (2 \cdot \pi)) \text{ м;}$

- скорость погружения клина $V(t) := (\pi \cdot V_m / 2) \cdot \beta \cdot \xi_0 \cdot \cos(4 \cdot \pi \cdot t \cdot f / (2 \cdot \pi)) \text{ м;}$

- сила сопротивления клина

$$P(t) := \pi \cdot (\pi / 2 - 1)^2 \cdot [\rho \cdot h(t) \cdot (V(t))^2 + (1 - \cos(\beta)) / 2 \cdot \rho \cdot (h(t))^2 \cdot V(t)] \text{ Н.}$$

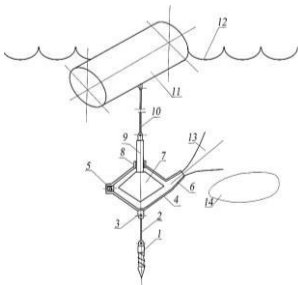


Рис. 1. Виброструйный гаситель

Работа обеспечивается за счет обратного клапана 5 и цилиндрического уплотнителя 8. Для привода может использоваться энергия волн.

При волновых процессах на свободной поверхности 12 плавучая емкость 11 виброструйного гасителя (рис. 1) приходит в движение и с помощью каната 10 приводит в движение цилиндр 9, связанный с клиновым элементом 7. Элемент 7 колеблется в корпусе 4, что приводит к образованию импульсной струи 13, выбрасываемой через насадок 6. Гаситель удерживается винтовым якорем с коушем 1 с помощью каната 2 за крепление 3.

Список источников

1. Кузнецова Ю.А. Средства инженерно-экологической защиты нижних бьефов гидроузлов: монография/ Ю. А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 260 с.
2. Логвинович Г.В. Гидродинамика течений со свободными границами/ Г.В. Логвинович. – Киев: Наукова думка, 1969. – 209 с.

Нестеренко И.Н.¹

Фищенко П.А., кандидат физ.-мат. наук, доцент ¹

¹Поволжский государственный технологический университет

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ НА ПОЖАРАХ ПРИ РАБОТЕ В ОГРАНИЧЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В данной работе представляется устройство для перемещения объектов, а также описывается принцип его работы и возможная сфера применения при спасательных работах на пожарах в ограниченных условиях.

Ключевые слова: устройство для перемещения объектов, спасательные работы, работа в ограниченных условиях

Актуальность. В настоящее время, с развитием человечества во многих сферах жизни общества, у нас появилось несомненно больше благ, чем это было когда-либо, появилось больше сложноустроенных приборов и механизмов, находящих себе применение как на сложном производстве, так и в обыденной жизни. Вместе с этим возрос и риск того, что устройства выйдут из строя. Будет хорошо, если прибор просто перестанет функционировать, но что если произойдёт нештатная ситуация? Что если он начнёт гореть, в результате, например, короткого замыкания? В таком случае человек позвонит в МЧС и его, несомненно, спасут. Однако, как говорилось ранее, прогресс вошёл в каждый дом, в том числе в виде автомобилей, которые есть практически в каждой семье, а то и не один. Где им всем стоять? Конечно около дома. Именно с ситуацией заполненных дворов, когда бывает трудно даже проехать, не говоря уже про то, чтобы использовать специальную технику, например, автолестницу, сталкиваются пожарные при спасательных работах, условия которых, в данном случае, можно считать ограниченными. Зачастую подобные ситуации возникают при возгораниях в многоэтажном доме, каких много по всей стране.

Постановка и решение задачи. Вышеуказанную проблему, когда человека преследует, например, большое задымление, может помочь решить специальное *устройство, позволяющее перемещать объекты*, подвешенные к нему, например, противопогаз самоспасатель «Шанс-Е».

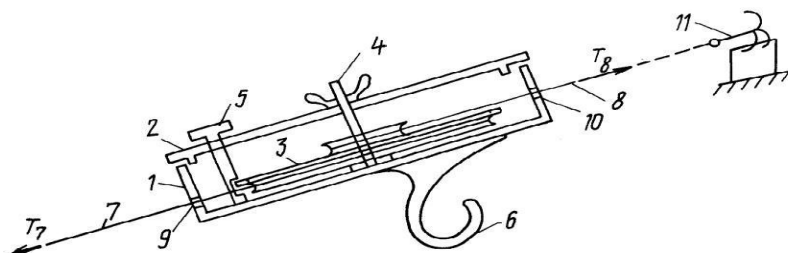


Рис. 1. Устройство для спасения людей (1- подвижный корпус, 2- крышка, 3- двухступенчатый шкив, 4- ось вращения шкива, 5- стопор, 6- крюк, прикрепленный к корпусу, 7 и 8 – гибкие связи, 9 и 10 – щели между крышкой и корпусом, 11- трехзубый крюк-кошки)

Приведение прибора в готовность практически не занимает никакого времени, достаточно просто взять его в руки. Для успешного применения необходимо лишь открытое окно. Придав крюку-кошке, привязанному к устройству при помощи верёвки, достаточное ускорение, необходимо закинуть его внутрь квартиры и зацепить, например, за подоконник. Следом подвешиваем к устройству «Шанс-Е» и доставляем его пострадавшему. Данные действия помогут человеку дожидаться пожарных целым и невредимым, без лишнего вреда для здоровья.

Описание прибора и принципа его работы. Устройство выполняет функцию перемещения объектов, подвешенных к нему, из нижнего пункта в верхний и обратно по двум гибким связям. Состоит оно из подвижного корпуса с крышкой, вмонтированного внутрь ступенчатого шкива с осью вращения, установленного стопора шкива и крюка, прикреплённого к корпусу. На ступени шкива намотаны гибкие связи, выходящие через щели между крышкой и корпусом. Одна из гибких связей, намотанная одним концом на малую ступень шкива, имеет на втором конце трёхзубый крюк-кошку. Другая гибкая связь, намотанная одним концом на большую ступень шкива, имеет второй свободный конец для приложения к нему «управляющей силы» - T_7 . Такое выполнение устройства позволяет:

1) *перемещать* подвешенные к нему объекты по противоположно направленным наклонным, а также по вертикальным или горизонтальным гибким связям,

2) *обеспечивать покой*, при необходимости, в начальном, любом промежуточном или конечном положениях,

3) *создавать удобства* (покой) при погрузочно-разгрузочных работах в начальном и в конечном положениях.

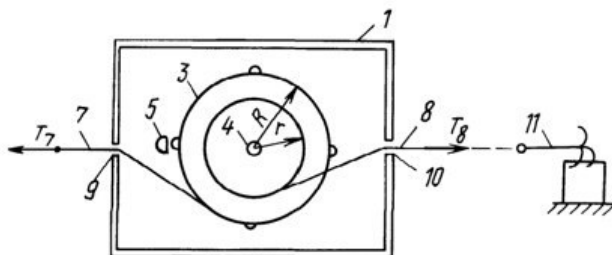


Рис. 1. Устройство для спасения людей (вид сверху, без крышки,
T₇ – «управляющая сила»)

Вывод. Предлагаемый способ использования устройства может помочь спасателям в их работе в ограниченных условиях: когда нет возможности использовать специальную технику (автолестницу), чтобы помочь попавшему в беду человеку. Применяя устройство в тандеме с универсальным фильтрующим противогазом (самоспасателем «Шанс-Е»), пожарные смогут дать человеку возможность дожидаться спасения без угрозы жизни и здоровью.

Список источников

1. Патент Российской Федерации на изобретение. Устройство для перемещения объектов / Фищенко П.А. и др. // Патент России № 2242387. Заявл. . 21.08.2001.

Перминова Д.Н.

Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
 Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕГИОНА

Аннотация. Выполнена оценка рекреационного потенциала водохранилищ Волжского каскада в зависимости от площадей акватории и мелководий, и длины береговой линии.

Ключевые слова: рекреационный потенциал, водный объект, площадь акватории, эффективность, Mathcad

Республика Марий Эл располагает разнообразными ресурсами для формирования различного вида рекреаций и особенностями возможностями для организации водных рекреаций. Однако потенциальные возможности этого вида отдыха используются лишь в малой степени [1]. Тема работы, посвященная автоматизированной оценке рекреационного потенциала водных объектов региона, является актуальной.

Цель работы состоит в составлении автоматизированной модели оценки рекреационного потенциала водных объектов региона.

Ниже приводится листинг программы оценки рекреационного потенциала водохранилищ в автоматизированной среде MathCad.

ORIGIN := 1

$$\ln X := \begin{matrix} \text{D:\... \Таблица X.txt} \end{matrix} \quad \ln X = \begin{pmatrix} 327 & 191 & 520 \\ 249 & 108 & 584 \\ 4550 & 2553 & 2470 \\ 1580 & 775 & 1150 \\ 5900 & 1924 & 4500 \\ 1200 & 637 & 1360 \\ 1833 & 668 & 1248 \\ 3126 & 701 & 2160 \\ 18765 & 7557 & 13992 \end{pmatrix}$$

Ввод единичного вектор-столбца $\ln X_1 := (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)^T$.

Результат транспонирования матрицы с добавленным единичным столбцом

$$\ln X^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 327 & 249 & 4550 & 1580 & 5900 & 1200 & 1833 & 3126 & 18765 \\ 191 & 108 & 2553 & 775 & 1924 & 637 & 668 & 701 & 7557 \\ 520 & 584 & 2470 & 1150 & 4500 & 1360 & 1248 & 2160 & 13992 \end{pmatrix}$$

Результат скалярного перемножения матриц

$$\ln X^T \cdot \ln X = \begin{pmatrix} 9 & 37530 & 15114 & 27984 \\ 37530 & 424874820 & 170268874 & 313152580 \\ 15114 & 170268874 & 69319998 & 124969240 \\ 27984 & 313152580 & 124969240 & 232133624 \end{pmatrix}$$

Вычисление обратной матрицы

$$(\ln X^T \cdot \ln X)^{-1} = \begin{pmatrix} 0.179865117 & 0.000045187 & -0.000041527 & -0.000060285 \\ 0.000045187 & 0.000000973 & -0.000000803 & -0.000000886 \\ -0.000041527 & -0.000000803 & 0.000001152 & 0.000000468 \\ -0.000060285 & -0.000000886 & 0.000000468 & 0.000000955 \end{pmatrix}$$

Результирующий вектор оценок коэффициентов регрессии

$$\hat{s}_{\text{reg}} := (\ln X^T \cdot \ln X)^{-1} \cdot \ln X^T \cdot \ln Y = \begin{pmatrix} -0.06705 \\ 0.03604 \\ -0.05424 \\ 0.00978 \end{pmatrix}$$

Уравнение множественной регрессии

$$\ln Y(\ln X_{1j}, \ln X_{2j}, \ln X_{3j}) := s_1 + s_2 \cdot \ln X_{1j} + s_3 \cdot \ln X_{2j} + s_4 \cdot \ln X_{3j}$$

После потенцирования запишем

$$Y(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j})^{\text{float}, 5} \rightarrow -\frac{0.067053 \cdot X_{1j}^{0.036043} \cdot X_{3j}^{0.0097826}}{X_{2j}^{0.054244}}$$

Дифференциальные эффективности ресурсов X_{1j} , X_{2j} , X_{3j}

$$\Theta_{1j} := \frac{d}{dX_{1j}} Y(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j})^{\text{float}, 5} \rightarrow -\frac{0.0024168 \cdot X_{3j}^{0.0097826}}{X_{1j}^{0.96396} \cdot X_{2j}^{0.054244}}$$

$$\Theta_{2j} := \frac{d}{dX_{2j}} Y(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}) \text{ float}, 5 \rightarrow \frac{0.0036372 \cdot X_{1j}^{0.036043} \cdot X_{3j}^{0.0097826}}{X_{2j}^{1.0542}}$$

$$\Theta_{3j} := \frac{d}{dX_{3j}} Y(X_{1j}, X_{2j}, X_{3j}) \text{ float}, 5 \rightarrow -\frac{0.00065595 \cdot X_{1j}^{0.036043}}{X_{2j}^{0.054244} \cdot X_{3j}^{0.99022}}$$

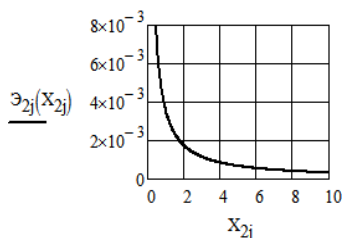


Рис. 1. Зависимость рекреационного потенциала от площади мелководий

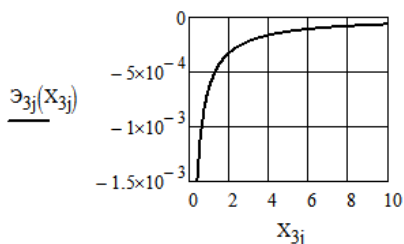


Рис. 2. Зависимость рекреационного потенциала от длины береговой линии

Для оценки рекреационного потенциала водохранилищ составлена матрица его зависимости от площадей акватории и мелководий, а также от длины береговой линии. Определение вектора оценок коэффициентов регрессии выполнено по методу наименьших квадратов. Сформирована матрица с логарифмами влияющих факторов, к которым добавлен логарифмированный единичный вектор-столбец, а затем введен логарифм вектора функции отклика. Матрица факторов транспонирована и скалярно умножена на исходную матрицу. Определено произведение транспонированной матрицы влияющих факторов и функции отклика. Вычислена обратная матрица. Получены результирующий вектор оценок коэффициентов регрессии и уравнение множественной регрессии. Получен мультипликативный полином, позволивший построить графики дифференциальной эффективности рекреационного потенциала от площади акватории, площади мелководий и длины береговой линии (рис. 1, 2).

Список источников

1. Авакян А.Б. Рекреационное использование водохранилищ: проблемы и решения/ А.Б. Авакян, В.К. Бойченко, И.В. Ланцова, В.П. Салтанкин, В.Б. Яковлева. – М.: Наука, 1990. – 152 с.

Протасов А.С.

Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБЗОР СРЕДСТВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ НЕФТЕПРОВОДОВ

Аннотация. Рассмотрены технические решения средств защиты подводных переходов нефтепроводов от разрушений в результате размыва русла. Выполнена оценка их работоспособности в зависимости от условий эксплуатации.

Ключевые слова: русловые процессы, деформация русла, подводный переход, нефтепровод, защита от размыва, регулирование размыва

Нефтяные выбросы в водные объекты становятся источниками опасных нарушений экологического баланса водной среды. Наиболее вероятной причиной нефтяных выбросов на подводных переходах нефтепроводов является деформация русла рек в створах прокладки [1], вызываемая динамическим воздействием потока и ветровыми волнами на поверхности водоемов и водотоков.

Объектом исследования являются стационарные и мобильные средства защиты переходов от разрушений.

Русловые явления могут быть зарегулированы с помощью водопропускаемых преград, выполненных в форме гибких решеток, располагаемых поперек русла водотока или под некоторым углом по отношению к направлению течения [2].

Управляемый процесс регулирования размыва русла может осуществляться мобильной гибкой решеткой, перемещающейся с помощью донного устройства в виде катка и удерживаемой якорями-присосами (рис. 1).

При неровной поверхности дна могут быть использованы понтоны, выполненные из трубы большого диаметра (рис. 2). Для точного позиционирования створа намыва перфорированная преграда перемещается вдоль русла с помощью лебедки и системы строп, удерживаемых якорями.

К пассивным устройствам защиты подводных переходов от размыва следует отнести ряд устройств, изменяющих распределение поля скоростей перед створом прокладки трубопровода (рис. 3, 4).

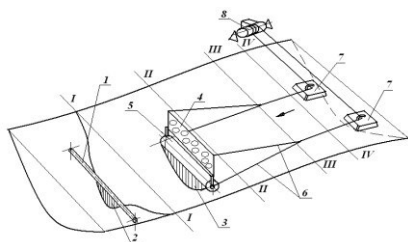


Рис. 1. Перемещаемая гибкая решетчатая преграда для регулирования размыва створа подводного перехода: 1 – створ подводного перехода; 2 – область намыва грунта; 3 – область размыва грунта; 4 – перфорированное полотнище; 5 – донный каток; 6 – канаты; 7 – якоря-присос; 8 – лебедка; I – створ подводного перехода; I, III, IV – створы регулирования руслового процесса

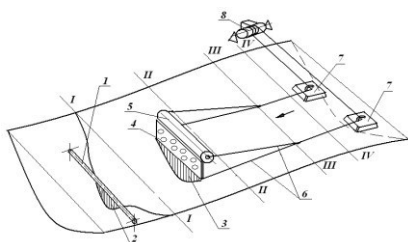


Рис. 2. Схема решетчатой преграды на основе понтона: 1 – створ подводного перехода; 2 – область намыва грунта; 3 – область размыва грунта; 4 – перфорированное полотнище; 5 – понтон; 6 – канаты; 7 – якоря-присосы; 8 – лебедка; I – створ подводного перехода; I, III, IV – створы регулирования руслового процесса

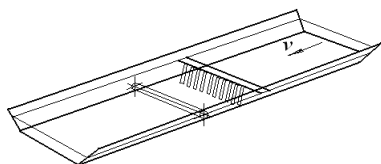


Рис. 3. Завеса из гибких лент

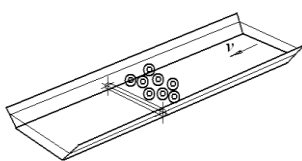


Рис. 4. Искусственная шероховатость на основе ковра из автомобильных шин

Непосредственно над створом подводного перехода в качестве источника намыва может быть установлена горизонтальная решетка-эжектор (рис. 5).

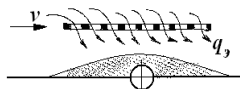


Рис. 5. Решетка-эжектор для намыва грунта

Стабилизация русловых процессов и защита от размывающего действия потока предполагает разрушение вихревых структур в створе подводного перехода. К пассивным системам подобного рода следует отнести перфорированную преграду (рис. 1, 2, 6), гибкую завесу (рис. 3), искусственную шероховатость (рис. 4) и полузапруду (рис. 7).

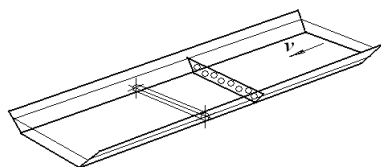


Рис. 6. Перфорированная преграда для намыва грунта

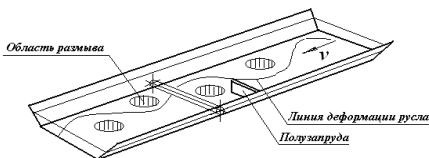


Рис. 7. Полузапруды для намыва грунта

Перечисленные средства регулирования русловых процессов эффективны при гашении скоростей размывающего потока в створе подводного перехода и отличаются возможностью регулирования кинематики русловых течений, но относительно сложны, дороги, нуждаются в постоянном наблюдении в процессе эксплуатации и их затруднительно применять зимой.

Список источников

1. Дегтярев Г.В. Методы и средства сбора нефти и ее продуктов в водах поверхностного стока и при аварийных разливах [Электронный ресурс]/ Г.В. Дегтярев, Ю.А. Свистунов. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/05/pdf/19.pdf>. – 05.03.2024
2. Гришанин К.В. Динамика русловых потоков/ К.В. Гришанин. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 312 с.

УДК 574.633 (556)

Рожков В.А.

Научный руководитель: Поздеев А.Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА КАЧЕСТВО ВОД ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Аннотация. Выполнена оценка вредности фенола, выделяющегося при разложении органических компонентов древесины в воде, по лимитирующему рыбохозяйственному показателю. Рассчитан годовой экономический ущерб от загрязнения воды гниющими древесными отходами в среде MathCad.

Ключевые слова: *древесные отходы, качество вод, допустимая концентрация, концентрация фенола, экономический ущерб, Mathcad*

Анализ качественных показателей состояния вод Чебоксарского водохранилища на территории Республики Марий Эл за последние годы отличается стабильностью на уровне загрязнения 3-4 класса.

Состояние кислородного баланса в Волжских створах в пределах Республики Марий Эл отличается относительным благополучием. В отдельных створах реки наблюдалось снижение содержания растворенного в воде кислорода на 4 мг/дм^3 при переходе от зимнего к летнему периоду года. В некоторых створах реки содержание растворенного в воде кислорода понижалось до 6 мг/дм^3 .

Концентрация органических загрязнений, подверженных окислению, в Чебоксарском водохранилище в течение многолетнего периода соответствует двукратному превышению предельно допустимых концентраций.

Целью работы является оценка влияния органических загрязнений при гниении древесины на качество воды Чебоксарского водохранилища и определение экономического ущерба.

Разложение органических компонентов древесины в воде приводит к выделению фенола ($\text{C}_6\text{O}_6\text{OH}$) с концентрацией до 10 г/дм^3 . Оценка вредности фенола по рыбохозяйственному показателю производится по временно допустимым концентрациям в воде – $\text{ВДК}_\text{в}$.

Ниже представлен листинг расчета показателей оценки в среде MathCad.

Вредность фенола по лимитирующему рыбохозяйственному показателю, мг/дм^3

$$\text{ВДК}_\text{в} := 0.001.$$

Десятичный логарифм вредности фенола по лимитирующему рыбохозяйственному показателю (временно допустимым концентрациям в воде), мг/дм^3

$$\log(\text{ВДК}_\text{в}, 10) = -3.$$

Десятичный логарифм предельно-допустимых концентраций в рабочей зоне связан с логарифмом временно допустимых концентраций в воде

$$\log(\text{ВДК}_\text{в}, 10) = 0,61 \cdot \log(\text{ПДК}_\text{в}, 10) - 1.$$

Предельно-допустимая концентрация фенола в рабочей зоне вычисляется встроенными функциями MathCad, мг/дм^3

Given

$$\log(\text{ВДК}_B, 10) = 0.61 \cdot \log(\text{ПДК}_B, 10) - 1;$$

$$\text{Find}(\text{ПДК}_B) \text{float}, 4 \rightarrow 5.264 \cdot 10^{-4};$$

$$\text{ПДК}_B := 5.264 \cdot 10^{-4}.$$

Связь логарифмов средних летальных концентраций и логарифмов временно допустимых концентраций фенола в воде определяется соотношением

$$\log(\text{ВДК}_B, 10) = 1.7 \times \log(\text{LK}_{50}, 10) - 2.12.$$

Средние летальные концентрации вычисляются в виде, мг/дм³

$$\log(\text{ВДК}_B, 10) = 1.7 \cdot \log(\text{LK}_{50}, 10) - 2.12;$$

$$\text{Find}(\text{LK}_{50}) \text{float}, 4 \rightarrow 0.3036;$$

$$\text{LK}_{50} = 0.3036.$$

При гниении и разложении древесины в воде выделяется фенол ($\text{C}_6\text{O}_6\text{OH}$) концентрация которого может превосходить $5 \cdot 10^3$ мг/дм³

$$K := 5 \cdot 10^3.$$

Сравнение показывает превышение летальных концентраций фенола при таких уровнях его выделения в воду при гниении отходов

$$K > \text{LK}_{50} = 1.$$

Оценка годового ущерба от загрязнения воды продуктами разложения органики древесины выполнена в среде MathCad и приведена ниже.

Константа $\gamma := 0.4$ у.е./усл.кг. Константа $\sigma_K := 2.6$.

Показатель относительной опасности сброса

$$A_i := \frac{10^{-3}}{\text{ПДК}_B} = 1.9.$$

Значение A_i для взвешенных веществ составляет 0.33, для нефтепродуктов – 20, для меди – 100 и т.п.

Масса выброса, приходящаяся на 1 м³ древесины, $m := 0.2$.

Показатель ущерба $M := A_i \cdot m$.

Суточный экономический ущерб на один м³ гниющих древесных отходов, р

$$U_y := 72 \cdot \gamma \cdot \sigma_K \cdot M = 28.45.$$

По данным администрации Чебоксарской ГЭС каждый год в районе гидроузла скапливается порядка 200 м³ аварийной древесины в виде

сучьев, корней, а иногда и целых деревьев. Сбор этой древесины требует определенных денежных затрат и трудовых ресурсов.

Суммарный экономический ущерб от гниющих древесных отходов составляет, р/сут

$$\Sigma U_y := 200 \cdot U_y = 5.69 \times 10^3$$

Суммарный годовой экономический ущерб от гниющих древесных отходов составит, р/год

$$\Sigma U_{u_y} := 200 \cdot 365 \cdot U_y = 2.077 \times 10^6 .$$

Выводы

На основе анализа влияния разложения древесных отходов на качество вод Чебоксарского водохранилища выполнена оценка поступления фенола в водную среду и определен годовой ущерб от загрязнения воды продуктами разложения органики древесины. Суммарный экономический ущерб по этой причине составил более 2 млн. руб./год.

Список источников

1. Авакян А.Б. Водохранилища/ А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.А. Шарапов. – М.: Мысль, 1987. – С. 325.
2. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Matchcad: учебный курс / Е.Г. Макаров. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
3. Уотерс У. Механизм окисления органических соединений/ У. Уотерс. – М.: Мир, 1966.

УДК 614.842.8

Сагидуллина Р.Ф.

Научный руководитель: Смотровин К.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН НА ПЛАМЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы изучения воздействия акустических волн на пламя и описываются предложения по тушению пожаров с помощью акустических волн.

Ключевые слова: акустические волны, пламя, воздействие, тушение, изучение

В силу широкого использования тепловой техники в различных областях, необходимо наличие систем управления, которые контролируют процессы горения. Принцип работы таких систем заключается в регулировании количества топлива и окислителя, их химического состава, скорости их подачи, а также скорости удаления продуктов горения.

Одним из первых акустические течения описал Рэлей в опыте с резонатором Гельмгольца: камертон, звучащий перед резонатором, создаёт у его противоположенного конца ветер, способный задуть пламя свечи. Результаты же первых и более полноценных исследований влияния акустических колебаний на процесс горения и их анализ представлены в монографии А. Гейдона, где отмечается, что диффузионное пламя маленькой горелки может очень чувствительным к звуковым колебаниям. Даже слабые колебания могут приводить к резкому уменьшению длины пламени. При этом пламя реагирует только на определенные частоты звука, и эффективность воздействия звука зависит от размеров и формы горелки и вида топлива. Помимо этого, эффективность воздействия зависит от направления распространения звуковых колебаний относительно пламени.

Недавние исследования сосредоточены на расширении возможностей управления процессами горения путем использования внешних факторов, таких как электрические и магнитные поля, акустические волны. Основной целью этих исследований является разработка практически применимых решений, таких как снижение содержания токсичных веществ в продуктах горения, повышение эффективности использования различных видов топлива, а также тушение локальных возгораний и пожаров. Преимущества предполагаемых систем пожаротушения заключаются в их компактности и возможности обойтись без использования специальных тушащих веществ.

Среди относительно новых исследований интересно предложить к рассмотрению варианты тушения пожара с помощью акустических волн. Инженеры из американского военного агентства DARPA разработали способ тушить пожар без использования химических агентов - с помощью звука или электричества. Разработчики исследовали возможность подавлять огонь с помощью различных физических методов, два из которых оказались перспективными: воздействие переменного магнитного поля и акустическое облучение.

В первом случае пламя тушили с помощью специального электрода, покрытого защитной стеклянной оболочкой. Воздействие поля на плазму огня приводило к образованию мощных потоков частиц - ионных джетов. Потоки фактически сдували пламя и таким образом тушили огонь. Метод работал при тушении небольших очагов, но оказался плохо масштабируемым.

Другой способ тушения заключался как раз в облучении пламени звуковыми волнами. В экспериментальной установке сосуд с горящим гептаном помещали между двумя динамиками. Акустическое воздействие динамиков оказалось способно потушить огонь за несколько секунд. По словам инженеров, такое действие звука объясняется двумя причинами. Во-первых, акустические волны истончают зону сгорания, а во-вторых, воздействуют на поверхность горючего, увеличивая скорость его испарения. Это не приводит к увеличению скорости сгорания, а только понижает температуру огня. В результате пламя гаснет [3, 62].

Разработка инженеров может пригодиться для создания систем автоматического пожаротушения для кораблей и самолетов.

При всех существующих исследования влияния акустических волн на пламя также следует помнить и о том, что энергия акустических колебаний не может оказать непосредственного влияния на процесс горения газообразного или распыленного жидкого топлива, так как она составляет лишь доли процента от химической энергии, выделяющейся при горении. Интенсификация процесса горения возможна лишь при воздействии акустических колебаний на гидродинамические характеристики потока [1, 33].

Влияние акустических волн представлено в разных исследованиях, а сами такие исследования были посвящены влиянию акустики на пламя огня, имеющую самую разную природу, например, существуют исследования того, как акустические волны воздействуют на горение метана. В эксперименте использовалась горелка, представляющая собой вертикальную трубку с открытым верхним концом и внутренним диаметром 3 мм. На конце трубки устанавливалось сопло подачи газа с выходным отверстием диаметром 1,25 мм. Подача горючего регулировалась в пределах от 0 до 1,4 л/мин, поток газа в трубке являлся ламинарным. Излучатель звука был расположен на расстоянии 10 см. от оси пламени. Частота акустических волн менялась в пределах от 0 до 7 кГц, а уровень звукового давления – от 0 до 120 дБ. Скорость подачи метана составляла $0,55 \pm 0,05$ л/мин [2].

Эксперимент показал существенное влияние акустического поля на поведение пламени. В отсутствие акустического воздействия при скорости подачи метана $1,10 \pm 0,05$ л/мин. наблюдается отсоединение пламени, обратное присоединение происходит при скорости $0,60 \pm 0,05$ л/мин. При акустическом воздействии отрыв и присоединение пламени происходят при меньших скоростях подачи газа (соответственно $1 \pm 0,05$ л/мин. и $0,5 \pm 0,05$ л/мин). Это наблюдалось во всем исследуемом диапазоне частот [2].

Современные исследовательские работы говорят нам о том, что сегодня возможность применения акустических волн для управления режимом горения с целью повышения эффективности использования топлива и уменьшения выброса загрязняющих веществ. Несмотря на многообразие физических и химических процессов, протекающих при горении, эффективность использования топлива и концентрация продуктов сгорания определяются, главным образом, скоростью перемешивания топлива и воздуха. Современный уровень знаний в этой области вполне позволяет приступить к экспериментальным и теоретическим исследованиям для решения данной проблемы с целью разработки инженерных методов расчета акустических систем регулирования режима горения конкретных тепловых устройств. Перспективность таких исследований обусловлена тем, что для управления режимом горения требуется небольшая энергия акустического излучения, которая по оценкам заметно меньше увеличения энергии, достигаемой в результате изменения режима горения. В то же время, следует отметить, что вследствие многообразия протекающих при горении процессов, оптимальные условия для максимального сгорания топлива и минимальной концентрации загрязнений, скорее всего, реализуются при разных режимах горения.

Как мы видим, исследования о воздействии акустических волн имеют свое экспериментальное подтверждение и даже ведутся разработки тушения пожаров такими волнами.

Список источников

1. Гейдон А.Г. Пламя, его структура, излучение и температура. М., 1959. 333 с.
2. Как увидеть звук: научные опыты и эксперименты. URL: <https://www.techinsider.ru/science/369272-kak-uvidet-zvuk-nauchnye-opyty-i-eksperimenty/>
3. Кривокорытов М.С. Влияние акустических колебаний на диффузионное горение метана. М.: Высшая школа, 2019. 176 с.

Сазанов И.С.

Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. тех. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВАРИАНТЫ РЫБОПРОПУСКНОГО СООРУЖЕНИЯ ПЭС

Аннотация. *Представлены варианты рыбопропускного сооружения, и их технологии работы.*

Ключевые слова: *рыбоход, миграции рыб, шлюз ПЭС*

Приливная электростанция (ПЭС) как и большинство гидротехнических сооружений, перегораживающих водные объекты, существенно сказывается на состоянии наследственно закрепленных миграций рыб: нерестовая, нагульная и зимовальная [1]. Экологическое значение таких миграций заключается в том, что они способствуют устойчивому поддержанию ареала обитания и использованию его кормовой базы. Для предотвращения негативного влияния ПЭС на жизненно важные и необходимые перемещения мигрантов, в составе ее гидроузла следует предусмотреть комплекс рыбопропускных сооружений (РПС).

В практике отечественного и зарубежного гидростроительства для восстановления миграционных путей на реках применяют рыбопропускные сооружения, в частности рыбоходы и рыбопропускные шлюзы [2].

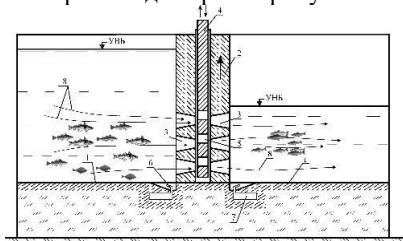


Рис. 1. Схема механического рыбопропускного шлюза ПЭС на разрезе: 1 – рыбоходный тракт; 2 – рабочий затвор; 3 – клинкет; 4 – регулирующая шторка; 5 – водопроемные отверстия регулирующей шторки; 6 – струеобразующие насадки водогонного устройства; 7 – напорные коллекторы; 8 – привлекающий (транзитный) поток

Рыбопропускной шлюз для речного гидроузла состоит из рыбопропускного тракта, разделенного двумя рабочими затворами на рыбонакопитель, шлюзовую камеру и выходной лоток [3]. Приливо-отливной

режим работы ПЭС периодически сравнивает уровни воды в бьефах, это позволяет временно отказаться от шлюзования и организовать самостоятельный проход рыб (рис. 1).

При сравнении уровней бьефов скоростной режим транзитного течения снизится до непривлекающих рыб значений, то рабочий затвор целесообразно дооборудовать водогоном, обеспечивающим в рыбопропускном тракте течение воды с привлекающими рыб скоростями. Рыбопропускной шлюз ПЭС работает следующим образом. При наличии на ПЭС перепада между бьефами непреодолимого для рыб рабочий затвор закрыт и через него обеспечивается пропуск привлекающего течения.

Однониточный рыбоход с регулируемым скоростным режимом включает рыбопропускной тракт, в котором маршевые камеры расположены под углом к его оси и со смещением относительно друг друга [1]. Такое расположение камер позволяет в каждой из них устроить дополнительное вливное отверстие, напрямую выходящее в нижний бьеф. Эти отверстия перекрываются маневровыми затворами, а их входные пороги расположены на отметках, превышающих отметки входных порогов, соответствующих им основных вливных отверстий (рис. 2).

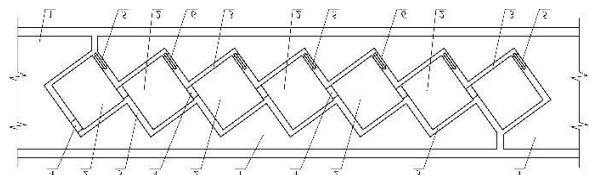


Рис. 2. Однониточный рыбоход с регулируемым скоростным режимом на входе в плане: 1 – рыбоходный тракт; 2 – смежные рабочие камеры; 3 – перегородки; 4 – вливные отверстия; 5 – дополнительные окна; 6 – рабочие затворы

Рыбоход рассчитан на пропуск нерестовых мигрантов во время отлива в одном направлении, в бассейн из моря, при значительных колебаниях уровня воды в море. При наибольшем на гидроузле перепаде, характерном для самого низкого уровня моря, все дополнительные окна перекрыты затворами, и вода протекает по всей длине рыбоходного тракта. При подъеме уровня воды в море перепад между бьефами и вместе с ним скорость течения по рыбоходу снижаются. Для восстановления оптимального скоростного режима необходимо сократить число перепадов.

Трехниточный рыбоход предназначен для обеспечения оптимальных условий прохода рыб через створ ПЭС при меняющемся на ней уровне воды. При этом в одной из ниток рыбохода. С этой целью он включает три нитки с различным количеством маршевых камер в каждой из них (рис.3) [3].

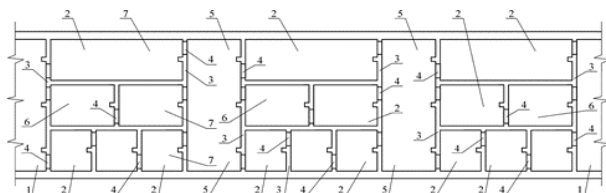


Рис. 3. Трех ниточный рыбоход на виде в плане: 1 – рыбоходный тракт; 2 – камеры рыбохода; 3 – поперечные стенки; 4 – вливыные отверстия; 5 – промежуточные бассейны; 6 – блоки рыбохода; 7 – нитки рыбохода.

Работа рыбохода: различное количество маршевых камер в каждой нитке рыбопропускного блока обеспечивает при любых возможных колебаниях уровней бьефов и перепада между ними, формировать оптимальный для движения рыб привлекающий скоростной режим течения воды хотя бы в одной из ниток. Это позволяет рыбе, ориентируясь на наиболее благоприятную по величине скорость привлекающего течения, самой выбирать оптимальную для себя траекторию движения по рыбоходу.

Таким образом, выполнение многониточного рыбохода с симметрично выполненными и размещенными конструктивно - функциональными элементами позволяет с минимальными энергетическими и эксплуатационными затратами одинаково эффективно организовать проход мигрантов через створ ПЭС в обоих направлениях в соответствии с их в данный момент предпочтениями.

Список источников

1. Введенский О.Г. Использование гидравлических струй для совершенствования технологии работы рыбоходных сооружений. Йошкар-Ола: ПГТУ. 2014.
2. А.с. 1587122 СССР, МПК⁵ E02B 8/08. Рыбоход/ Б.С. Малеванчик, А.В. Иванов (РФ)// Бюллетень изобретений. 1990. № 31.
3. А.с. 1557249 СССР, МПК⁵ E02B 8/08. Рыбоход/ Б.С. Малеванчик, А.В. Иванов (РФ)// Бюллетень изобретений. 1990. № 14.

Синуткин Д.Н.

Научный руководитель: Поздеев А.Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ОТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРА

Аннотация. Для расчета параметров гидравлического удара применены информационно-технологические решения в MathCad. Предложен вариант установки предохранительного клапана для ограничения повышения напора в водоводе.

Ключевые слова: гидравлический удар, защита от гидроудара, предохранительный клапан, Mathcad

С целью устранения отрицательных последствий гидравлического удара применяются различные противоударные мероприятия [1], включая применение предохранительных клапанов, вантузов и т.п. Сложность условий возникновения гидравлического удара, его развития и предупреждения вызывают необходимость автоматизации расчета происходящих процессов, что делает тему настоящей работы актуальной.

Цель работы состоит в разработке автоматизированных методик расчета противоударных устройств.

Ниже представлен листинг расчета гидроудара в водопроводной сети при установке предохранительного клапана в MathCad.

Исходный полный напор в трубопроводе перед закрытием затвора $H := H_0 - \Delta H_0 = 97.042$ м.

Превышение оси клапана над уровнем воды в водоприемнике $z_k := 2$ м.

Максимальный напор относительно оси обратного клапана

$$H_{\text{макс}1} := 2 \cdot H + z_k + 8 = 204.1 \text{ м}, \quad H_{\text{макс}2} := 2 \cdot H + z_k + \frac{a \cdot v_0}{g} = 313.3 \text{ м}.$$

$$H_{\text{макс}} := \begin{cases} H_{\text{макс}1} & \text{if } \frac{a \cdot v_0}{g} \geq H + z_k \\ H_{\text{макс}2} & \text{if } \frac{a \cdot v_0}{g} < H + z_k \end{cases}, \quad H_{\text{макс}} = 204.1 \text{ м}.$$

Допустимый напор в водоводе $H_{\text{доп}} := 200$ м.

$$\text{Трубопровод} := \begin{cases} \text{"разрушен"} & \text{if } H_{\text{макс}} < H_{\text{доп}} \\ \text{"неразрушен"} & \text{otherwise} \end{cases}.$$

Трубопровод = "неразрушен". Температура воды $t_B := 14$ °C.

Регрессионная зависимость плотности воды от температуры

$$\rho(t_B) := (1000 - 0.062 \cdot t_B - 0.00355 \cdot t_B^2), \quad \rho := \rho(t_B) = 998.4 \text{ кг/м}^3.$$

Динамическая вязкость воды $\mu(t) := 0.59849 \cdot (43.252 + t)^{-1.5423}$,
 $\mu := \mu(t_B) = 0.00116 \text{ Па}\cdot\text{с}.$

Кинематическая вязкость воды $\nu := \mu / \rho = 1.166 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$

Среднее значение числа Рейнольдса $Re := \frac{v_0 \cdot d}{\nu} = 3.371 \times 10^5.$

Показатель степени в законе сопротивлений $m_L := 1$, $m_H := 1.75$, $m_T := 2$.

$$m := \begin{cases} m_L & \text{if } Re \leq 2000 \\ m_H & \text{if } 2000 < Re < 4000, m = 2. \\ m_T & \text{otherwise} \end{cases}$$

Число точек отбора на участке $n := 3$.

Интервал между точками отбора $l := L / n = 333.333 \text{ м}.$

$N_1 := (1 + 1/n) = 1.333$, $N_2 := 1/6 \cdot (1 + 1/n) \cdot (2 + 1/n) = 0.519$.

Путевой расход по участку $Q_H := q \text{ м}^3/\text{ч}.$

Транзитный расход по участку $Q_{Tp} := 0.1 \cdot Q_H \text{ м}^3/\text{ч}.$

$$\beta := \sqrt{(Q_{Tp} / Q_H)^2 + N_1 \cdot Q_{Tp} / Q_H + N_2 - Q_{Tp} / Q_H} = 0.714.$$

Расчетный расход на участке $Q_p := Q_{Tp} + \beta \cdot Q_H = 0.1 \text{ м}^3/\text{ч}.$

Параметр расхода водопроводных труб, $(\text{с}/\text{м}^3)^2$

$$A := \begin{cases} 36 & \text{if } 0 < d \leq 150 \\ 9.6 & \text{if } 150 < d \leq 200 \\ 2.56 & \text{if } 200 < d \leq 250 \\ \dots & \end{cases}$$

Потери напора $h_d := A \cdot L \cdot (Q_p / 3600)^m = 1.577 \times 10^{-5} \text{ м}.$

Коэффициент сопротивления на участке от подключения к насосной станции до предохранительного клапана $\xi_{Tp} := 2 \cdot h_d / v_0^2 = 1.837 \times 10^{-5}.$

Коэффициент допустимого напора $\alpha_{доп} := H_{доп} / H_{макс} = 0.98.$

Коэффициент сопротивления клапана и отводящего трубопровода

$$\xi_c := (2 \cdot a^2 / g \cdot H_{\text{макс}}) \cdot (\alpha_{\text{доп}} / (1 - \alpha_{\text{доп}})^2) - \xi_{\text{тр}} = 1.883 \times 10^6.$$

Максимальный напор при сбросе воды через клапан

$$H_{\text{пр}} := H_{\text{макс}} \cdot \left[1 - \frac{a^2 \cdot \left[\sqrt{\frac{2 \cdot g}{a^2} \cdot H_{\text{макс}} \cdot (\xi_c + \xi_{\text{тр}})} + 1 - 1 \right]}{g \cdot H_{\text{макс}} \cdot (\xi_c + \xi_{\text{тр}})} \right] = 200 \text{ м.}$$

Максимальное повышение напора $\Delta H_{\text{макс}} := a \cdot v_0 / g + 2 \cdot H = 311.3 \text{ м.}$

Если предохранительный клапан, установленный у обратного клапана в начале водовода для ограничения повышения напора, не защищает от повышения напора в других точках, то максимальный напор в водоводе $\Delta H_{\text{макс}} := 2 \cdot H + 0.5 \cdot (\Delta H_{\text{пр}} + a \cdot v_0 / g) = 311.3 \text{ м.}$

Коэффициент сопротивления сбросного устройства не должен превосходить $\xi_{\text{сб}} := 2 \cdot g \cdot (H + \Delta H_{\text{пр}} - z_k) / (v_0 + g \cdot (2 \cdot H - \Delta H_{\text{пр}}) / a) = 1920.$

Выполнена оценка гидравлического удара при использовании противоударных мероприятий. В качестве исходной величины при этом выбран полный напор в трубопроводе перед закрытием затвора. Максимальный напор в водоводе, оборудованном обратным клапаном, при отсутствии разрывов сплошности потока не может превышать величины уровня воды в водоприемнике. Составлено логическое условие сохранения целостности трубопровода и установлено его сохранение.

Введено число точек отбора расхода на участке и интервал между точками отбора. Распределение расхода произведено из точек отбора, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Найден расчетный расход участка. Введен параметр расхода водопроводных труб и вычислены потери напора на участке распределения расхода. Рассчитан суммарный коэффициент сопротивления водовода на участке от подключения к насосной станции до места установки предохранительного клапана и максимальный допустимый напор при сбросе воды через клапан.

Список источников

1. Смирнов Д.Н., Зубов Л.Б. Гидравлический удар в напорных водоводах. – М.: Стройиздат, 1975. – 128 с.

Снигирева А.А.

Научный руководитель: Поздеев А.Г., д-р техн. наук, профессор
 Поволжский государственный технологический университет

ВИНТОВОЙ ПОТОКООБРАЗОВАТЕЛЬ

Аннотация. Предложена конструкция винтового потокообразователя, параметры струйного устройства определены по методике расчета судовых движителей в MathCad.

Ключевые слова: потокообразователь, гребной винт, кинематика потока, размыв в нижнем бьефе, MathCad

Нарушение естественного гидравлического режима водотоков, связанное с пространственным сопряжением бьефов, приводит к формированию воронок размыва за рисбермой в отводящем русле водосливных плотин гидротехнических сооружений. В связи с этим совершенствование способов управления русловыми процессами является актуальным. Целью работы является автоматизация расчетов кинематических характеристик устройств гашения энергии потока.

Недостатками известных винтовых ускорителей [1] являются уменьшение скорости вдоль оси возбуждаемого потока и большая затрата мощности на единицу длины возбуждаемого потока. Предлагаемый потокообразователь позволяет устранить отмеченные недостатки и способен выполнять функции гасителя скорости поверхностной части потока.

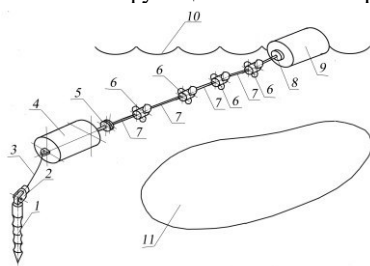


Рис. 1. Винтовой потокообразователь

Донная опора 1 с винтовым якорем служит для удержания винтового потокообразователя (рис. 1) в заданном положении относительно воронки размыва 11. Донный присоединительный канат 3 посредством шарнира 2 соединяет винтовой якорь с плавучей емкостью с подшипниковым узлом 4, которая удерживает нижний конец гибкого

гребного вала 7 с помощью соединительной муфты 5. На гребном гибком валу распределены винты 6. Вал соединен с погружным

электродвигателем 9 в плавучей емкости через подшипниковый узел 8. Все устройство погружено под свободную поверхность 10 и располагается над воронкой размыва 11. Вращение ближайшего к корпусу винта вызывает появление восходящего потока жидкости, движущегося к следующему винту. За счет расширения струи на участке между соседними винтами, а также за счет вязкой диссипации энергии струи происходит уменьшение скорости возбуждаемого потока по гиперболическому закону [1] $V_1 = \varphi V_0 d_0 / l$, где V_0 – скорость струи вблизи винта; V_1 – скорость в сечении на расстоянии l от плоскости винта; φ – опытная константа; d_0 – диаметр струи вблизи винта. Действие каждого следующего винта приводит к поддержанию возбужденного предыдущим винтом потока. В результате падение продольной скорости V_1 происходит лишь в интервалах между винтами на расстоянии l . При действии восходящей струи в направлении вниз по течению происходит перераспределение скоростного поля таким образом, что у дна скорости понижаются и, при сохранении баланса количества движения, повышаются в верхней части потока. Таким образом, придонные скорости становятся ниже размывающих.

Параметры струйного устройства с распределенными винтами определены по методике расчета судовых движителей [1] в MathCad.

Число винтов $n_b := 10$.

Интервал распределения винтов на гребном валу $l_b := 10$ м.

Средняя продольная скорость возбуждаемого потока принимается равной скорости, возбуждаемой базовым ускорителем [1], $V_{lcp} := 1.098$ м/с.

Начальное приближение $V_{bo} := 1$ м/с, $V_{lb} := 1$ м/с.

Given

Конечная скорость возбуждаемого потока $V_{lb} = \varphi_{II} \cdot (V_{bo} \cdot D) / l_b$ м/с.

Средняя скорость возбуждаемого потока $V_{lcp} = (V_{bo} + V_{lb}) / 2$ м/с.

$$\text{Find}(V_{bo}, V_{lb}) = \begin{pmatrix} 1.309 \\ 0.888 \end{pmatrix}.$$

Начальная скорость возбуждаемого потока $V_{bo} := 1.309$ м/с.

Коэффициент засасывания насадка $t_{boh} := 0$ (винт без насадка).

Коэффициент засасывания корпуса $t_{bo} := (1 - C_f) \cdot \psi / 2 = 0.056$.

Коэффициент засасывания винта на швартовых
 $t_{bok} := t_o - t_{bo} = 0.056$.

Упор отдельного винта $P_{BK} := \rho \cdot F_p \cdot V_{BO}^2 = 49.416 \text{ кГ}$.

Скорость потока $V_{BPO} := \frac{t_{BOK} \cdot (2 + t_{BOK})}{1 + t_{BOK}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_{BK}}{\rho \cdot F_p \cdot (1 + t_{BOK})}} = 0.195 \text{ м/с}$.

Упор винта $P_B := P_{BK} / (1 + t_{BOK}) = 46.816 \text{ кГ}$.

Коэффициент задания $K_d := D \cdot V_{BPO} \cdot \sqrt{\rho / P_B} = 0.173$.

При числе лопастей z и дисковом отношении θ по диаграмме систематических испытаний моделей винтов получим поступь винта $\lambda_p := 0.05$, шаговое отношение $p_B := 0.5$ и к.п.д. винта $\eta_{BP} := 0.2$ [1].

Коэффициент нагрузки винта на швартовых $\sigma_{BPO} := \left[\frac{1 + t_{BOK}}{t_{BOK} \cdot (2 + t_{BOK})} \right]^2$.

Потребляемая мощность $N_{BP} := 0.534 \cdot \sigma_{BPO} \cdot D^2 \cdot V_{BPO}^3 / \eta_{BP} = 0.608 \text{ л.с.}$

Мощность электродвигателя $N_{вэд} := \frac{n_B \cdot N_{BP}}{1.36 \cdot \eta_T \eta_B} = 4.853 \text{ кВт}$.

Общая длина возбуждаемого потока $L_B := n_B \cdot l_B = 100 \text{ м}$.

Коэффициент качества проектного варианта $K_B := L_B / (n_B \cdot N_{BP}) = 16.442 \text{ м/л.с.}$

Коэффициент качества базового варианта $K_y := L / N_p = 4.193 \text{ м/л.с.}$

Повышение коэффициента качества $n_K := K_B / K_y = 3.921$.

Удельные затраты мощности на единицу длины возбуждаемого потока базового ускорителя $N_y := N_{эд} / L = 0.195 \text{ кВт/м}$.

Удельные затраты мощности на единицу длины возбуждаемого потока проектного потокообразователя $N_{By} := N_{вэд} / L_B = 0.049 \text{ кВт/м}$.

Снижение удельных затрат мощности на единицу длины возбуждаемого потока $n_N := N_y / N_{By} = 4.025 \text{ раз}$.

Установлено, что скорость струи при работе потокообразователя на дистанции 100 м изменится от 0,95 м/с до 1,4 м/с, а неравномерность скорости вдоль струи не изменяется более чем на 30%.

Список источников

1. Поздеев А.Г. Гидродинамические средства обустройства акваторий: монография/ А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 164 с.

Темнова Е.Б.

Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОГОЛОВОК РЫБОПРОПУСКНОГО СООРУЖЕНИЯ

Аннотация. Решается проблема совершенствования конструкций входных оголовков рыбопропускных сооружений с помощью применения гидравлических струй.

Ключевые слова: рыбопропускное сооружение, миграция рыбы, гидроузел, водохранилище

Рыбопропускные сооружения (РПС), как известно, предназначены для пропуска мигрирующих рыб к местам нереста и нагула через естественные или искусственные препятствия на пути их следования. РПС строят на естественных перепадах рек, в составе речных или морских гидроузлов, а также при рыбоводных хозяйствах. Различают два основных вида РПС: рыбоходы, в которых рыба перепад уровней воды преодолевает самостоятельно и рыбоподъемники, в которых перепад преодолевается путем принудительного перемещения рыб (шлюзования или транспортирования). Вне зависимости от типа рыбоподъемные и рыбоходные сооружения должны обеспечивать выполнение ряд требований, важнейшие из которых следующие [1, 2]:

- соответствие биологическим особенностям рыб;
- обеспечение оптимальных условий для привлечения к РПС необходимого количества рыб определенного вида и размера с максимально возможной акватории нижнего бьефа;
- создать условия для накопления и перемещения рыб по их трактам;
- обеспечить эффективные и безопасные условия для преодоления рыбами перепада уровней на сооружении;
- создать условия для выхода рыб из РПС и др.

Основным элементом рыбопропускного сооружения, отвечающим за обеспечение благоприятных условий для входа рыб в рыбопропускное сооружение и за привлечение их к нему как можно с большей акватории нижнего бьефа, является входной оголовок. Применяемые на сегодняшний день устройства входных оголовков РПС конструктивно обеспечивают (в плане и по высоте) сопряжения рыбонакопителя или рыбоход-

ного тракта с руслом реки или дном водоема, а также осуществляют гидравлическое сопряжение спутного и привлекающего потоков. Это позволяет создать достаточно благоприятные гидравлические условия для входа мигрирующих рыб в РПС. Однако, на действующих рыбопропускных сооружениях ширина входного оголовка, как правило, принимается равной ширине рыбоходного тракта или ширине рыбонакопительного лотка. По этой причине скорость привлекающего потока на входе в РПС соответствует средней скорости потока в рыбоходном тракте, значение которой близко к крейсерской скорости.

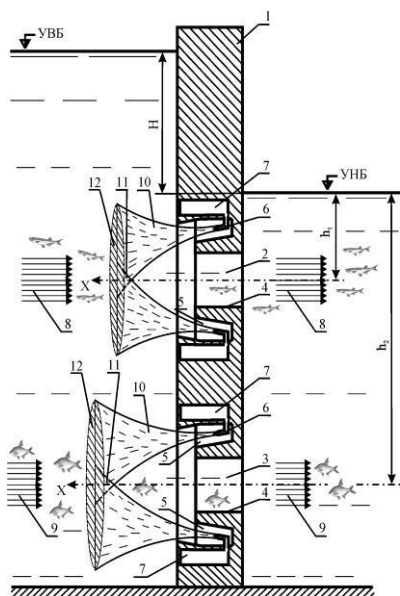


Рис. 1. Схема входного оголовка на разрезе: 1 – входная разделительная стенка (входной оголовок); 2 – вливное отверстие верхнего яруса; 3 – вливное отверстие нижнего яруса; 4 – потокоформирующий фартук; 5 – галерея; 6 – струеобразующие насадки; 7 – напорные коллекторы; 8 – привлекающий поток в верхнем слое водотока; 9 – привлекающий поток в нижнем слое водотока; 10 – гидравлические струи; 11 – противоток; 12 – зона «частично равных давлений»; H – величина напора на входной стенке входного оголовка РПС; h_1 – величина затопления вливного отверстия верхнего яруса; h_2 – величина затопления вливного отверстия нижнего яруса

Применение гидравлических струй при работе входных оголовков РПС будет способствовать стабилизации гидравлических условий для успешного

привлечения рыб в рыбопропускное сооружение. Суть данной технологии заключается в нейтрализации встречного течения во вливных отверстиях рыбопропускного сооружения гидравлическими струями [2, 3]. Гидравлические струи, истекая из струеобразующих насадков, установленных по периметру вливного отверстия, выполненного в поперечной перегородке, образующей локальный перепад, и взаимодействуя между собой, образуют перед вливным отверстием со стороны верхнего бьефа зону «частично равных давлений». Зона «частично равных давлений» обеспечивает беспрепятственный пропуск мигрирующей рыбы через локальный перепад в сторону верхнего бьефа. Такой подход в использовании гидравлических струй позволит в одной входной разделительной стенке РПС выполнить несколько вливных отверстий различных размеров и расположенных на различной глубине водотока (рис. 1).

Помимо того, гидравлические струи позволяют создавать в данных вливных отверстиях различные гидравлические условия, соответствующие плавательной способности тому виду рыб, которых привлекают в РПС через конкретное вливное отверстие в нужном слое водотока. Причем гидравлические условия во входной части РПС не будут зависеть от колебаний бьефов гидроузла [5].

Список источников

1. Введенский О.Г. Организация миграционного цикла рыб в составе рыбоохранного комплекса гидроузла// Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. –2014. – №4. – С. 74-84.
2. Введенский О.Г. Водопропускное сооружение рыбоходно-нерестового канала// Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Вып. 4. – С. 137 – 142.
3. Введенский О.Г. Конструкции рыбоходов с противотечением на основе экологической технологии использования гидравлических струй// Инженерная экология. –2010. – №3. – С. 17 – 30.
4. Пат. 2363806 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропускa рыб с разной плавательной способностью в рыбоход/ О.Г. Введенский (РФ). – №2008107291/03; Заявлено 26.02.2008; Опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22. – 10с.
5. Пат. 2363807 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Входной оголовок рыбохода (варианты)/ О.Г. Введенский (РФ). – №2008108567/03; Заявлено 04.03.2008; Опубл. 10.08.2009, Бюл. № 22. – 42с.

Шолнеров К.С.

Научный руководитель: Кузнецова Ю.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ АЭРАЦИИ ВОДОЕМОВ ПРИ ЭЖЕКТИРОВАНИИ ВОЗДУХА ПАДАЮЩИМИ КАПЛЯМИ

Аннотация. В автоматизированном режиме определены скорости фаз и содержание воздуха в двухфазной аэрированной струе. Построены зависимости коэффициента содержания воздуха и осевой скорости от продольной координаты.

Ключевые слова: аэрация водоемов, двухфазная струя, содержание воздуха, осевая скорость, объемный расход, MathCad

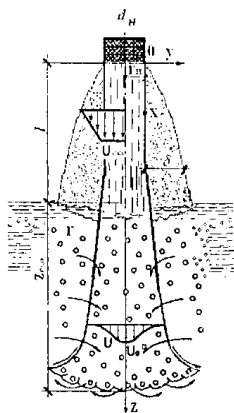


Рис. 1. Формирование двухфазной струи и образование пузырьков

Рис. 1. Формирование двухфазной струи и образование пузырьков
осевая координата струи, отсчитываемая от свободной поверхности, $z := 0,0,1..1$ м. Безразмерная координата $\eta(z) := z \cdot a / r$. Коэффициент отклонения профиля содержания воздуха от профиля скорости в сечении струи $\lambda := 0,8$

Решение системы уравнений динамики количества движения двухфазной струи, сохранения объемного расхода позволяет определить

На глубине $z_{\max}$ подъемная сила всплывания воздушных пузырьков оказывается больше сил инерции падающей двухфазной струи и пузырьки всплывают вверх в пределах цилиндрического объема с основанием равным живому сечению в створе остановки струи (рис. 1) [1].

Ниже представлен листинг расчета, реализованного в среде MathCad.

Начальный радиус струи $r := 0,05$ м. Экспериментальная постоянная $a := 0,2$ м. Длина струи, отсчитываемая от свободной поверхности, $l := 1,5$ м. Вертикальная

осевые скорости, содержание воздуха в струе и объемный расход воздуха, эжектируемый струей воды.

Ускорение свободного падения $g := 9.81 \text{ м/с}^2$. Плотность жидкой фазы $\rho_{\text{ж}} := 1000 \text{ кг/м}^3$. Импульс в выходном сечении насадка $J_0 := 20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Объемный расход воздуха $Q_{\text{в}} := 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

Осевая продольная скорость струи

$$U_0(z) = \sqrt[3]{\left((4/z) \cdot \sqrt{J_0 / \rho_{\text{ж}}}\right)^3 - 27 \cdot (g \cdot Q_{\text{в}}) / z}, \text{ м/с.}$$

Скорость движения воздуха (рис. 2) $U(z) = U_0(z) \cdot \exp(-\eta(z)^2)$, м/с.

Осевой коэффициент содержания воздуха в струе

$$\varphi_0(z) = \frac{Q_{\text{в}} / (1 + 0.1 \cdot z)}{\sqrt[3]{\left(0.278 \cdot z \sqrt{J_0 / \rho_{\text{ж}}}\right)^3 - 9.14 \cdot 10^{-3} \cdot z^5 \cdot g \cdot Q_{\text{в}}}}.$$

Коэффициент содержания воздуха (рис. 3) $\varphi(z) := \varphi_0(z) \cdot \exp\left[-(\lambda \cdot \eta(z))^2\right]$.

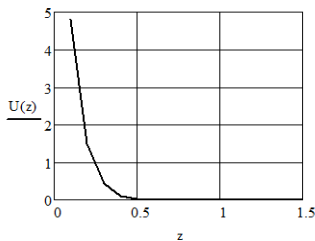


Рис. 2. Зависимость скорости воздуха от продольной координаты струи

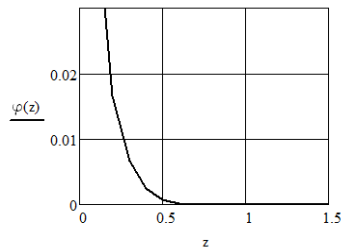


Рис. 3. Зависимость коэффициента содержания воздуха в струе от продольной координаты струи

При равенстве нулю импульса в начальном сечении осевая скорость $U_0(z) = 3 \cdot \sqrt[3]{g \cdot Q_{\text{в}} / z}$, м/с.

При равенстве нулю импульса в начальном сечении содержание воздуха $\varphi_0(z) = (4.78 / (1 + 0.1 \cdot z)) \cdot \sqrt[3]{Q_{\text{в}}^2 / (g \cdot z^5)}$.

Площадь сечения струи в срезе насадка $S_{\text{н}} := \pi \cdot r^2 = 7.854 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Степень аэрации струи $K := Q_{\text{в}} / Q_{\text{ж}} = 0.05$.

Объемный расход жидкой фазы в струе $Q_{\text{ж}} := Q_{\text{в}} / K = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

Скорость жидкой фазы на срезе насадка $U_{\text{нас}} := Q_{\text{ж}} / S_{\text{н}} = 0.509 \text{ м/с}$.

Число Фруда струи в срезе насадка $Fr := U_{\text{нас}}^2 / (2 \cdot g \cdot r) = 0.264$.

Максимальная глубина проникновения двухфазной струи под свободную поверхность $z_K := 2.24 \cdot r \cdot \sqrt{Fr / K} = 0.258$ м.

Температура воды $t_B := 10$ °С.

Регрессионная зависимость плотности воды ρ , кг/м³, от температуры $\rho(t_B) := (1000 - 0.062 \cdot t_B - 0.00355 \cdot t_B^2)$. $\rho := (\rho(t_B)) = 999$ °С.

Динамическая вязкость воды $\mu(t_B) := 0.59849 \cdot (43.252 + t_B)^{-1.5423}$.
 $\mu := \mu(t_B) = 1.302 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

Кинематическая вязкость воды $\nu := \mu / \rho = 1.303 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Число Рейнольдса струи в срезе насадка $Re := (2 \cdot U_{\text{нас}} \cdot r) / \nu = 39090$.

Толщина ламинарного пограничного слоя $\delta_L := (5 \cdot \nu) / \sqrt{Re} = 0.038$ м.

Толщина турбулентного пограничного слоя $\delta_T := (0.37 \cdot \nu) / \sqrt[5]{Re} = 0.067$ м.

Отсюда коэффициент гидравлического трения

$$\delta := \begin{cases} \delta_L & \text{if } Re \leq 10^5 \\ \delta_T & \text{otherwise} \end{cases}, \delta = 0.038.$$

Показатель степенного закона распределения скоростей в ламинарном режиме – $n_L := 1$, в турбулентном режиме – $n_T := 1/7$.

Объемный расход воздуха, эжектируемый струей воды, м³/с

$$Q_{\text{вт}} := \frac{2}{n_T + 1} \cdot \pi \cdot U_{\text{нас}} \cdot r \cdot \delta_T \cdot \left(1 + \frac{1}{n_T + 2} \cdot \frac{\delta_T}{r} \right) = 0.015 \text{ м}^3/\text{с},$$

а в ламинарном режиме по аналогичной зависимости $Q_{\text{вл}} = 3.802 \cdot 10^{-3}$.

Таким образом, на основании автоматизированного расчета определяются объемы аэрации водоемов за счет эжектирования воздуха падающими каплями, формирующимися при разрушении струй, направленных вертикально вниз, и образующих воздушные пузырьки, движущиеся в двухфазной конической струе внутри жидкости.

Список источников

1. Помогаева В.В. Повышение эффективности струйной аэрации естественных водоемов и биологических прудов: Автореферат дис... канд. техн. наук: 05.23.04/ В.В. Помогаева. – Москва, 2009. – 16 с.

Шубин А.Е.

Научный руководитель: Введенский О.Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОУЗЛА НА РЕКЕ АШЛАНКА МАРИ-ТУРЕКСКОГО РАЙОНА РМЭ

Аннотация. Разработаны мероприятия по реконструкции гидроузла на реке Ашланка, предложена конструкция водосброса с выполнением гидравлического расчета, представлены мероприятия по организации строительных работ на объекте.

Ключевые слова: реконструкция гидроузла, капитальный ремонт, гидравлический расчет, организация строительных работ

Удовлетворение потребностей населенных пунктов в воде, а также обеспечение высоких санитарных качеств питьевой воды требуют тщательного выбора природных источников, их защиты от загрязнения и надлежащей очистки воды на водопроводных сооружениях. Составлен перечень гидротехнических сооружений Республики Марий Эл, представляющих потенциальную угрозу объектам экономики. Гидроузел на реке Ашланка включен в этот перечень, вследствие чего будет произведен его капитальный ремонт. Цель работы состоит в оценке технического состояния и разработке мероприятий по реконструкции гидроузла.



Рис.1. Водосбросная труба



Рис.2. Ковшовый оголовок водосброса

Оценка состояния гидроузла выявила необходимость проведения следующих работ:

- по водосбросному сооружению выполнить ремонт ковша, водовода и выходной части (рис. 1, 2);
- капитальный ремонт ледозащиты;

- ремонт колодцев донного водоспуска, замена запорной арматуры, ремонт выходной части;
- ремонт крепления верхового и низового откосов земляной плотины (рис. 3-5) и направляющей шпоры;
- ремонт гребня плотины.



Рис. 3. Промоина на низовом откосе плотины

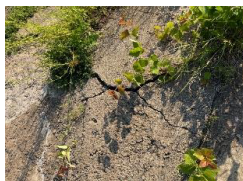


Рис. 4. Дефекты плитного крепления откоса

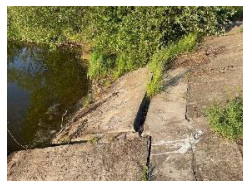


Рис. 5. Дефекты плитного крепления откоса

Ниже представлен гидравлический расчет трубчатого ковшового водосброса, включая определение размеров водосливного оголовка, диаметра труб и расчет водобойного колодца в нижнем бьефе [1].

Длина водослива для нормального режима работы сооружения

$$L = \frac{Q}{\sigma_{\Pi} m H (2gH)^{\frac{1}{2}}} = \frac{30}{0,94 \cdot 0,36 \cdot 0,68 \cdot (2 \cdot 9,81 \cdot 0,68)^{\frac{1}{2}}} = 34 \text{ м},$$

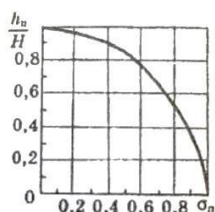


Рис. 6. Коэффициент подтопления

где σ_{Π} – коэффициент подтопления (рис. 6); m – коэффициент расхода; H – напор на пороге водослива, м; Q – пропускная способность труб.

Задаваясь количеством труб и их размерами, определяем скорость движения воды в трубе

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{30}{1,54 \cdot 3} = 6,5 \text{ м/с},$$

где ω – площадь живого сечения потока, м^2 .

Полные потери напора

$$h_w = \left(\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + \lambda \frac{1}{d} \right) \frac{v^2}{2g} = \left(0,2 + 0,5 + 0,02 \frac{45}{1,4} \right) \frac{6,5^2}{2 \cdot 9,81} = 3,5 \text{ м},$$

где $\xi_{\text{вх}}$ – коэффициент сопротивления при плавном входе; $\xi_{\text{вых}}$ – коэффициент сопротивления при выходе; λ – коэффициент гидравлического трения, l – длина трубы, м; d – диаметр трубы, м.

Определение потребности в строительных ресурсах (табл. 1-3).

Таблица 1. Показатели затрат труда и основных ресурсов

Наименование показателей	Ед. изм.	Количество
Общие затраты труда	чел - час	4346,0
Сметная з/плата рабочих машинистов	тыс. руб.	463,54
Необходимое количество основных рабочих	чел.	4
Продолжительность работы	мес.	6

Таблица 2. Ведомость потребности в строительных машинах и механизмах

Наименование показателей	Мощности	Потребность шт.
Бульдозер	96 квт	1
Кран	МТТ-16	1
Экскаватор с ковшом 0,25 м3	ЭО-2621	1
Сварочный агрегат	ЛДД-303	1
Компрессорная станция передвижная	ПКС-5	1
Молоток отбойный	пневматический	1
Трактор	Т-130	1
Вагончик строительный	6 х 3	1
Туалет на 2 места сборно-разборный	3 х 2	1

Таблица 3. Ведомость потребности в автотранспорте

Наименование показателей	Ед. изм.	Потребность шт.
Автотранспорт грузовой – всего	авто-	2
в том числе:	тонна/	
- бортовой (КамАЗ-5320)	“	1
- специализированный самосвал (КамАЗ-55111)	“	1
Прочие автомашины	шт.	1

Выполнение намеченных в проекте капитальных ремонтных работ по основным сооружениям гидроузла не вызовет изменения основных технико-экономических показателей гидроузла, но значительно повысит их надежность и долговечность, увеличит безаварийный срок службы и безопасность эксплуатации.

Список источников

1. Водопропускные сооружения гидроузлов с глухими грунтовыми плотинами: конспект лекций / В.П. Сапцин. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный университет, 2013. – 180 с.

Секция «СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ»

УДК 625.7

Акчурин Н.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОСТАВ И СТРУКТУРА НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ

Аннотация: Рассмотрен состав нефтяных битумов и влияние компонентов вяжущего на его характеристики.

Ключевые слова: битум, асфальтены, коллоидная система, дисперсная среда

Физико-механические, технические, технологические и эксплуатационные свойства всех материалов определяются их составом и структурой. Это относится и к битумным вяжущим, основой которых является чистый битум.

Битумы представляют собой сложную смесь высокомолекулярных углеводородов нефтяного происхождения, а также их производных, содержащих кислород, серу, азот и металлы (ванадий, железо, никель, натрий и др.) [1].

Элементный химический состав битумов, % по массе: углерода 80 – 85; водорода 8 – 12; кислорода 0,2 – 4; серы 0,5 – 10; азота 0,2 – 0,4.

Содержание некоторых металлов в асфальтовых концентратах нефти составляет, % по массе: ванадия 0,22; никеля 0,115; железа 0,110; кальция 0,054 [2].

Средняя молекулярная масса битумов составляет 700 – 800, истинная плотность – около 1000 кг/м³.

Из битумов обычно выделяют следующие группы углеводородов: масла, смолы (бензолные и спиртобензолные), асфальтены, реже асфальтогеновые кислоты и их ангидриды, карбены и карбоиды.

Примерный групповой состав дорожного битума, % по массе: масла 40 – 60; смолы 20 – 40; асфальтены 10 – 30, карбены и карбоиды 1 – 3; асфальтогеновые кислоты и их ангидриды до 1.

Каждая из групп углеводородов – асфальтены, смолы и масла представляет собой, также, как и вяжущее в целом, сложную смесь многих углеводородов различной молекулярной массы [3].

По классификации А.С. Колбановской различают битумы I, II, III

структурных типов, которые можно отождествлять с коллоидными системами гель, золь и золь-гель.

Механизм стабилизации битумной коллоидной системы можно объяснить тремя факторами:

1. Образование на поверхности частиц двойного электрического слоя, обуславливающего возникновение энергетического барьера, который препятствует сближению частиц на расстояние, где действуют интенсивные молекулярные силы притяжения - теория устойчивости коллоидных растворов Б.В. Дерягина и Л.Д. Ландау.

2. Образование на поверхности частиц достаточно мощного сольватного слоя из молекул среды; эта сольватная оболочка исключает слипание частиц при соударении, как в результате своих упругих свойств, так и вследствие того, что на границе сольватного слоя и свободной среды отсутствует сколько-нибудь заметное поверхностное натяжение.

3. Образование на поверхности частиц адсорбционной оболочки, обладающей структурной вязкостью при малых градиентах скорости и представляющей собой структурно-механический барьер (положение, разработанное А.А. Ребиндером).

Для характеристики степени коллоидности битума используют показатель - индекс пенетрации. По индексу пенетрации битумы подразделяют на три группы:

1. Битумы с индексом пенетрации менее -2, не имеющие дисперсной фазы или содержащие сильно пептизированные асфальтены. Это битумы типа «золь».

2. Битумы с индексом пенетрации от -2 до +2, битумы типа «золь-гель». Это остаточные и мало окисленные битумы.

3. Битумы с индексом пенетрации более +2 имеют выраженные коллоидные свойства «гелей». Чаще всего это окисленные битумы.

Список источников

1. Золотарев В.А. Дорожные битумные вяжущие и асфальтобетоны: в 2 ч. Ч.1: Дорожные битумные вяжущие: учебник / В.А. Золотарев. – Х.: ХНАДУ, 2014. – 180 с.

2. Битумные материалы. Асфальты, смолы, пеки. / Под ред. А. Дж. Хойберга. Пер. с англ. – М.: Химия, 1974. – 247 с.

3. Аверко-Антонович Ю.А., Аверко-Антонович Л.А. Практикум по физике и химии высокомолекулярных соединений // Методические указания. – Казань, 1989. – 30 с.

Акчурина Н.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМА

Аннотация: *Описана принципиальная технологическая схема для приготовления ПБВ. Отмечается эффективность схемы, которая заключается в набухании полимерных частиц в дисперсной битумной среде.*

Ключевые слова: *полимерно-битумное вяжущее, смеситель, полимерный пластификатор*

Существующие способы получения полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) на большинстве асфальтобетонных заводах не приспособлены к быстрому и эффективному растворению полимеров в битуме. Наиболее удобной и надежной является схема получения ПБВ с использованием коллоидной мельницы.

Известны два способа приготовления ПБВ. По первому основному способу все компоненты ПБВ, согласно установленному ранее составу, перемешиваются в одной емкости. Если в состав вяжущего входит пластификатор, то его вводят в битум в первую очередь, перемешивают до однородного состояния, а затем при постоянном перемешивании порционно добавляют полимер в виде крошки или порошка [1].

По второму способу предварительно готовят РП или БРП той концентрации, которая была установлена при подборе состава ПБВ, а затем раствор вводят в обезвоженный и нагретый битум, после чего в конце процесса – ПАВ и перемешивают смесь до однородного состояния. Необходимо отметить, что в лабораторных условиях на приготовление однородного ПБВ по второму способу требуется примерно в 2 раза меньше времени, чем по первому.

Для составления технологической схемы выбран первый способ приготовления, так как используемый в опыте полимер поставляется в порошкообразном виде.

Для приготовления ПБВ можно использовать любую обогреваемую емкость, оборудованную механической мешалкой, в том числе битум-

ные котлы и реакторы бескомпрессорных установок типа Т-309. Площадь горловины емкостей для приготовления и хранения РП, БРП, МБВ должна быть не менее $0,3 \text{ м}^2$. Крышка емкости должна открываться полностью, обеспечивая свободную загрузку материалов и возможность осмотра дна и стенок емкости. На крышке необходимо предусмотреть небольшие герметично закрывающиеся клапаны для замера уровня и отбора проб сырья, а также готового МБВ. Пластификатор, битум или сырье загружают в емкость не более чем на $0,7$ ее объема.

Коллоидные мельницы, которые обеспечивают измельчение полимера в процессе приготовления ПБВ, увеличивая удельную поверхность контакта смешиваемых компонентов, и соответственно ускоряются процессы набухания и растворения полимера. Использование оборудования такого типа позволяет получать ПБВ с регламентированными техническими требованиями [2]. Коллоидная мельница должна обладать обогревом проходящего ПБВ, регулировкой зазора, термостатом для регулировки температуры, эффектом выкачки для циркуляции между емкостями.

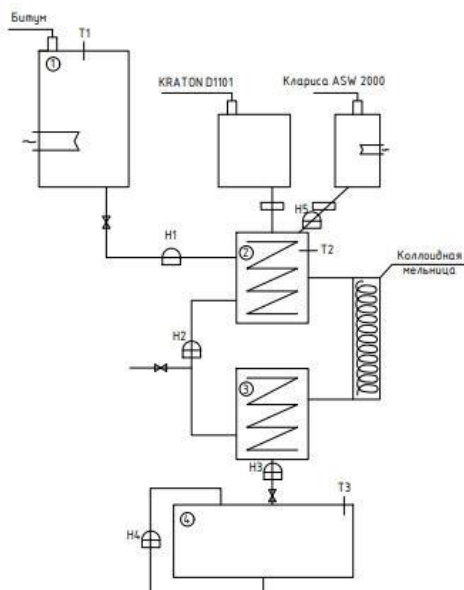


Рис. 1. Схема производства ПБВ на основе полимерных добавок

Смеситель представляет собой аппарат, снабженный перемешивающими устройствами с двумя мешалками - лопастной и шнековой.

Загрузка смесителя производится при остановленных мешалках. Температура загружаемого в смеситель битума должна быть не ниже 160°C. Предусматривается замер и сигнализация верхнего уровня в смесителе, а также отключение насоса Н 1 по верхнему уровню битума в смесителе. После окончания заполнения смесителя битумом, включается привод мешалки загружаемого смесителя. Для исключения влияния переходных процессов (выпуск воздуха из циркуляционного контура, стабилизации гидро- и термодинамических режимов в оборудовании) производилась циркуляция битума без подачи в него добавки полимера в течение 15-20 мин. Окончание влияния переходных процессов контролировалось по стабилизации температуры битума в емкости-смесителе датчиком температуры Т1. По завершении переходных процессов, из бункера в смеситель 1 роторным питателем подается расчетное количество добавки KRATON D1101. Разогретый до температуры каплепадения полимерный пластификатор Клариса ASW 2000 с помощью Н5 подает расчетное количество добавки. При дальнейшей работе осуществлялось скоростное диспергирование полимера и интенсивное его перемешивание с битумом с помощью коллоидной мельницы. Существует циркуляция между двумя смесительными емкостями для более тщательного перемешивания и растворения полимеров в битуме. Время обработки смеси уровни рабочих температур варьируется от опыта к опыту, до получения однородной массы. Циркуляция смеси увеличивает интенсивность перемешивания смеси и уменьшает время растворения модификатора.

Список источников

1. Кириллова Л.Г. Модификация битумов полимерными материалами. Автореф. Дис. Канд. Техн. Наук/ Л.Г. Кириллова. – Казань, 2000.–22 с.
2. Розенталь Д.А., Куценко В.И., Мирошников Е.П. Модификация битумов полимерными материалами. // Строительные материалы. 1995. N 9, 23 с.

Алексиевич Е.О.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДОРОЖНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

***Аннотация.** Представлены преимущества и возможности информационного моделирования в дорожном проектировании.*

***Ключевые слова:** BIM-технологии, 3D-модель, проектирование дорог*

В современном мире информационное моделирование играет ключевую роль в различных сферах деятельности, включая строительство и проектирование дорог. Информационное моделирование (BIM) – это процесс создания виртуальной модели объекта, которая содержит всю информацию о его структуре, материалах, компонентах и связях между ними. Этот подход позволяет более эффективно управлять процессом проектирования и строительства, а также снижает затраты и риски. В данной статье мы рассмотрим основные преимущества информационного моделирования в дорожном проектировании и возможности, которые оно открывает для специалистов этой области.

Преимущества информационного моделирования:

1. Повышение эффективности и точности проектирования: BIM-моделирование позволяет создавать более точные и подробные проекты дорог, учитывая все необходимые требования и нормы. Это помогает избежать ошибок и перерасхода средств на этапе проектирования.

2. Сокращение сроков проектирования: благодаря использованию готовых компонентов и библиотек, информационное моделирование сокращает время, необходимое для создания проекта.

3. Оптимизация ресурсов: BIM позволяет анализировать различные варианты проекта и выбирать наиболее оптимальный с точки зрения затрат и эффективности.

4. Улучшение коммуникации между участниками проекта: виртуальная модель дороги и ее компонентов позволяет участникам проекта обмениваться информацией и координировать свои действия более эффективно.

5. Возможность быстрого внесения изменений в проект: с помощью BIM можно быстро вносить изменения в проект, что позволяет учитывать новые требования и условия.

BIM открывает множество возможностей для специалистов в области дорожного проектирования. Рассмотрим некоторые из них:

1. Создание 3D-моделей дорог и их компонентов: BIM позволяет создавать трехмерные модели дорог, что помогает визуализировать проект и сделать его более понятным для всех участников.

2. Автоматизация проектирования: использование BIM-технологии позволяет автоматизировать некоторые процессы проектирования, например, расчет нагрузок на дорогу или выбор оптимального маршрута.

3. Анализ и оптимизация проекта: с помощью информационного моделирования можно анализировать различные варианты проектов и выбирать наиболее эффективный с точки зрения стоимости, сроков и качества.

Информационное моделирование в дорожном проектировании не лишено и некоторых недостатков. Одним из них является высокая стоимость программного обеспечения и обучения персонала. Кроме того, не все компании готовы инвестировать в новые технологии, предпочитая использовать традиционные методы проектирования. Также стоит отметить, что для эффективного использования информационного моделирования требуется высокая квалификация специалистов, что может быть проблемой в некоторых регионах. Однако, несмотря на эти недостатки, информационное моделирование продолжает развиваться и находить все большее применение в дорожном проектировании.

В заключение можно сказать, что информационное моделирование в дорожном проектировании является важным и актуальным направлением, которое позволяет значительно повысить эффективность работы, снизить затраты и улучшить качество проектов. Благодаря использованию BIM-технологий, можно создавать более точные и детальные проекты дорог, сокращать сроки проектирования, оптимизировать использование ресурсов и улучшать коммуникацию между участниками проекта. Кроме того, информационное моделирование предоставляет ряд возможностей для дальнейшего развития и совершенствования дорожного проектирования, таких как создание трехмерных моделей, автоматизация процессов и анализ проектных решений. Все это делает информационное моделирование неотъемлемой частью современного дорожного строительства и проектирования.

Список источников

1. Бадмаева И.А., Волкова Е.В. Технологии информационного моделирования объектов дорожного строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2022. – №4 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-informatsionnogo-modelirovaniya-obektov-dorozhnogo-stroitelstva> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Концепция BIM-технологии при проектировании автомобильных дорог / Е.В. Углова, М.А. Николенко, Д.В. Чирва [и др.]. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 50 (340). – С. 72-73. – URL: <https://moluch.ru/archive/340/76519/> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 625.7

Алексиевич Е.О.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТ СТРОИТЕЛЬСТВА УЛИЦЫ СВЕРДЛОВА В ГОРОДЕ ЙОШКАР-ОЛА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Представлены цели и ожидаемые результаты проекта строительства улицы.*

***Ключевые слова:** кольцевое пересечение, улица, городская инфраструктура, пропускная способность, уровень безопасности*

Автором в рамках образовательных дисциплин по проектированию дорог разработан проект строительства вышеуказанной улицы. Проект разработан в соответствии с действующими требованиями [1-3]. Далее идет описание проекта.

Проектом предусмотрено строительство участка улицы Свердлова (от ул. Свердлова д. 36А до Козьмодемьянского тракта) с устройством кольцевого пересечения на улице Ползунова. Строительство новых дорог и реконструкция существующих являются одним из ключевых приоритетов развития городской инфраструктуры. В рамках данного проекта планируется создание современной и эффективной дорожной сети, которая обеспечит комфортное и безопасное перемещение граждан и транспорта. Стоит отметить, что кольцевые пересечения являются одним из наиболее эффективных способов организации движения в городах. Они обладают рядом преимуществ перед другими типами пере-

крестков, таких как обычные перекрестки с регулированием или нерегулируемые.

Цели проекта:

1. Создание качественной дорожной инфраструктуры, включающей в себя новые дороги, развязки, пешеходные переходы и велосипедные дорожки.

2. Увеличение пропускной способности транспортных магистралей за счет оптимизации движения и улучшения качества дорожного покрытия.

3. Снижение уровня шума и загрязнения воздуха за счет использования экологически чистых материалов и технологий в строительстве дорог.

4. Разгрузка существующих улиц (ул. Анциферова, ул. Суворова).

Ожидаемые результаты:

1. Увеличение скорости и комфорта передвижения по городу для жителей и туристов.

2. Стимулирование экономического развития региона за счет привлечения инвестиций и создания новых рабочих мест в сфере дорожного строительства.

3. Повышение туристической привлекательности города благодаря созданию современной и безопасной инфраструктуры для перемещения по городу.

4. Увеличение пропускной способности дорог и улучшение транспортной доступности районов, которые ранее были труднодоступными.

Преимущества кольцевых пересечений.

Одним из главных преимуществ кольцевых пересечений является их высокая пропускная способность. Благодаря тому, что движение осуществляется по кругу, автомобили могут двигаться с более высокой скоростью, чем на обычных перекрестках. Это также снижает вероятность возникновения пробок и аварий.

Кроме того, кольцевые пересечения обеспечивают более безопасное движение, так как водители могут видеть все транспортные средства на перекрестке и принимать решения о движении на основе этой информации. Это позволяет избежать неожиданных маневров и снижает риск столкновений.

Еще одним преимуществом кольцевых пересечений является то, что они занимают меньше места, чем обычные перекрестки. Это особенно важно в условиях плотной городской застройки, где каждый квадратный метр земли ценится.

Наконец, кольцевые пересечения выглядят более эстетично и совре-

менно, чем традиционные перекрестки. Они могут стать украшением города и привлечь внимание туристов.

В целом, кольцевые пересечения являются эффективным и безопасным способом организации движения в городе. Они имеют ряд преимуществ перед другими типами пересечений и могут значительно улучшить транспортную ситуацию в городе.

В заключение хочется отметить, что реализация проекта строительства улицы в городе в части дорожного строительства позволит существенно улучшить качество жизни горожан, повысить уровень безопасности на дорогах и создать условия для устойчивого развития транспортной системы города в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. – М.: Стандартинформ, 2021 – 117 с.
2. СП 396.1325800.2018. Улицы и дороги населенных пунктов. – М.: Стандартинформ, 2019 – 57 с.
3. СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. – М.: Стандартинформ, 2017 – 125 с.

УДК 625.07

Анисимов Н.А.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА КАРЬЕРА «КРАСНОЯРСКИЙ» ЗВЕНИГОВСКОГО 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 раз-

личных 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 исследовании физико-механических свойств кварцевого песка карьера «Красноярский» в соответствии со стандартами качества.

Задача исследования - анализ кварцевого песка в лабораторных условиях и соответствие песка к размерной группе по ГОСТ 8736-2014.

Теоретическое исследование. Для анализа песка были взяты 5 проб по 10 кг. Анализ был произведен в лаборатории с помощью сушильного шкафа, прибора ПКФ, сосуда для отмучивания песка. Также 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				
	10/1 0,4-3,0	10/2 3,0-5,9	36/1 0,4-2,9	76/1 0,3-3,1	76/2 3,1-4,2
Зерновой состав					
Полные остатки на ситах, %:					
2,5 мм	0	0	0	0	0
1,25 мм	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,63 мм	0,9	0,9	0,4	0,8	0,5
0,315 мм	6,8	6,7	3,1	6,0	3,3
0,16 мм	51,0	56,6	37,6	55,8	40,3
Модуль крупности	0,59	0,64	0,41	0,63	0,44
Группа песка	оч. тонкий	оч. тонкий	оч. тонкий	оч. тонкий	оч. тонкий
Содержание зёрен < 0,16 мм, %; требования ГОСТ 8736	49,0 —	43,4 —	62,4 —	44,2 —	59,7 —

Содержание пылевидн. и глинист. частиц, %; требования ГОСТ 8736	7,9 не более 10	3,8 не более 10	8,1 не более 10	2,7 не более 10	8,7 не более 10
Содержание глины в комках, %; требования ГОСТ 8736	0,3 не более 1	0 не более 1	0,1 не более 1	0 не более 1	0,1 не более 1
Коэффициент фильтрации, м/сут	0,17	0,58	0,16	0,89	0,15
Наличие органических примесей	Проба светлее эталонного раствора				

В соответствии с ГОСТ 8736-2014 данный песок карьера «Красноярский» по модулю крупности 0,41...0,64 относится к группе очень тонких песков. Содержание в песке зёрен крупностью менее 0,16 мм составляет 43,4...62,4 %. Содержание пылевидных и глинистых частиц 2,7...8,7 %. Содержание глины в комках 0...0,3 %. Коэффициент фильтрации песка 0,15...0,89 м/сут.

Вывод

1. Пробы карьера «Красноярский» относятся к группе очень тонких песков и не рекомендуются к применению в производстве бетона и растворовных смесей.
2. Возможно частичное применение данных песков в качестве дисперсного наполнителя при изготовлении декоративных плиток.

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.

Анисимов Н.А.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРОТУАРНЫХ ПЛИТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГРУППЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Аннотация. Рассмотрены тротуарные плиты, изготовленные из мелкозернистого бетона. Установлено, что основное применение таких плит распространяется на устройства сборных покрытий тротуаров, пешеходных и садово-парковых дорожек, территорий для стоянки автотранспорта и стоянок АЗС. Представлены способы сокращения расхода материалов заполнителей тротуарных плит в зависимости от группы эксплуатации.

Ключевые слова: тротуарная плита, класс бетона, толщина, армирование, заполнитель

Введение. Современные требования к тротуарным плитам из мелкозернистого бетона представляют собой перечень физико-механических свойств, таких как прочность, истираемость, морозостойкость, предел прочности на растяжение при изгибе. В зависимости от климатического района, данные требования изменяются, т.е. в наиболее холодные районы страны должна попадать продукция более высокого качества, нежели в регионы с субтропическим климатом. Более того, на сегодняшний день некоторые виды продукции для дорожного строительства должны подлежать обязательной сертификации, что неминуемо обяжет производителей соблюдать требования Государственного стандарта.

Качество тротуарных плит из мелкозернистого бетона определяется его физико-механическими свойствами [1]. Однако в последней редакции ГОСТ 17608-2017 «Плиты бетонные тротуарные» отдельно прописывается группа эксплуатации, т.е. плиты классифицируют в зависимости от эксплуатационных нагрузок и воздействий: группа А - тротуары улиц местного значения, пешеходные и садово-парковые дорожки, газоны, придомовые территории частных строений (без заезда легкового и грузового автотранспорта), эксплуатируемые кровли зданий и сооружений; группа Б - тротуары магистральных улиц, пешеходные площади и посадочные площадки общественного транспорта, велосипедные до-

рожки; группа В - дороги с малоинтенсивным движением (внутриквартальные проезды) и площади, территории стоянок легкого автотранспорта, территории АЗС; группа Г - зоны высокой нагрузки (территории для стоянок грузового автотранспорта, порты и доки) [2].

С учетом вышесказанного, важной задачей является определение основных отличий свойств плит, предназначенных для применения в той или иной группе.

Целью работы является исследование физико-механических свойств тротуарных плит в зависимости от группы эксплуатации.

Задача исследования состоит в поиске способа снижения себестоимости тротуарных плит в разных группах эксплуатации.

Теоретическое исследование. Основные требования по группам эксплуатации приведены в таблице 1.

Таблица 1

N пп.	Характеристика	Группы тротуарных плит			
		А	Б	В	Г
1	Класс по прочности на сжатие, не менее	B22,5	B25	B30	B40
2	Класс по прочности на растяжение при изгибе, не менее	$B_{fb} 3,2$	$B_{fb} 3,6$	$B_{fb} 4,0$	$B_{fb} 4,4$
3	Марка по истираемости, не более	G3	G2	G1	G1
4	Минимальная толщина изделий, мм	40*	60*	80*	100*
5	Соотношение габаритов (Д/Т), не более	-	12*	4*	2*
* Для изделий из тяжелого бетона с расчетным армированием конструкции данные показатели имеют рекомендательный характер.					

Результаты исследований.

Как представлено в таблице 1 основными меняющимися характеристиками тротуарных плит являются класс прочности при сжатии и толщина изделия. Однако если повышение прочности в пределах одного класса бетона возможно при увеличении расхода вяжущего на 15-20%,

то увеличение толщины изделия с 40 до 100 мм может привести удорожанию изделия в 2,5 раз. Кроме того, объем данной транспортируемой продукции, как штучного изделия, также будет кратно уменьшен примерно в тех же показателях, что повысит затраты. Таким образом, при изменении группы эксплуатации с «А» на «Г» произойдет значительное увеличение себестоимости всей технологической линии производства и логистических операций.

Вывод

1. Данное сравнение приводит к логическому выводу, что наиболее эффективным способом снижения себестоимости тротуарных плит, подвергающихся высоким эксплуатационным нагрузкам, является применение расчетного армирования, позволяющего перевести требования по толщине изделия в рекомендательный характер.

2. При использовании расчетного армирования необходимо учитывать вид применяемого материала (сталь, базальт, стеклопластик) с точки зрения коррозионного воздействия, неминуемого в агрессивных условиях.

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 17608-2017. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия. / (EN1338:2004, NEQ). / Взамен: ГОСТ 17608-91; Введ. 01.03.2018. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2017. – 48 с.

Анисимова А.А.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЧУКШИНСКИЙ КАРЬЕР» МЕДВЕДЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** В данной работе представлен анализ кварцевого песка месторождения «Чукшинский карьер» Медведевского 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 и наличие органических примесей.*

***Ключевые слова:** песок, анализ, примеси, модуль крупности, зерновой состав*

Введение. Проведение анализа кварцевого песка месторождения «Чукшинский карьер» важно для оценки его потенциала и возможности использования в различных отраслях промышленности. Например, высокое содержание SiO_2 делает данный песок прекрасным сырьем для производства стекла высокой прочности и чистоты. Однако присутствие примесей, таких как глина или органические включения, может негативно сказываться на качестве и свойствах конечного продукта [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 «Чукшинский 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 5 проб по 10 кг. Анализ был произведен в лаборатории с помощью сушильного

шкафа, прибора ПКФ, сосуда для отмучивания песка. Также 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; интервал отбора, м				
	176/1 0,4-3,2	151/2 1,4-4,0	3/1 0,4-2,5	186/3 4,0-7,1	179/1 0,4-2,9
Зерновой состав					
Полные остатки на ситах, %:					
2,5 мм	0	0,8	0	0,2	0,2
1,25 мм	0,1	4,1	0	2,7	0,5
0,63 мм	0,2	8,1	0,3	16,6	1,6
0,315 мм	3,4	36,8	12,9	74,9	23,0
0,16 мм	56,5	81,1	86,2	93,9	85,2
Модуль крупности	0,60	1,31	0,99	1,88	1,10
Группа песка	оч. тонкий	оч. мелкий	тонкий	мелкий	оч. мелкий
Содержание зёрен <0,16 мм, %; требования ГОСТ 8736	43,5 —	18,9 не более 20	13,8 —	6,1 не более 20	14,8 не более 20
Содержание пылевидных и глинист. частиц, %; требования ГОСТ 8736	5,2 не более 10	13,5 не более 5	1,2 не более 10	1,0 не более 5	2,4 не более 5
Содержание глины в комках, %; требования ГОСТ 8736	0,1 не более 1	1,0 не более 0,5	0 не более 1	0 не более 0,5	0,1 не более 0,5
Коэффициент фильтрации, м/сут	0,74	0,28	3,37	3,91	1,49
Наличие органических примесей	Проба светлее эталонного раствора				

Из анализа кварцевого песка месторождения «Чукшинский карьер» Медведевского района Республики Марий Эл можно сделать следующее заключение. В соответствии с ГОСТ 8736-2014 данный песок по модулю крупности 0,60...1,88 относится к группам мелких, очень мелких, тонких и очень тонких песков. Содержание в песке зёрен крупностью менее 0,16 мм составляет 6,1...43,5 %. Содержание пылевидных и

глинистых частиц 1,0...13,5 %. Содержание глины в комках 0...1,0 %. Коэффициент фильтрации песка 0,28...4,06 м/сут.

Выводы:

1. Группы тонких и очень тонких песков не рекомендуется применять в строительстве дорог и приготовлении бетонных смесей, однако возможно его применение в ландшафтном дизайне.
2. Группы очень мелких и мелких песков традиционно можно использовать 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 Всероссий. (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.

Анисимова А.А.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОНА

***Аннотация.** Исследованы основные виды составов ремонтных смесей, применяемых при омоноличивании бетонных и железобетонных конструкций. Установлено, что технологические аспекты проведения работ сильно зависят от температуры окружающей среды, а также вида поврежденного участка и степени его разрушения.*

***Ключевые слова:** раствор, эпоксидная смола, отвердитель, бетон, состав, прочность*

Введение. Современный рынок строительных материалов предлагает широкий спектр продукции, предназначенной для проведения ремонтных работ бетонных изделий. [1].

В зависимости от предъявляемых требований в качестве ремонтных составов сборных железобетонных колонн используются следующие виды растворов смесей: полимеррастворы: эпоксидные и полиэфирные; бездобавочные цементно-песчаные; цементно-песчаные на расширяющихся цементах; модифицированные цементно-песчаные. В качестве полимеррастворов применяются в большинстве случаев эпоксидные составы, реже полиэфирные. Эпоксидные составы также нашли свое место при заделке трещин сборных железобетонных конструкций. Несмотря на возможность использования при отрицательных температурах, у данного материала есть недостаток - низкая огнестойкость. Отличительной особенностью цементно-песчаных растворов является относительно высокая адгезия при предварительном грунтовании поврежденной поверхности, низкая себестоимость компонентов, практически одинаковый коэффициент температурного расширения [1, 2].

На основании проведенного обзора можно сделать вывод, что выбор ремонтной смеси имеет важное значения в условиях круглогодичного проведения строительных работ.

Целью работы является сравнительных анализ эффективности применения ремонтных смесей на основе эпоксидных смол и цементно-песчаных смесей в условиях всесезонного строительства.

Задачей исследования является определения основных факторов, влияющих на эффективность использования ремонтных составов.

Методика эксперимента. Для анализа были взяты два состава для восстановления целостности бетонных конструкций. Составы оценивались по простоте изготовления и области применения. В таблице 1 и 2 представлены основные свойства [3].

Таблица 1

Составы ремонтных смесей на полиэфирных смолах

Компоненты смеси*	Состав, мас.ч.	
	1	2
	для летних условий	для зимних условий
Эпоксидная смола ЭД-22	100	100
Отвердитель диэтиленамин	10-20	17-30
Ускоритель ВГз	-	0,8 – 2,0
Кварцевый песок	200 - 500	100 - 300
Минеральная мука	100 - 150	-

Таблица 2

Состав ремонтных цементно-песчаных растворов (ЦПР)

№	Компоненты смеси	Состав, мас.ч.
1	Песок (класс - мелкий)	1 ч.
2	Цемент класса 42,5	1 ч.
3	Ускоритель твердения	0,7% от массы цемента
4	Вода	Не выше 0,4 ч

Результаты исследований. Отличительной особенностью составов на полиэфирных смолах является их многокомпонентность. Однако, независимо от степени огрунтовки поверхности, данные составы стабильно имеют высокую адгезию к участкам с поврежденной поверхностью, чего нельзя сказать о классических ЦПР. Применение ускорителя и отвердителя в больших дозировках позволяет применять эпоксидные составы при температуре до -15°C. Составы на основе цементно-песчаных растворов имеют более простой состав и практически схожую химическую структуру с ремонтируемой поверхностью. Результаты испытаний при использовании подобных смесей показали удовлетворительную прочность ремонтируемого участка при действии сжимающих усилий, но практически очень низкое сопротивление растягивающим усилиям, сдвигу. Последнее указывает на неудовлетворительное сцепление между ремонтируемым участком и ЦПР.

Выводы:

1. Для улучшения адгезии ремонтных смесей на основе ЦПР крайне необходима тщательная огрунтовка поверхности поврежденных участков бетона.

2. Высокая себестоимость составов на основе эпоксидных смол значительно компенсируется возможностью всесезонного использования при ремонте бетонных и железобетонных конструкций, в том числе в условиях отрицательных температур.

Список источников

1. Anisimov S. Self-compacting fine-grained concrete for reinforced concrete frame joints filling / Anisimov S., Kononova O. V // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032050

2. Пат. 2603991 Российская Федерация. Мелкозернистая самоуплотняющаяся бетонная смесь / Кононова О. В., Анисимов С. Н., Лешканов А. Ю., Смирнов А. О.; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. – № 2015117992/03; заявл. 13.05.2015; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34. – 5 с.

3. ВСН 488-86. Омоноличивание стыков элементов сборных конструкций подземных сооружений. – М. : ММСС СССР, 1987. – 31 с.

УДК 625.7

Балдин Р.Д.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЩЕБЁНОЧНЫХ ОСНОВАНИЙ

Аннотация. *Выполнен анализ щебёночных оснований, рассмотрены преимущества и недостатки над другими.*

Ключевые слова: *щебень, основания дорог, автомобильные дороги, строительные материалы*

Щебёночное основание – это конструктивный слой дорожной одежды из природного или искусственного щебня с заполнением пор более мелким щебнем, поливкой водой и уплотнением. Для устройства щебе-

ночного основания возможно применение щебеночной смеси оптимального состава.

Щебень можно использовать в качестве компонента щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси – верхнем слое покрытия – для производства тяжёлого бетона, а также для раствора в слоях основания.

Преимущества щебёночных оснований [1]:

- прочность, позволяющая выдерживать высокие нагрузки от движения автомобилей;
- хорошая дренажная способность, что предотвращает образование луж;
- устойчивость к механическим воздействиям, что делает их устойчивыми к деформациям;
- долговечность, что уменьшает нужду в частом ремонте;
- хорошая уплотняемость;
- высокая доступность;
- морозостойкость.

Недостатки щебёночных оснований:

- высокая стоимость, что увеличивает общую стоимость строительства дорог;
- необходимость правильной укладки, что требует наличия квалифицированных кадров и использования специализированного оборудования;
- необходимость регулярного уплотнения;
- движение может создавать пыль и повышенный шум от трения шин;
- щебёнка может смещаться из-за интенсивного движения и погодных условий;
- отсутствие гибкости, что может подвергнуть их трещинам при колебании температур.

Щебеночные основания дорог состоят из специально подготовленного слоя щебня различной фракции (от крупного до мелкого), который укладывается на специально подготовленную основу – грунтовую или гидроизоляционную. Основание дороги из щебня позволяет равномерно распределять нагрузку от движущихся по ней транспортных средств, что способствует уменьшению деформаций и повышению устойчивости дорожного покрытия [2].

Важными преимуществами щебеночных оснований дорог являются их простота и относительная дешевизна по сравнению с асфальтобетонными или бетонными покрытиями. Кроме того, щебеночные основания обладают хорошей дренажной способностью, что позволяет предотвра-

щать скопление влаги и уменьшает риск повреждения дороги из-за влияния влаги и морозов.

Однако, несмотря на все преимущества, у щебеночных оснований дорог есть и недостатки. Один из них – необходимость регулярного технического обслуживания и ремонта. При недостаточном уходе, щебеночное покрытие может деформироваться, проседать или образовывать выбоины, что ухудшает условия движения и безопасность на дороге.

В целом, щебеночные основания являются надежным выбором для строительства автомобильных дорог, но требуют правильного проектирования, укладки и обслуживания для обеспечения их эффективной работы на протяжении долгого времени.

Список источников

1. ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. – М.: Стандартинформ, 2021. – 202 с.

2. Люпаев Б.М., Полетаев Ю.А., Луконин А.Ю., Ворсина О.А., Галочкина Л.А. Применение каркасных щебеночно-песчаных оснований в автодорогах // Вестник МГУ. – 2008. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-karkasnyh-schebenochno-peschanyh-osnovaniy-v-avtodorogah> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 332.8

Бахтина М.А.

Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИНВЕСТИЦИИ В НЕДВИЖИМОСТЬ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Рассмотрена ситуация развития региона за счет создания новых объектов недвижимости.*

***Ключевые слова:** недвижимость, инвестиционные проекты, Марий Эл.*

В современных условиях государственная инвестиционная политика направлена на создание благоприятной среды для привлечения и эффек-

тивного использования инвестиционных ресурсов в развитии экономики и социальной среды. Среди средств производства недвижимость играет ключевую роль и оказывает влияние на формирование цен на товары и услуги. В Республике Марий Эл особое внимание уделяется развитию туризма, что сопровождается созданием новых объектов недвижимости, таких как туристические комплексы и рекреационные зоны.

Важным элементом социально-экономического развития является обеспечение жильем населения. Программы по строительству социального жилья, поддержка молодых семей и бюджетных работников играют значительную роль в улучшении качества жизни и формировании стабильного социального фонда. Поддержка от государства и различные формы финансирования помогают осуществить планы по строительству новых жилых домов и улучшению жилищных условий [1].

Инвестирование в жилую недвижимость остается стабильным и прибыльным видом вложения капитала. Развитие рынка недвижимости в республике способствует не только созданию новых объектов жилья, но и повышению уровня жизни населения. Важным элементом также является поддержка инфраструктуры и создание комфортных условий для проживания жителей.

Маристат опубликовал динамику цен на рынке жилья в республике в 4 квартале 2023 года. В 4 квартале по сравнению с предыдущим кварталом средняя цена 1 квадратного метра жилья по Марий Эл на первичном рынке выросла на 11%, на вторичном – на 2,1% и составила, соответственно, 80 465 рублей и 68 708 рублей.

На первичном рынке жилья квартиры улучшенного качества по сравнению с предыдущим кварталом подорожали на 12,4%, типовые – на 6,6%.

В 4 квартале 2023 года по сравнению с АППГ цены на квартиры улучшенного качества выросли на 27,7%, среднего качества – на 28,2%.

На вторичном рынке жилья квартиры улучшенного качества по сравнению с предыдущим кварталом подорожали на 1,4%, типовые – на 3,2%.

В 4 квартале 2023 года по сравнению с 4 кварталом 2022 года цены на квартиры улучшенного качества выросли на 11,7%, типовые – на 11,8%.

В Приволжском федеральном округе за отчетный период самые высокие цены на первичке за квадрат были в Нижегородской области – 140 245 рублей. Самые низкие в Оренбургской области – 71 917 рублей.

На вторичном рынке жилья самые высокие цены были в Республике Татарстан – 132 248 рублей, самые низкие в Пензенской области – 61 818 рублей [2].

Прогнозируется значительный прирост ввода в эксплуатацию жилой недвижимости в ближайшие годы. Планы по строительству новых объектов жилья вместе с инвестициями в социальную сферу сделают Республику Марий Эл привлекательным регионом для жизни и инвестирования. Развитие недвижимости и социальной инфраструктуры играет важную роль в общем процессе устойчивого развития региона.

Программы по созданию новых объектов недвижимости, поддержка социального жилья и инвестиции в различные виды туризма являются основой для достижения стабильного социально-экономического развития Республики Марий Эл. Инвестиции в недвижимость продолжают оставаться востребованным инструментом для развития региона и улучшения жизненного уровня населения.

Таким образом, вложения в недвижимость с учетом специфики региональных потребностей и приоритетов становятся ключевым фактором успеха социально-экономического развития Республики Марий Эл. Эффективное использование инвестиций в жилищное строительство и создание новых объектов недвижимости способствует улучшению качества жизни граждан и формированию устойчивой социальной среды в регионе.

Список источников

1. Волкова Е.В., Солоненко А.И. Использование программной системы Радон для конструирования и расчета дорожной одежды нежесткого типа // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. №2 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-programmnoy-sistemy-radon-ru-dlya-konstruirovaniya-i-rascheta-dorozhnoy-odezhdy-nezhestkogo-tipa> (дата обращения: 05.04.2024).

2. В Марий Эл квадратный метр на первичном рынке жилья стоит более 80 тысяч рублей <https://www.marimedia.ru/news/society/item/165042/> (дата обращения: 05.04.2024).

Бахтина М.А.

Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. Рассматриваются инновационные строительные материалы, которые в будущем должны значительно сократить материальные расходы, а также время строительного производства. Эти материалы упрощают монтаж и обладают лучшими характеристиками.

Ключевые слова: строительные материалы, инновации

Новое десятилетие уже успело отметаться на строительном рынке активным появлением большого количества необычных материалов и технологий. Инновации в области строительных и отделочных материалов изменили как сам процесс, так и общие тенденции в строительстве. «Теплые» стеновые блоки из полистиролбетона.

Производители нового поколения блоков постарались отклониться от традиционной многослойности. Дело в том, что ряд существующих строительных кладочных материалов для малоэтажного строительства представляет собой комбинацию бетона с теплоизоляционными материалами. Герметичность контакта в такой комбинации как раз и вызывает немало вопросов у специалистов и любителей [1].

Инновационные материалы играют ключевую роль в современном строительстве, обеспечивая устойчивое развитие и повышение энергоэффективности зданий. Строительная отрасль постоянно ищет новые материалы и технологии, чтобы улучшить качество строительства, снизить затраты и негативное воздействие на окружающую среду.

Одним из самых перспективных инновационных материалов в строительстве является супердерево. Этот материал считается более прочным и легким, чем обычное дерево, что делает его идеальным для строительства домов и других сооружений. Супердерево создается с использованием специальной технологии обработки древесины, которая усиливает ее свойства и увеличивает ее стойкость к влаге, пожарам и гниению.

Еще одним инновационным материалом, который все чаще применяется в современном строительстве, является углеродные нанотрубки (УНТ). Эти наноматериалы обладают уникальными механическими и электрическими свойствами, что делает их идеальными для использования в строительных конструкциях. Углеродные нанотрубки могут быть

добавлены в бетон, металлические конструкции и другие материалы, чтобы улучшить их прочность, устойчивость к воздействию внешних факторов и энергоэффективность.

Исследования последних 15 лет показали важную роль наноразмерных объектов в самых различных областях науки и техники. Колоссальные объемы финансирования начинают смещаться из области фундаментальных и прикладных исследований к созданию крупнотоннажных производств. Например, известная фирма Байер построила 2 завода по производству углеродных нанотрубок (УНТ) производительностью по 60 т в год и завершает строительство завода мощностью 3000 т в год. Обилие опубликованного материала по технологии и свойствам наноматериалов затрудняет анализ возможности использования УНТ для специалистов различных отраслей. Структура и свойства УНТ определяются технологическими условиями их получения. В промышленных масштабах реализуются, в основном, способы производства УНТ, основанные на каталитическом пиролизе и реакции диспропорционирования оксида углерода. Электрофизические свойства УНТ значительно зависят от состава газовой среды, в которой они находятся [2].

Кроме того, в последние годы все большее внимание уделяется инновационным теплоизоляционным материалам. Одним из самых популярных материалов в этой области является экологически чистый изоляционный материал на основе целлюлозы. Этот материал обладает отличными теплоизоляционными свойствами, устойчив к плесени и гниению, а также является экологически безопасным и легким в установке.

Инновационные материалы играют ключевую роль в создании устойчивого и энергоэффективного строительства. Благодаря постоянному развитию и исследованиям в этой области, строительная отрасль может использовать все больше новых материалов и технологий, чтобы улучшить качество строительства, снизить вредное воздействие на окружающую среду и повысить комфорт жильцов зданий.

Список источников

1. Габуева В.А. Инновационные строительные материалы // StudNet. 2020. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-stroitelnye-materialy> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Шебанов С.М., Стребков Д.С., Кожевников Ю.А., Шебанов М.С. Структура, технология и свойства углеродных нанотрубок // Достижения науки и техники АПК. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-tehnologiya-i-svoystva-uglerodnyh-nanotrubok> (дата обращения: 05.04.2024).

Большаков И.Ф.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Анализ современных инновационных технологий в дорожном строительстве, их влияния на развитие инфраструктуры и улучшение качества дорожных объектов.

Ключевые слова: 3D-печать, умные материалы, эффективность

В мире, где скорость и устойчивость играют важную роль в повседневной жизни, дорожное строительство становится ключевым элементом обеспечения комфорта и безопасности на дорогах. С каждым годом индустрия дорожного строительства сталкивается с новыми вызовами, требующими инновационных подходов для решения. На переднем крае этих изменений находятся инновационные технологии, преобразующие процессы строительства и улучшающие качество дорожной инфраструктуры. Рассмотрим несколько из них [1].

1. Умные материалы и дорожные конструкции.

Одним из самых захватывающих направлений в дорожном строительстве является использование умных материалов и конструкций. Эти материалы обладают свойствами, которые позволяют им адаптироваться к изменяющимся условиям дороги, таким как температурные колебания и нагрузки от транспортных средств. Например, самоочищающиеся дорожные покрытия могут автоматически удалять снег и лед, обеспечивая безопасность движения в зимний период.

2. 3D-печать в дорожном строительстве.

Технология 3D-печати демонстрирует потенциал для революции дорожного строительства. С ее помощью можно создавать инновационные дорожные элементы, такие как барьеры, ограждения и даже самоходные модули, позволяющие быстро и эффективно адаптировать дороги к различным потребностям.

3. Использование альтернативных материалов.

С целью снижения зависимости от традиционных материалов, таких как асфальт и бетон, и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду, в дорожном строительстве все чаще применяются альтернативные материалы. Это включает в себя использование рециклированных

материалов и композитов на основе сырья вторичного использования.

4. Интеллектуальное управление дорожным движением.

С развитием технологий Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (ИИ), управление дорожным движением становится более интеллектуальным и эффективным. Интеллектуальные системы мониторинга и управления позволяют оптимизировать поток транспорта, предотвращать аварии и улучшать общую проходимость дорог.

Перспектива широкомасштабного внедрения уже разработанных, прошедших тестирование и перспективных подсистем и сервисов ИТС, обеспечивающих безопасность дорожного движения и экономическую эффективность автотранспортных перевозок, зависит сегодня от готовности законодательной и исполнительной власти и общества принять глубокую автоматизацию управления транспортными средствами, транспортными процессами и контрольно-надзорной деятельности в области дорожного движения как объективную данность цифровой технологической трансформации экономики и социальной сферы Российской Федерации [2].

5. Экологически устойчивые методы строительства.

С ростом осознания важности сохранения окружающей среды, в дорожном строительстве все больше внимания уделяется экологически устойчивым методам. Это включает в себя использование зеленых технологий, таких как дорожные покрытия, поглощающие углекислый газ, и интеграцию природных элементов, таких как зеленые насаждения, в дорожную инфраструктуру.

В заключение, инновационные технологии играют решающую роль в развитии дорожного строительства, делая дороги более безопасными, устойчивыми и удобными для пользователей. Применение этих технологий требует сотрудничества между инженерами, производителями и государственными органами, чтобы обеспечить их успешную реализацию и внедрение в практику.

Список источников

1. Харун М.И., Костюкова К.А., Харисова Г.А., Матлахова А.С., Махиянова А.Р. Инновационные технологии в дорожном строительстве // Системные технологии. – 2017. №22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-v-dorozhnom-stroitelstve> (дата обращения: 05.04.2024).

2. Габдурахманов Л.Р., Минниханов Р.Н., Тинчурин Р.Ф. Интеллектуальные транспортные системы – современная концепция обеспечения безопасности дорожного движения // Научный портал МВД России. – 2022. №1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-sovremennaya-kontseptsiya-obespecheniya-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 05.04.2024).

Большаков И.Ф.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СОСТАВЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. *Рассматриваются основные свойства и преимущества полиуретановых композитов, а также их роль в укреплении, ремонте и защите дорожной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *полиуретан, дорожное строительство, дорожная инфраструктура*

Полиуретан – материал, который синтезируется из сырой нефти, а точнее, из двух её компонентов: изоцианата и полиола. Какими свойствами и характеристиками будет обладать конечный продукт, зависит от их процентного соотношения, наличия и вида добавок [1].

Характеристики:

- высокая прочность,
- сопротивляемость разрыву и износу;
- теплоизоляционные свойства;
- электроизоляционные свойства;
- абсолютная гидрофобность;
- устойчивость к воздействию ультрафиолета и большинства химических веществ, за исключением ароматических углеводородов;
- высокая эластичность, способность возвращать первоначальную форму после деформации;
- невосприимчивость к поражению плесенью и другими микроорганизмами;
- устойчивость к высоким (до +120 °С) и низким (до -70 °С) температурам, резким температурным перепадам.
- при повышении температуры до +140 °С он начинает плавиться, а чтобы он загорелся, она должна достичь +440 °С [1].

Этот материал хорошо подходит для дорожного строительства из-за выше перечисленных характеристик кроме горючести, но даже её можно нивелировать с помощью антипиреновых добавок позволяет получать материалы с минимальными классами горючести.

Вот несколько способов, как они могут использоваться:

- укрепление и ремонт дорожного покрытия: Полиуретановые композиты могут использоваться для укрепления и ремонта асфальтобетонных дорожных покрытий. Они обладают высокой адгезией к поверхности и могут заполнять трещины, увеличивая прочность и продлевая срок службы покрытия;

- защитные покрытия: Полиуретановые композиты могут применяться для создания защитных покрытий на дорожных конструкциях, таких как мосты и пешеходные дорожки. Они обладают высокой стойкостью к атмосферным воздействиям, ультрафиолетовому излучению и химическим веществам, что помогает предотвратить коррозию и повреждения;

- маркировка дорожного покрытия: Полиуретановые композиты могут быть использованы для нанесения различных дорожных знаков, линий и маркировок на асфальтобетонных и бетонных дорогах. Они обладают высокой стойкостью к износу и обеспечивают хорошую видимость, что повышает безопасность дорожного движения.

- улучшение амортизационных свойств: Полиуретановые композиты могут использоваться для создания амортизационных слоев в дорожных конструкциях, таких как асфальтобетонные дорожные покрытия и бетонные тротуары. Они обладают высокой упругостью и способностью поглощать удары, что помогает снизить утомление материала и повысить комфорт для пользователей дороги.

- улучшение адгезии: Полиуретановые композиты могут применяться в качестве адгезионных добавок к дорожным материалам, таким как асфальтобетонные смеси. Они помогают улучшить сцепление между слоями материала, что повышает прочность и стабильность дорожного покрытия.

Эти примеры демонстрируют разнообразные области применения полиуретановых композитов в дорожном строительстве и их важную роль в повышении качества и долговечности дорожной инфраструктуры.

Список источников

1. Полиуретан: что это за материал, применение в строительстве и других сферах /статья. URL: <https://m-strana.ru/articles/poliuretan-ctoeto-za-material/> (дата обращения: 05.04.2024).

Бородина Е.А.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАМЕНЫ ЧАСТИ ВЯЖУЩЕГО В СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРАХ НА УСАДКУ.

Аннотация. Проведен анализ влияния модуля крупности песка на усадку цементных растворных смесей. Установлено, что с увеличением крупности зерен мелкого заполнителя с Мк 1,0 до Мк 1,9 происходит значительное снижение относительной усадки цементного раствора. Увеличенное отношение количества, вяжущего в системе, наоборот, увеличивает усадку раствора. Представлены составы растворных смесей, с наиболее часто используемой рецептурой при производстве строительных работ.

Ключевые слова: цементный раствор, модуль крупности, усадка, песок

Строительные раствор – искусственный камень на основе вяжущего, мелкого заполнителя и воды, без содержания крупного заполнителя. Отсутствие крупного заполнителя требует более детального подбора сырья для изготовления, чтобы обеспечить основные свойства растворов [1]. В частности, прочности на сжатие без крупного заполнителя, подвижность, водоудерживающую способность без дополнительного добавления воды.

Правильный подбор материалов и технологии укладки позволяет избежать появления напряжения в твердеющих растворах, избежать появления трещин усадки в месте наименьших напряжений усилий.

Для изготовления растворов рекомендуют использовать пески с модулем крупности 1,3 и выше. Но это уже пески мелкие и частично очень мелкие. В Республике Марий Эл дефицит песков с модулем крупности выше. Применение же мелких и очень мелких песков приводит к неконтролируемой усадке растворов.

Учитывая эти факторы, важным является изучение влияния крупности песка и количественного расхода вяжущего на относительную усадку бетона [2].

Методика и исходные материалы.

Целью эксперимента является выявление зависимости между использованием песков с различными модулями крупности и прочностью растворов на сжатие, замена части вяжущего заполнителем на основе отсева дробления мелкозернистого бетона.

Вяжущим компонентом являлся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ООО «Азия цемент», г. Пенза (ГОСТ 31108-2020), Для приготовления раствора применены пропорции «цемент/песок», как 1/3, 1/4, 1/5 [3]. Замена части вяжущего, состоящего из отсева мелкозернистого бетона Мк 1,3, была произведена на 0%, 15%, 30%. Были залиты формы - балочки с размерами 160x40x40 мм. Образцы распалубливались на третьи сутки. Испытания на сжатие и замеры усадки производились на третьи, седьмые и двадцать восьмые сутки [3]. Образцы хранились в нормальных условиях.

Результаты эксперимента приведены на рис. 1.

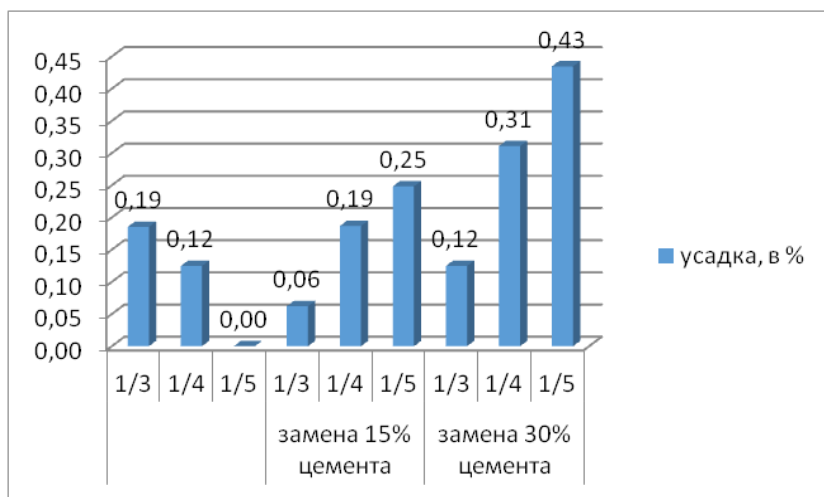


Рис. 1. Влияние замены части вяжущего на относительную усадку цементного раствора в соотношении «цемент/песок» 1/3, 1/4, 1/5

Результаты исследования и обсуждение.

Анализ эксперимента показывает, что замена вяжущего на отсев мелкозернистого бетона приводит к увеличению относительной усадки с 0 % до 0,043 % в пределах общего плана эксперимента.

Выявлена зависимость, показывающая, что показатель усадки выше в растворных смесях пониженным расходом цемента, что негативно сказывается на трещиностойкости изделий.

Выводы.

1. Применение отсева мелкозернистого бетона в растворных смесях приводит к увеличению показателя усадки, что может напрямую быть связано с повышенным расходом воды.

2. Образцы раствора, изготовленные без замены вяжущего на отсева мелкозернистого бетона, имеют характерную картину увеличения усадки с повышением расхода цемента, что согласуется с известным опытом.

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. 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 Всероссий. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). – М.: МГСУ, 2014. – С. 279-290. 3.

3. 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.

Букал Н.С.

Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ВЛАГИ В КОНСТРУКЦИЮ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД И ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО С ОБОСНОВАНИЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЗАЩИТЫ ОТ ИХ ИЗБЫТОЧНОГО ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ

***Аннотация.** Описаны наиболее распространённые пути проникновения влаги в конструкции дорожных одежд и предложены сравнительные способы предотвращения переувлажнения конструкций дорожных одежд совершенствующие водно-тепловой режим земляного полотна.*

***Ключевые слова:** земляное полотно, водно-тепловой режим земляного полотна, инфильтрация воды, конструктивные слои дорожных одежд, геоматериалы, капилляра-прерывающие экраны, синтетические маты*

Водно-тепловым режимом называют изменения в течение года влажности и температуры в разных местах земляного полотна и дорожной одежды, обусловленные особенностью дорожно-климатической зоны и гидрогеологических условий региона [1].

В дорожную конструкцию вода может поступать сверху – поверхностная вода, и снизу – грунтовая.

Приток воды в грунт земляного полотна может происходить вследствие:

- а) впитывания воды от атмосферных осадков, выпадающих в пределах земляного полотна, а также притекающей с прилегающей местности;
- б) просачивания по капиллярным порам поверхностной воды из мест ее застоя у откосов земляного полотна в кюветах и резервах;
- в) поднятия грунтовой воды или верховодки по капиллярным порам;
- г) перемещения капиллярной влаги из более увлажненных частей земляного полотна к менее увлажненным;
- д) перемещения связанной пленочной воды под действием молекулярных сил;
- е) конденсации паров воды, находящихся в порах грунта при понижении температуры.

Инфильтрационные механизмы воды на автомобильных дорогах имеют отличие от механизмов проникания воды в почву. Общим для них являются процессы, вызываемыми природно-климатическими факторами.

Инфильтрация поверхностной воды в одежду может быть обусловлена разными механизмами. Известны фильтрационный, гравитационный, статико-вакуумный механизмы и сопутствующий им вибрационный. Однако эти механизмы не отражают весь комплекс нагрузок на покрытие. На основе исследований были выявлены и обоснованы новые механизмы инфильтрации.

Фильтрационный механизм. В весенний период дождевая вода охлаждает покрытие или грунт, а затем и нижележащие слои конструкции. Вследствие этого по толщине дорожной конструкции возникает неустановившейся температурный режим. Постепенно температура в материале стабилизируется и становится однородной по толщине рассматриваемого слоя.

Фильтрационный механизм инфильтрации воды наступает при совпадении температуры покрытий и верхних слоев грунта земляного полотна с температурой дождевой воды.

Гравитационный механизм. Этот механизм вызван свободным проникновением поверхностной воды в основание дорожной одежды через трещины в покрытии, деформационные швы, закомочные трещины. Вода поступает в трещины под действием силы тяжести.

Деформационно-вакуумный. Автотранспорт, движущейся по дороге, создает давление на покрытие, которое передается нижележащим слоям дорожной одежды. Под нагрузкой одежда деформируется. После прохода колеса упругая деформация одежды восстанавливается, и покрытие занимает исходное до приложения нагрузки положение. Если поры и пустоты материалов основания одежды полностью заполнены водой, то в результате упругой деформации одежды она вытесняется из основания на поверхность покрытия. В процессе восстановления упругой деформации вода может снова всасывается в основание.

Под давлением вода выжимается в любом свободном направлении, но когда вода заполняет не все пустоты основания, перемещается под нагрузкой и занимает исходное положение после снятия нагрузки. Вместе с водой на поверхность покрытия выносятся мелкие фракции материала, что приводит к образованию полостей в одежде и более интенсивному подсосу воды в процессе восстановлением деформации покрытия.

Вибрационный механизм. При движении транспортного средства по дороге возникают вибрационные колебания всей дорожной конструкции. Источником этих колебаний на дорогах является неровности покрытий, и наезды на них колес.

Если раньше дренажные работы при строительстве дорог, подземных и других сооружений считались процессом трудоемким и были сопряжены с применением специальной техники, то сейчас все обстоит иначе. Например, в настоящее время в дорожном строительстве и многих других сферах используются современные материалы для отвода воды — бентонитовые маты.

Бентонитовые маты [2] - это гидроизоляционные экраны, состоящие из 2-ух слоев геотекстиля (тканого плотностью не менее 200 г/кв.м и нетканого), между которыми прошиты гранулы природного натриевого бентонита. Средняя толщина бентонитовых матов составляет 6,2 мм. Скрепление иглопробивным способом обеспечивает высокую прочность конструкции и фиксацию равномерного распределения гранул на протяжении всего периода эксплуатации.

При полной гидратации (свободном помещении гранул в воду) они способны увеличиваться в 14-16 раз, что характеризуется низкими показателями водопроницаемости. В зажатом состоянии получается распределенный ровным слоем глиняный ковер, который будет являться эффективной защитой от проникновения воды в защищаемую конструкцию.

В ходе исследований было проведено сравнение защитных свойств капилляро-прерывающих экранов при использовании бентонитовых матов и геосинтетических мембран, себестоимость на условный километр использования бентонитовых матов 639,50 тыс. руб., а при аналогичных условиях применение геосинтетических мембран составил 15 714,77 тыс. руб., что даёт обоснование отдавать предпочтение применению бентонитовых матов для увеличения безотказной работы дорог.

Список источников

1. Анисимов П.В. О механике инфильтрации поверхностной воды в дорожную одежду / П.В. Анисимов // Брянский технологический институт. – Брянск, 1990. – с 46.
2. Первая геосинтетическая компания [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://geosintetic.ru/product/bentonitovyuy-mat>. - 15.03.2024.

Вдовкин К.А.

Научный руководитель: Мотовилова Л.П., доцент, канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В БЛАГОУСТРОЙСТВЕ

Аннотация. *В статье проводится обзор и анализ возможностей использования технологий дополненной реальности в сфере благоустройства.*

Ключевые слова: *виртуальная реальность, дополненная реальность, благоустройство*

В современном мире практически нет сфер человеческой жизнедеятельности, которые бы оставались в стороне от внедрения высокотехнологичных процессов. Дополненная реальность расширяет возможности бизнеса, делает его рентабельнее, а клиентов лояльнее. AR применяют везде и повсеместно: в банках и магазинах, в играх и строительстве, в офисах и туризме. Мы получаем доступ к информации через каждый из пяти органов чувств, но с разной скоростью. По оценкам, от 80% до 90% информации поступает в мозг через центр зрения, поэтому в нашем случае — технологии несравненно эффективный и современный инструмент в маркетинге [3].

Преимуществами использования технологий виртуальной и дополненной реальности (VR и AR) являются:

возможность не просто наблюдать, а присутствовать, переместившись в виртуальное пространство;

фокусирование. Технологии дополненной реальности позволяют «склеить» реальный и виртуальный мир. Тем самым обеспечивается возможность человека или специалиста фокусироваться на деталях, что достаточно затруднено при использовании чертежей и схем без возможностей дополненной реальности;

WOW-эффект. На сегодняшний день виртуальная и дополненная реальность вызывают значительный интерес со стороны потребителей. Интерес — это самая важная характеристика, которая приближает потребителя к решению о покупке;

развитие инноваций. Стимулировать развитие инноваций, повышая эффективность и снижая расходы, они помогают достигать конкурентного преимущества вне зависимости от отрасли.

Одно из направлений использования технологий дополненной реальности — это благоустройство. Значение использования технологий AR в благоустройстве - возможность достижения наибольшей эффективности проектирования объекта благоустройства. Сфера применения благоустройство общественных территорий, а также территорий индивидуальных жилых домов.

Пространство дополненной реальности с эффектом присутствия может способствовать лучшему взаимодействию между клиентами и специалистами в различных технических вопросах, касающихся реализации проекта благоустройства. Использование самых новых технологий дополненной реальности позволяет максимально точно проработать как весь проект, так и его отдельные детали. Визуализацию объектов в реальном мире можно улучшить с помощью объединения технологий AR, а также технологий информационного моделирования (BIM), поскольку интерактивные возможности, предоставляемые программными обеспечениями AR, и доступ к информационным данным BIM дают возможность более интуитивно решать задачи обслуживания и управления строительством [1].

Использование технологий AR при проектировании благоустройства общественных территорий позволяет максимально учесть пожелания граждан. Идеально, когда специалисты в области VR и, так называемая, фокус-группа из обычных граждан присоединяются к проектной команде еще на этапе разработки концепции. На материалах заказчика создается простая 3D-интерактивная модель, демонстрирующая взаимосвязь всех составляющих проекта, чтобы команда могла в нем ориентироваться, проводить мозговые штурмы. Не секрет, что не все граждане способны читать инженерную документацию, вместе с тем они хотят знать, как будет выглядеть реализованный проект [2].

С помощью виртуальной реальности возможно исправить ошибку в уже существующем проекте. Известно более 160 реализованных проектов, которым помощь VR-специалистов помогла избежать финансовых потерь в результате исправления недочетов проектирования. Например, при благоустройстве парков использование VR-технологии помогает осуществить функциональное зонирование наиболее рационально.

Так, при проведении общественного контроля будущие пользователи пространства могли указать проектировщикам и дизайнерам на ошибки и неудачные решения при разработке проекта, такие как, неверно расположенные пешеходные зоны, поскольку в будущем это может привести к стихийному образованию тропинок на газонном покрытии, или неподходящие по стилистике скамейки и урны, которые по

ряду причин не понравились будущим посетителям. VR помогает уже на этапе проектирования протестировать начальный вариант проекта. Одно дело, когда проектировщик видит его сверху инженерным взглядом, другое, когда пользователи начинают ходить по «реальному» объекту. Благодаря VR заказчик может в любой момент остановиться, запросить справку о каком-либо объекте, материале, может вызвать исполнителя, задать вопрос по конкретной точке на проекте, а не поднимать всю проектную документацию. Виртуальная реальность – это прозрачность объекта [2].

На сегодняшний день AR-технологии в благоустройстве используются довольно точно. Например, благоустройство городской площади Черняховского (Калининградская обл.), благоустройство общественных территорий Москвы и Московской области. Благоустройство территорий индивидуальных жилых домов с помощью AR компаниями-застройщиками, самостоятельно (приложение AR building). Проблемы развития использования AR-реальности в сфере благоустройства:

высокая стоимость внедрения и использования технологий;

недостаток квалифицированных специалистов;

несовершенство реализации технологий, недостаток качественного контента.

Технологии AR в сфере благоустройства находятся в стадии развития, и компании, которые стремятся их внедрить сегодня, несомненно, имеют высокий шанс быть более конкурентоспособными завтра.

Список источников

1. Разяпов Р.В. Применение методов дополненной реальности в строительстве [Электронный ресурс] Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-dopolnennoy-realnosti-v-stroitelstve/viewer>

2. Федорин Д.Н. Использование цифровых технологий при разработке проектов благоустройства [Электронный ресурс] Режим доступа <https://eee-science.ru/item-work/2023-3627/>

3. Шумская К.М. 5 причин, почему AR/VR технологии нужны современному бизнесу [Электронный ресурс] Режим доступа <https://vc.ru/marketing/296115-5-prichin-pochemu-ar-vr-tehnologii-nuzhny-sovremennomu-biznesu>

Веюков Е.В.

Научный руководитель: Вайнштейн В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТАРЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Аннотация. В статье приведен обзор работ, выполненных автором при исследованиях асфальтобетонов на предмет их температурного старения. Намечены дальнейшие планы по работе.

Ключевые слова: старение асфальтобетонов, температурное воздействие, битумные вяжущие

При нагревании асфальтобетонных смесей при высоких температурах в условиях доступа воздуха наблюдается их ускоренное старение, т.е. снижение значений и качественных показателей, уплотненных из них образцов [1]. Из-за различной структуры битумных пленок на поверхностях минеральных компонентов различного состава и размеров процессы старения, возможно, происходят по-разному. В связи с этим возникла необходимость в дифференцированном изучении процесса старения на поверхностях крупного мелкого заполнителей и измельчённой части битумоминеральной (асфальтобетонной) смеси.

В настоящее время силами сотрудников и студентов кафедры строительных технологий и автомобильных дорог выполнены многочисленные исследования по старению композитных вяжущих. Изучено влияние высоких температур для сочетаний различных компонентов, основным из которых являлся битум (или ПБВ), а другим: известняковый щебень; песок кварцевый; щебень изверженных пород; минеральный порошок и др. компоненты. Поскольку стандартных методик изучения старения таких композитных материалов не существовало, разработан патент по методике исследований, который включает нагревание и выдерживание образцов смесей при высокой температуре. Анализ процессов старения осуществлялся по показателю предела прочности при сжатии при +50 °С. Для оценки динамики и интенсивности старения использовались специальные показатели. Одним из достоинств и отличий методики от известных является то, что она позволяет изучать процессы старения битумов как в составе сложных, так и в мономинеральных битумоминеральных смесях, что дает возможность оценивать роль каждой

из составляющих в старении всей битумоминеральной смеси. В результате исследований была выявлена динамика изменения интенсивности старения смесей на различных битумах при длительном прогревании.

Предложены и испытаны различные антистарители для асфальтобетонных смесей. Это технический углерод (сажа), полимеры, сера, отходы переработки резины, модифицирующие битум добавки и др. Выявлены наиболее эффективные добавки и разработаны рекомендации по рецептуре таких смесей.

Получены математические модели, описывающие процессы старения асфальтобетонов в зависимости от продолжительности прогревания при высоких температурах, типа применяемого битума и содержания в них добавок.

Предложено при проектировании дорожных одежд для обеспечения нормальной работы и надежности конструкции учитывать процессы старения, которые выражаются соответствующим коэффициентом. Установлено, что для нормативного срока 24 года по рассматриваемой методике необходимо прогревать смеси в течение 21 ч., для объектов капитального ремонта – 7 ч.

В дальнейшем планируется проведение таких исследовательских работ:

1. отбор кернов на существующих покрытиях и установление коэффициента старения с учетом интенсивности движения, сроков проведения ремонтных или восстановительных работ;
2. разработка дополнительной ускоренной методики испытания на старение смесей при повышенных температурах и повышенном давлении;
3. установление показателей старения при циклическом нагружении образцов асфальтобетонов в лабораторных условиях.

Список источников

1. Братчун В.И. Гуляк Д.В., Беспалов В.Л. Тепловое старение дегтебетонных смесей дегтебетонов // Современные проблемы строительства, 2005 -№3(8). - С. 213-218.

Веюков Е.В., Журавлёв К.А.

Научный руководитель: Вайнштейн В.М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИБОРА ПКФ СОЮЗДОРНИИ

Аннотация. В статье приведено описание конструкции разработанной лабораторной установки для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов, отмечается стадия практической реализации первого прототипа установки.

Ключевые слова: коэффициент фильтрации, песчаный грунт, градиент напора, лабораторные испытания, модернизация.

В настоящее время коэффициент фильтрации согласно требований ГОСТ [1] следует определять с применением прибора Союздорнии для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов следующим образом: 1. определить оптимальную влажность; 2. стандартно уплотнить в приборе; 3. установить прибор в емкость и дожидаться появления воды на поверхности песка; 4. залить воду до верхней отметки пьезометра; 5. дожидаться, когда уровень воды снизится до первой отметки пьезометра и включить секундомер; 6. фиксировать показания секундомера через каждые 10 мм падения уровня воды. Всего пять замеров на отметках 10, 20, 30, 40, 50 мм. 7. определить по расчетной формуле коэффициент фильтрации с учетом температуры воды.

Ранее авторы неоднократно отмечали, что при фактической работе над определением коэффициента фильтрации по данной методике отмечен основной недостаток – лаборанту приходится постоянно следить за уровнем падения воды и фиксировать время. В период проведения лабораторных испытаний оператор должен всегда находиться рядом. В зависимости от фильтрующих способностей исследуемого грунта одно измерение занимает от 3 до 60 минут и более. В связи с этим предложено разработать полуавтоматизированную установку определения коэффициента фильтрации, взяв в основу прибор, указанный в ГОСТ. Предложено установить на прибор Союздорнии датчики падения уровня в пьезометре, которые автоматически передают информацию на блок измерений с секундомером. В настоящее время идет интенсивная практическая реализация разработанной ранее установки. Спроектированы основные узлы и распечатаны на 3D принтере первые версии элементов установки.

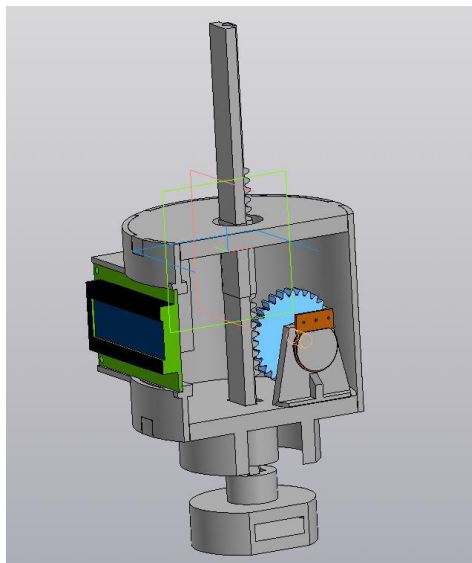


Рис. 3-D чертеж элементов установки в разрезе

Модуль установки состоит из корпуса, дисплея, платы управления и обработки, реечной передачи, потенциометра, поплавка и пригруза.

Элементы модернизированной установки работают следующим образом. При достижении уровня воды до отметки 10 мм блок фиксирует показания секундомера. Аналогично при достижении отметок 20, 30, 40 мм. При падении уровня воды до значения 50 мм блок фиксирует последнее значение секундомера, формирует отчет из 5 показаний и обнуляет секундомер. С помощью разработанного алгоритма составлен программный код и загружен на платформу Ардуино. Для автоматической обработки данных разработана программа для определения коэффициента фильтрации. Особенностью программы является реализация автоматического определения безразмерного коэффициента фильтрации.

Список источников

1. ГОСТ 25584-2016. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. – М.: Стандартинформ, 2016 – 22 с.

Веюков Е.В., Марасанов В.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

***Аннотация.** Представлены разные методы диагностики состояния дорожного полотна для повышения безопасности дорожного движения.*

***Ключевые слова:** диагностика дорог, классификация методов, инструментальные методы, визуальные методы, смешанные методы*

Дорожно-транспортные происшествия происходят неравномерно по всей длине дороги, а концентрируются на отдельных ее участках. Для эффективного использования средств, выделяемых на обеспечение безопасности дорожного движения, необходимо объективно определить участки, на которых концентрируются ДТП, и степень их риска, а также выявить причины аварий на каждом участке.

Существующие методы оценки состояния дорог можно разделить на три группы: инструментальные, визуальные и смешанные.

Теперь рассмотрим существующие методы оценки состояния дорожного покрытия с помощью оборудования. Существуют прямые и косвенные методы, которые существенно отличаются друг от друга. Прямые методы позволяют определить точные измерения, используемые для оценки состояния дороги. При косвенном методе оценивается сумма исследуемых измерений, которая используется для сравнения с нормативными значениями и последующей оценки состояния дороги.

Одним из примеров прямого инструментального метода является дорожная рейка. Инструмент представляет собой 3-метровую рейку, с размеченной измерительной шкалой и имеющая приборы для измерения уклонов. Основным назначением дорожных реек является измерение неровностей поверхности покрытий и оснований автомобильных дорог, определение продольных и поперечных уклонов проезжей части. Данный метод является очень простым, но в тот же момент нетрудоемким и требует непосредственного участия эксперта дорожных служб.

Косвенным методом измерения можно назвать толкомеры различных конструкций. В основе работы устройства лежит измерение и суммирование колебаний кузова автомобиля относительно его подвески

при движении по исследуемому участку. По сравнению с вышеперечисленными методами, этот метод более производительный: за один рабочий день можно обследовать 200-300 км, но в ущерб точности, так как на определение измеренных значений влияет множество факторов (масса автомобиля, скорость движения, температура окружающей среды и т.д.).

Визуальный осмотр и простые замеры рассматриваются как метод упрощенной диагностики и оценки состояния дороги, с помощью которого можно выявить дефекты поверхности и отклонения участков дороги.

Также визуальный осмотр и оценка обычно проводится на первом этапе работ, по объективной оценке, состояния дороги, а также при оценке качества ремонта и содержания. Любая визуальная оценка включает в себя осмотр и обследование состояния дороги и дорожных сооружений специально подготовленными высококвалифицированными специалистами по заранее разработанной методике.

Различают два основных способа визуальной оценки. При первом способе высококвалифицированный дорожник или группа специалистов обходит или ведет автомобиль с небольшой скоростью (10–20 км/ч) с остановками на всем протяжении дороги, осматривает состояние покрытия и дорожных конструкций, проводит несложные замеры, заносит всю информацию в журнал, диктофон или ноутбук. При этом координаты расположения дефектов, деформаций и разрушений определяют по отношению к километру и столбам или измеряют спидометром.

При втором методе на автомобиль устанавливается видеокамера, и весь участок дороги снимается с автомобиля во время его движения. После просмотра отснятые изображения сортируются, отмечаются и измеряются все дефекты, деформации и повреждения покрытия и дорожной одежды.

Лазерный метод производится при помощи автомобиля, с установленной системой датчиков и камер. Двигаясь в общей массе и со скоростью основного потока, устройство сканирует местность под углом 360 градусов. Результатом сканирования является облако или масса точек в трехмерной системе координат. Плотность и точность съемки зависит от задачи сканирования.

Лазерная дорожная съемка состоит из двух этапов: самого сканирования и последующей компьютерной обработки данных. Для работы с такими данными, проведения необходимых расчетов и решения различных инженерных задач были разработаны различные типы программного обеспечения. Данные облака точек сопоставляются с фотографическими изображениями местности и окрашиваются соответствующим образом.

Основным преимуществом лазерного метода является проведение измерений без создания помех для движения потока транспортных средств и нарушения работы транспортной инфраструктуры. Данный метод может применяться на всех этапах жизни дорожных участков, от начала проектирования до промежуточных и капитальных ремонтов.

Метод анализа стандартного видеоряда так же позволяет определить соответствие дороги требованиям безопасности за счет своевременного обнаружения и контроля дефектов дорожного покрытия с помощью системы видеокomпьютерного сканирования.

Такой подход позволяет определить тип повреждения и степень опасности для безопасности дорожного движения, а также автоматизировать поиск дефектов дорожного покрытия по видеокadрам транспортного потока [1].

Список источников

1. Янборисов Р.Р., Авдоши В.А., Ганзин С.В., Санжапов Р.Р. Возможности использования стандартного видеоряда транспортного потока для анализа соответствия дорожного покрытия требованиям безопасности дорожного // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — 2019. — № 26.
2. Осин М.С. Дороги России / М. С. Осин // Российская газета. — 2010.
3. Рейка дорожная универсальная РДУ-КОНДОР — Режим доступа: <http://www.atlasmetr.com/index.pl?act=PRODUCT&id=348>
4. Методы оценки состояния дорог. Классификация — Режим доступа: <http://road-traffic-safety.blogspot.com/2016/11/metody-otsenki-sostoyaniya-dorog-klassifikatsiya.html?m=1>

Веюков Е.В., Марасанов В.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

***Аннотация.** В статье рассматривается способ улучшения качества асфальтобетонной смеси путем введения резиновой крошки. Рабочая гипотеза изучения данного вопроса основывается на предположении о том, что использование резиновой крошки в качестве добавки в асфальтобетонную смесь решает сразу две проблемы — повышение качества покрытий и переработку изношенных шин.*

***Ключевые слова:** асфальтобетон, модификаторы, резиновая крошка, колеобразователи, автомобильные дороги*

В целях повышения эффективности дорожного строительства, необходимо использовать качественные материалы для устройства дорожного покрытия. В настоящий период времени темпы строительства автомобильных дорог находятся в стадии сдерживания из-за высокой стоимости материалов и их отсутствия. В настоящее время актуальным является направление совершенствования технологий использования отходов производства, которые являются техногенными.

В первую очередь, улучшение комплекса физических и механических свойств асфальта может быть достигнуто при использовании модифицированной вяжущей. Например, использование полимербитумных вяжущих (ПБВ) в качестве наполнителя для дорожного асфальта позволяет улучшить качество дорожного покрытия, однако такие технологии требуют использования дорогостоящего оборудования и дорогостоящих технологий. В связи с протяженностью сети дорог в России, необходимо искать альтернативные добавки и материалы для улучшения долговечности асфальтовых покрытий и их эксплуатационных свойств. В процессе исследований было обнаружено, что в составе дорожной смеси используются чрезвычайно трудно утилизируемые технологические продукты и отходы, такие как резиновая крошка, получаемая из старых автомобильных покрышек или других резинотехнических изделий [1, с.3].

С целью улучшения свойств дорожного покрытия, уже много лет проводились различные эксперименты по добавлению резины в асфальт и битум. В результате исследований были получены результаты, которые говорят о том, что использование резины в асфальтобетонных смесях возможно. Было установлено, что эксплуатационные характеристики асфальтобетона зависят от количества и размера добавленных частиц резины. Крупность зерен резины должна быть не более 1 мм, поскольку наибольшая плотность составов асфальтобетонной смеси обеспечивается при крупности частиц резины не более 0,63 мм. Применение резиновой крошки с размерами частиц 2–8 мм в асфальтобетонных смесях, приводит к снижению срока службы дорожного покрытия из-за невозможности формирования однородного материала, способного к восприятию транспортных нагрузок [3, с. 68].

Дробленая резина может вводиться непосредственно в минеральный компонент или предварительно связываться с битумом. В первом случае ее гранулометрический состав учитывается в общем гранулометрическом составе минерального компонента, во втором – нет. При введении резиновой крошки в минеральную часть ее содержание должно составлять 1–2% массы минеральной части; при добавлении в битум – 5–7% массы битума. При введении резины в минеральную часть смеситель оснащается дополнительным оборудованием, включающим расходную емкость, средства для подачи дробленой резины из емкости в смеситель и отдельный дозатор для ввода ее в смеситель, который может служить для этой цели дозатором минерального порошка. Точность подачи дробленой резины должна составлять $\pm 1,5\%$ массы. Материалы подаются в смеситель в следующем порядке: щебень, песок, минеральный порошок и резиновая крошка; после предварительного «сухого» перемешивания в течение 15–30 с вводят битум и заканчивают перемешивание. Общее время смешивания составляет 60–90 секунд. При введении резиновой крошки в битум компоненты перемешиваются в рабочем котле, оснащенном мешалкой. Температура битума при смешивании с дробленой резиной должна составлять 150–170 °С. Для улучшения удобоукладываемости и уплотняемости асфальтобетонных смесей целесообразно вводить в битум мягчитель, например, сланцевый в количестве 4–7% массы битума. Для улучшения уплотняемости готовые асфальтобетонные смеси целесообразно выдерживать в накопительных бункерах в течение 1–2 ч [3, с. 69].

Основные преимущества добавления резиновой крошки в асфальтобетонную смесь:

— снижение шумового загрязнения от автомобильных дорог при-

мерно на 50–70 %, что позволяет строить покрытия дорог ближе к жилым застройкам;

- инновационные покрытия могут избавить от надобности шумозащитных экранов;

- увеличение срока эксплуатации дорог на 5–10 лет за счет уменьшения на дорожной поверхности образования трещин;

- повышение деформативности дорожного покрытия. Снижение колеобразования за счет упругости асфальтобетона на битуме, модифицированным резиновой крошкой;

- улучшение сцепных свойств с поверхностным покрытием. Снижение аварийности до 50 %, так как снижается риск заноса. Также сцепные свойства обеспечиваются в дождь, на мокром покрытии;

- сохранение характеристик асфальтобетона даже при высоких перепадах температуры, когда покрытия без добавления резиновой крошки переходят в пластичное состояние, при повышенных температурах накапливая деформации. При низких температурах наблюдается менее интенсивный процесс трещинообразования. Это позволяет строить дороги в любой климатической зоне;

- увеличение срока службы автомобильных шин благодаря постепенному износу протектора.

Список источников

1. Иванова Т.Л. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения: специальность 05.23.05 «Строительные материалы и изделия»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иванова Татьяна Леонидовна; Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. — Улан-Удэ, 2009. — 19 с.

2. Руденский А.В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов // Дороги России XXI века. — 2004. — № 5. — С. 62–71.

3. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов / И.А. Плотнокова, В. Н. Сотникова, М.Б. Сокальская [и др.]. — Москва: Союздорнии, 1991. — 138 с.

4. Веселов В.И. Переработка использованных шин. Международный опыт // Твердые бытовые отходы. — 2012. — № 12. — С. 58–63.

5. Использование отходов резины для модификации вяжущего в асфальтобетоне / К.Ю. Вабищевич, Н.П. Коновалов, П.Н. Коновалов, Е.О. Хозеев. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — 2020. — № 2. — С. 18–25.

Владимиров М.Д.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ ОСНОВАНИЙ

***Аннотация.** Проблема строительства дорог в России всегда актуальна. Дорога из устройства щебеночного основания недорого стоит и сравнительно быстро сооружается. Такие сооружения хорошо показывают себя в межмуниципальных населенных пунктах, дачных и коттеджных зонах. В исследовании показана сравнительная себестоимость дорог из асфальтобетона и щебеночного основания.*

***Ключевые слова:** смета, ремонт, слой, щебень, асфальтобетон*

Введение. Строительство и ремонт дорожной сети внутри муниципальных учреждений является сложной задачей, требующей эффективного планирования, эксплуатации и обслуживания для обеспечения безопасного, надежного и эффективного перемещения людей и грузов. Основным материалом для выполнения дорожных работ выступает асфальтобетон, который имеет достаточно высокую цену. Зачастую выделяемого бюджета не хватает, чтобы обеспечить всю дорожную сеть внутри сел и деревень надежным покрытием. В данном случае альтернативой может послужить покрытие из устройства щебеночного основания.

Цель работы - экономическое обоснование более выгодного строительства дороги из щебня, чем дороги из асфальтобетона.

Методика и исходные материалы. В качестве примера возьмем 2 введенных объекта в 2022 году: «Ремонт автомобильных дорог общего пользования местного значения в д. Чуксола ул. Набережная» (площадь, 4950 м², цена: 1233681,36 руб.); «Ремонт проезжей части ул. Рябина в с. Великополье Оршанского района Республики Марий Эл» (площадь, 1912 м², цена: 2836186,93 руб.).

В первом случае дорогу возвели из щебня, а во втором из асфальта. Во всех работах были строго соблюдены ГОСТы и ремонт велся не более 3 дней [1, 2, 3].

Результаты исследования и обсуждение. Основные данные и результаты работ представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1.

Площадь и протяженность ремонта дороги в д. Чуксола

№	Наименование	Протяженность, км	Площадь, м ²
1	д. Чуксола, ул. Набережная (ориентир: 318 м х 4,5м= 1431 м ² - перекресток ул. им. В. Иванова-Набережная - ул. Набережная д.15а; 427 м х 4,5м = 1921,5 м ² - ул. Набережная, от д.15а до д. 28 в; 175 м х 4,5м = 787,5 м ² - ул. Набережная, от д.29 до д. 30 а; 180м х 4,5м = 810 м ² - ул. Набережная, от д.15а до д. 16)	1,1	4950

Таблица 2.

Площадь и протяженность ремонта дороги в с. Великополье

№	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ
1	Ремонт щебеночных оснований дорог	100 м ²	5,01
2	Ремонт асфальтобетонного покрытия дорог однослойного толщиной: 50 мм площадью ре- монта до 5 м ²	100 м ²	5,76
3	Срезка поверхностного слоя асфальтобетонных дорожных покрытий с применением фрез при ширине фрезерования до 1300 мм, толщина слоя: до 5 см	100 м ²	0,072
4	Розлив вяжущих материалов	т	0,96
5	Устройство выравнивающего слоя из асфальто- бетонной смеси: с применением укладчиков асфальтобетона	100 т	2,39

Данные контракты создавались разными муниципальными администрациями, так что можно не обращать разницу на разное оформление технического задания.

Таблица 3

Сметная стоимость объектов строительства

Объект	Материал	Площадь	Цена, руб.	Цена, м ²
д. Чуксола, ул. Набережная	Щебень	4950 м ²	1 233 681,36	249,2
ул. Рябинина в с. Великополье	A16	1912 м ²	2 836 186,93	1 483,3

В итоге анализа сметной стоимости работ по устройству щебеночно-го покрытия и покрытия из асфальтобетонной смеси получается, что в первом случае стоимость объектов строительства 5,95 раз дешевле.

Выводы.

Использование щебня для ремонта и строительства дорог позволяет многократно увеличить объем работ, не увеличивая цену. Полученные данные могут иметь практическое значение при проведении дорожных работ в рамках муниципальных программ в Поволжском регионе с высокими запасами известкового щебня.

Список источников

1. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. / взамен ГОСТ 8268-82, введен 01.1.1995 / М.: Стандартиформ, 2018 – 15 с.
2. ГОСТ Р 58406.2-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. / взамен ГОСТ 9128-2009, введен 01.06.2020 г. / М.: ФГБУ "РСТ", 2022 – 32 с.
3. ГОСТ 33133 Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования / взамен ПНСТ 1-2012, введен 01.10.2015 г. / М.: Стандартиформ, 2019 – 9 с.

УДК 625.7

Горошников А.Н.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ РАДОН ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НЕЖЕСТКОГО ТИПА

***Аннотация.** Проанализированы принципы работы, преимущества, алгоритмы системы проектирования дорожных одежд РАДОН. Установлено, что САПР обеспечивают высокий уровень качества и современных решений в создании дорожной инфраструктуры.*

Ключевые слова: *радон, дороги, проектирование дорожных одежд, новые нормативы*

В современном мире требования к автомобильным дорогам становятся все более высокими. Они должны сочетать в себе высокие транспортно-эксплуатационные характеристики, обеспечивать безопасность движения и при этом возводиться с минимальными строительными затратами. Сроки выполнения проектов сокращаются, требования к качеству растут. В таких условиях важную роль играет выбор технологий и инструментов для проектирования и строительства автомобильных дорог.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) становятся неотъемлемой частью процесса проектирования дорог. Они позволяют создавать проекты высочайшего качества, которые недостижимы с помощью традиционных методов. При этом конструкция дорожной одежды играет ключевую роль в определении стоимости и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог [1].

Программа КРЕДО РАДОН применяется при проектировании дорожных одежд на вновь сооружаемых дорогах, на новых участках реконструируемых дорог, при усилении существующих дорожных одежд, при проектировании улиц населенных пунктов, при разработке каталогов и альбомов типовых решений по конструкциям дорожных одежд на дорогах общей сети.

Программный комплекс РАДОН RU системы CREDO предназначен для конструирования и расчета дорожной одежды различных типов, включая дороги общего пользования, городские улицы и дороги всех технических категорий. С помощью этой системы можно проводить расчеты конструкций, используя библиотеки наиболее распространенных автомобилей и материалов, что значительно ускоряет процесс проектирования.

Система РАДОН RU предоставляет возможности для решения различных проектных задач, включая расчет конструкций дорожных одежд, усиление дорожных покрытий, использование геосинтетических материалов и многое другое. Благодаря компьютерным технологиям проектирования, инженеры могут создавать надежные и долговечные дороги, оптимизируя конструкции и материалы.

Применение автоматизированных систем позволяет не только улучшить качество дорожных работ, но и сократить сроки проектирования и строительства. Это важно для экономии ресурсов и повышения эффективности процесса создания автомобильных дорог будущего [2].

В заключение, можно сказать, что развитие современных технологий проектирования дорог открывает новые горизонты для создания инновационных и безопасных транспортных магистралей. Автомобильные дороги будущего должны быть не только качественными и безопасными, но и эффективными с точки зрения затрат и сроков строительства. Системы автоматизированного проектирования играют решающую роль в этом процессе, обеспечивая высокий уровень качества и современных решений в создании дорожной инфраструктуры. Применение системы РАДОН RU позволяет строить надежные, долговечные и экономичные дорожные одежды, оптимизируя конструктивные решения и снижая затраты.

Список источников

1. Волкова Е.В., Солоненко А.И. Использование программной системы Радон для конструирования и расчета дорожной одежды нежесткого типа // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. №2 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-programmnoy-sistemy-radon-ru-dlya-konstruirovaniya-i-rascheta-dorozhnoy-odezhdy-nezhestkogo-tipa> (дата обращения: 05.04.2024).
2. КРЕДО РАДОН 4.2. <https://credo-dialogue.ru/produkty/korobochnye-produkty/193-credo-radon-ru-naznachenie.html> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 625.7

Горошников А.Н.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ САПР АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье даётся обзор российских САПР автомобильных дорог и рассматриваются основные возможности этих систем. В обзоре выделяются отличительные особенности САПР, а также тенденции развития российских САПР автомобильных дорог.

Ключевые слова: САПР, дороги, проектирование дорог, план трассы

Выбор инструмента при решении какой-либо задачи во многом определяет итоговый результат. Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог призваны помочь инженеру-

проектировщику при принятии проектных решений, позволяя ему максимально увеличить производительность труда, реализовать свой творческий потенциал и в конечном итоге получить необходимый результат.

В настоящее время системы автоматизированного проектирования широко применяются на всех этапах проектирования, начиная со сбора и обработки геодезической информации и заканчивая подготовкой чертежей и сметных расчётов. Выбор той или иной системы на каждом из этапов зависит от многих факторов – это и вид проектной деятельности, и масштабы реализуемых проектов, а иногда и просто сложившиеся в организации традиции.

Во многих случаях для выполнения всех проектных работ в организации бывает недостаточно использования программ, разработанных одной компанией, и тогда используются несколько программ разных разработчиков в комплексе. При таком подходе важно, чтобы программы умели «обмениваться» необходимыми данными.

Наиболее популярны в России на данный момент следующие программы: программный комплекс CREDO (СП «Кредо-Диалог» - ООО, г. Минск), IndorCAD («ИндорСофт», г. Томск), «Топоматик Robur» (НПФ «Топоматик», г. Санкт-Петербург). Они и делят российский рынок программного обеспечения в области дорожного проектирования. Эти решения хорошо известны российским инженерам [1].

«Топоматик Robur – Автомобильные дороги» предназначен для проектирования загородных дорог и городских улиц. Помимо общего функционала для работы с планом, профилем и поперечниками, содержит ряд специализированных модулей для решения частных инженерных задач. Программный продукт позволяет автоматизировать весь процесс: от обработки данных изысканий до выноса проекта в натуру и его инженерного сопровождения [2].

Основное назначение CREDO ДОРОГИ – проектирование автомобильных дорог в условиях нового строительства, реконструкции и ремонта. В системе реализована концепция информационного моделирования (ТИМ/BIM), позволяющая получить не только привычные выходные документы в виде набора чертежей и ведомостей, но и полноценную информационную модель (ИМ) объекта транспортной инфраструктуры, обеспечивая контроль принятых проектных решений на всех этапах жизненного цикла [3].

Система IndorCAD – ключевой программный продукт компании «ИндорСофт» для сопровождения этапа проектирования объекта инфраструктуры в рамках жизненного цикла объекта. Возможности системы реализуют концепцию информационного моделирования (BIM),

позволяющую в процессе проектирования создавать не только совокупность чертежей и описаний будущего объекта строительства, а его информационную модель, которая выступает в качестве общего ресурса знаний и получения информации об объекте, обеспечивая принятие оптимальных решений [4].

У отечественных САПР АД есть, по крайней мере, настоящее. Это связано и с традициями отечественной (советской) школы проектирования, и с действующими стандартами ЕСКД/ СПДС, которые существенно отличаются от зарубежных стандартов. В силу этого зарубежные САПР автомобильных дорог с трудом проходят локализацию для российского рынка дорожного проектирования, что создаёт некоторые временные предпочтения отечественным разработчикам. Но в силу требований ВТО и дальнейшей гармонизации нашей нормативной базы с международными стандартами это преимущество будет нивелироваться.

Есть сдержанный оптимизм по поводу будущего отечественных САПР АД. Но для этого надо научиться конкурировать на зарубежных рынках и такое понимание у отечественных разработчиков есть. Важна также роль государства: должна ли развиваться отечественная школа исследований методов и алгоритмов проектирования, моделирования движения автомобилей и транспортных потоков? Не будет учёных-исследователей, не будет основы для высшего образования, не будет качественных и безопасных дорог. Выбор за нами [5].

Список источников

1. Кривых И.В., Мирза Н.С. Обзор зарубежных САПР автомобильных дорог // ООО «ИндорСофт». 2015. №2 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-zarubezhnyh-sapr-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Топоматик Robur – Автомобильные дороги. <https://topomatic.ru/products/road/> (дата обращения: 05.04.2024).
3. «CREDO ДОРОГИ. <https://credo-dialogue.ru/produkty/korobochnye-produkty/379-credo-dorogi-naznachenie.html> (дата обращения: 05.04.2024).
4. Система IndorCAD. <https://indorsoft.info/products/cad/road/> (дата обращения: 05.04.2024).
5. Бойков В.Н. САПР автодорог — перспективы развития // ООО «ИндорСофт». 2013. №1 (1). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sapr-avtodorog-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 05.04.2024).

Данилова А.В.

Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ С ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Аннотация. В процессе эксплуатации и содержания автомобильных дорог в период весны и осени – интенсивного таяния снега и выпадающих осадков, а также в летнее время при ливнях, в условиях города на поверхности улично-дорожной сети, образуется избыточное количество воды с которой не справляется ливневая канализация. Предложены методы и устройства позволяющие обеспечить ускорение отвода поверхностных вод.

Ключевые слова: дорожный водоотвод, ливневая канализация, дренажная канализация, сбор и удаление ливневых вод с проезжей части, ливневые горшки – дождевые сады

Система дорожного водоотвода - комплекс инженерных сооружений, предназначенных для отвода поверхностных и подземных (грунтовых) вод с целью обеспечения надежной и безопасной работы всех сооружений и конструктивных элементов: обеспечения устойчивости земляного полотна, прочности дорожной одежды, устойчивости искусственных сооружений (мостов, путепроводов, эстакад, тоннелей) на проектируемой автомобильной дороге [1].

Основным принципом водоотвода в городах является направление поверхностных вод со всех территорий города к улицам. Поэтому улицы следует рассматривать как сборные и отводящие каналы поверхностных вод.

Для отвода поверхностных вод и защиты от них необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- поперечные уклоны на проезжей части и обочинах;
- испарительные бассейны;
- прикромочные (продольные) и откосные телескопические (поперечные) лотки;
- дождеприемные колодцы и ливневую канализацию.

Уклон проезжей части должен быть максимальный, чтобы быстрее отвести воду с покрытия. Чем выше неровность покрытия, тем больше

должен быть поперечный уклон, но это снижает удобство движения и ограничивает [3]. Принимается поперечный уклон проезжей части в зависимости от типа покрытия. Поперечный уклон проезжей части также назначают в зависимости от числа полос движения и дорожно-климатической зоны.

Чтобы избежать подтопления зданий и сооружений, автомобильных дорог в населенных пунктах, а также предотвратить загрязнение стоками окружающей среды, требуется создание комплексной системы инженерной защиты, состоящей из таких компонентов:

- система ливневой канализации;
- система дренажной канализации;
- вертикальная планировка местности с обустройством поверхностного стока, прочисткой открытых водотоков и других элементов естественного дренажа [2].

Анализ международного опыта обустройства водоотводных сооружений позволяет выделить следующие типовые стадии управления ливневыми стоками:

- сбор ливневых вод с поверхности. Для этого обустраиваются дождеприемные колодцы и водоотводные каналы с возможностью осадка песка и мусора;
- отведение вод через трубопроводы ливневой канализации;
- пропуск ливневых стоков через очистные сооружения для отделения загрязняющих веществ.

Одной из проблем городских улиц, как в г. Йошкар-Ола, так и в целом в России является низкое качество, а зачастую полное отсутствие водоотвода. На фоне изменения климата и быстрой урбанизации, которые приводят к более частым экстремальным осадкам. Городские наводнения стали широко распространенной природной опасностью. Городские наводнения не только создают серьезные риски для безопасности человеческой жизни, имущества и экологической среды, но и серьезно ограничивают развитие городов и оказывают разрушительное воздействие на дорожную сеть.

Старые советские системы ливневой канализации часто разрушены и засорены, они не справляются с нагрузкой. А при строительстве новых городских дорог они недостаточно обустроены системой водоотведения. В итоге даже после небольшого дождя города затопливает, дороги и тротуары разрушаются.

Для решения проблемы затопления улично-дорожной сети в период ливней предлагается новая конструкция водоотведения с проезжей части автомобильных дорог в городских условиях – ливневые горшки

(дождевые сады) [3]. Целесообразно такие приспособления устанавливать между тротуаром и проезжей частью, чтобы вода стекала не только с проезжей части автомобильных дорог, но и с тротуара для комфорта и удобства пешеходов.

Ливневые горшки представляют собой прямоугольные формы, состоящие из трёх отсеков. Первый отсек – принимает сточные воды с проезжей части. Здесь сточные воды фильтруются с помощью чугунной решетки со средними отверстиями от крупного мусора. Так же на дно оседает грязь и песок и другие твердые загрязнения. Второй отсек нужен для того, чтобы не перегружать первый отсек. Когда первый переполняется сточными водами и не успевает фильтровать воду, то оттуда вода уходит в городскую канализацию. Третий отсек играет декоративную роль, на нем высаживают различные травы и кустарники, приспособленные к существованию в загрязнённой и переувлажнённой среде. Осадки впитываются в почву – естественный фильтр, который очистит их от токсичных веществ и пополнит ресурс подземных вод.

Вода стекает по открытым лоткам до первого водоприемного колодца. При заполнении водоприемного колодца вода стекает в ливневый горшок. А из ливневого горшка, при переполнении, сброс воды осуществляется непосредственно в городскую подземную водосточную сеть.

Такая технология особенно актуальна для центра города с плотной исторической застройкой, где не провести модернизацию подземных коммуникаций. Во время сильных ливней такой сад становится естественным водоемом-резервуаром, в нем быстро и беспрепятственно собирается дождевая вода. При обычных погодных условиях сад является частью городского ландшафта. Роль такого сада остается ведущей для минимизации последствий ливней.

Список источников

1. ГОСТ Р 59611-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Система водоотвода. Требования к проектированию требования [Текст]. - Введ. 2022-06-01. - М. : М.: ФГБУ "РСТ", 2021. - 28 с. : ил.
2. СП 104.13330.2016 Инженерная защита территории от затопления и подтопления [Текст]. – Введ. 2017-06-17. – АО "НИЦ "Строительство". 2016. - 34 с.
3. Бабкин И.А. Совершенствование системы водоотведения с проезжей части автомобильных дорог // Омск. — 2014. – 145 с.

Данилова А.В. Ежова С.В.

Научный руководитель: Нехорошков П.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА ВОДООТВОДА ДОРОГ ЙОШКАР-ОЛЫ

Аннотация. *Улучшение условий работы системы водоотведения с проезжей части автомобильных дорог в городских условиях.*

Ключевые слова: *водоотвод, проезжая часть, городская улица*

Основным принципом водоотвода в городах является направление поверхностных вод со всех территорий города к улицам. Поэтому улицы следует рассматривать как сборные и отводящие каналы поверхностных вод. Для отвода поверхностных вод строят водосточные сети. Грунтовые воды отводятся с помощью дренажных систем [1].

Чтобы избежать подтопления зданий и сооружений, автомобильных дорог в населенных пунктах, а также предотвратить загрязнение стоками окружающей среды, требуется создание комплексной системы инженерной защиты, состоящей из таких компонентов: система ливневой канализации; система дренажной канализации; вертикальная планировка местности с обустройством поверхностного стока, прочисткой открытых водотоков и других элементов естественного дренажа [2].

Одной из проблем городских улиц как в г. Йошкар-Ола, так и в целом в России является низкое качество, а зачастую полное отсутствие водоотвода. На фоне изменения климата и быстрой урбанизации, которые приводят к более частым экстремальным осадкам и изменениям подстилающей поверхности, городские наводнения стали широко распространенной природной опасностью. Городские наводнения не только создают серьезные риски для безопасности человеческой жизни, имущества и экологической среды, но и серьезно ограничивают развитие городов и оказывают разрушительное воздействие на дорожную сеть. Старые советские системы ливневой канализации часто разрушены и засорены, они не справляются с нагрузкой. А при строительстве новых городских дорог они недостаточно обустроены системой водоотведения. В итоге даже после небольшого дождя города затапливает, дороги и тротуары разрушаются.

Тратить деньги на создание сети, которая будет рассчитана на сильные дожди, бессмысленно, так как в Йошкар-Оле они случаются несколько раз в год. С финансовой точки зрения это неуместно. К тому же из-за «плотной городской застройки» и «насыщенности подземного пространства коммуникациями» перестроить водоотводящую систему затруднительно. Прокладывание в городе новой системы трубопроводов большего диаметра может нарушить прочность зданий, потребует перемещения других подземных коммуникаций.

В качестве объекта рассматривается улица Воинов-Интернационалистов в городе Йошкар-Ола. Участок представляет собой территорию, преимущественно, застроенную многоэтажными жилыми домами и развитой сетью инженерных коммуникаций. Улица Воинов-Интернационалистов — одна из самых оживленных транспортных магистралей города Йошкар-Ола. Она ведёт к социально значимым местам: образовательным учреждениям, СК «Арена Марий Эл» и государственному архиву республики.

Ливневая канализация в Йошкар-Оле рассчитана на тот объем осадков, который характерен для нашей республики. Во время дождей средней и даже высокой интенсивности система водоотведения справляется в полном объеме. Но при аномальных осадках на улицах города может временно скапливаться вода. Любая ливневая система устроена таким образом, что вода сначала собирается на поверхности, а потом через водоприемники отводится в большие подземные коллекторы. Чем больше интенсивность дождя, тем больше времени требуется на отвод воды. Каждый год одно и то же, ливневая канализация по улице Воинов-Интернационалистов не справляется с количеством выпавших осадков.

В работе предлагается новая конструкция водоотведения с проезжей части автомобильных дорог в городских условиях — ливневые горшки (дождевые сады). Целесообразно такие приспособления устанавливать между тротуаром и проезжей частью, чтобы вода стекала не только с проезжей части автомобильных дорог, но и с тротуара для комфорта и удобства пешеходов.

Ливневые горшки представляет собой прямоугольные формы, состоящие из трёх отсеков. Первый отсек — принимает сточные воды с проезжей части. Здесь сточные воды фильтруются с помощью чугунной решетки со средними отверстиями от крупного мусора. Так же на дно оседает грязь, песок и другие твердые загрязнения. Второй отсек нужен для того, чтобы не перегружать первый отсек. Когда первый переполняется сточными водами и не успевает фильтровать воду, то оттуда вода уходит в городскую канализацию. Третий отсек играет декоративную

роль, на нем высаживают различные травы и кустарники, приспособленные к существованию в загрязнённой среде. С помощью них выполняется природный круговорот воды. Осадки впитываются в почву – естественный фильтр, который очистит их от токсичных веществ и пополнит ресурс подземных вод. На случай если вода превысит допустимые пороги, и почва не будет успевать впитать такое количество жидкости, в каждом ливневом горшке предусмотрено приспособление для отвода излишков воды. Через него излишки воды сливаются в канализацию.

Такая технология особенно актуальна для центра города с плотной исторической застройкой, где не провести модернизацию подземных коммуникаций. Во время сильных ливней такой сад становится естественным водоемом-резервуаром, в нем быстро и беспрепятственно собирается дождевая вода. При обычных погодных условиях сад является частью городского ландшафта. Роль такого сада остается ведущей для минимизации последствий ливней.

Пропускная способность системы водоотведения с проезжей части в городских условиях оставляет желать лучшего. Ливневая канализация не справляется с количеством выпавших осадков, поэтому необходимо увеличить пропускную способность системы водоотвода внедряя (приспосабливая) новую конструкцию водоотведения – дождевые сады. Использование предлагаемой конструкции системы водоотведения позволит повысить её эффективность, приведет к улучшению условий эксплуатации автомобильных дорог, сокращению объема ремонтных работ, повышению долговечности и другим положительным результатам.

Список источников

1. Системы отвода и очистки поверхностного стока с городских территорий: краткий курс лекций для студентов 4 курса направления подготовки 280100.62 «Природообустройство и водопользование» / Сост.: В.В. Афонин // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016 – 43 с.

2. Салимова Б.Д., Махкамов Б.Р. О совершенствовании системы сбора и отвода ливневых стоков с автомобильных дорог в Ташкенте // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 1 (70). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/8618> (дата обращения: 06.04.2024).

Дергина А.П.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МОСТОВ

Аннотация. *Выполнен анализ преимуществ, недостатков и перспектив BIM-моделирования мостов.*

Ключевые слова: *мост, информационное моделирование, проектирование транспортных сооружений*

Создание проекта моста требует от инженеров и архитекторов максимальной концентрации и полной отдачи. Главным этапом является расчет несущих конструкций. Именно от него зависит то, насколько прочным, надежным и безопасным будет готовый мост. Чтобы избежать ошибок, получить качественный результат и сократить сроки возведения моста, производятся инженерные изыскания, составляется максимально детальное техническое задание и разрабатывается проект. Если раньше проект моста разрабатывался исключительно в бумажном виде, то сегодня технологии позволяют визуализировать его вплоть до мельчайших деталей [1].

BIM моделирование – это новая технология, позволяющая создавать информационные модели мостов любой сложности и конфигурации. Все характеристики объекта подаются в цифровом виде, что помогает учитывать даже самые незначительные детали. Благодаря этому специалисты и конструкторы могут заранее определить несущие способности конструкции, ее особенности, влияние на окружающую среду, уровень безопасности и рассчитать другие параметры и критерии.

В трехмерной модели прописываются абсолютно все данные и расчеты. При изменении любого параметра проектирования происходит автоматический расчет связанных характеристик. Все это позволяет максимально экономить время, а также избежать ошибок, связанных с человеческим фактором.

Информационное проектирование мостов играет важную роль не только на этапе разработки плана конструкции, но и на любом другом жизненном этапе сооружения: от строительства до сноса. Вносить изменения в готовый проект, применять различные расчеты в общей программе может каждый участник, ответственный за конкретную конструкцию.

Работы по созданию информационной модели моста включают несколько этапов:

- **Планирование**. В проект заносятся данные по конкретному сооружению, совершаются расчеты необходимые для создания полноценной BIM модели.
- **Проектирование**. Производится создание детализированного эскиза, выпускается необходимая для работы документация.
- **Строительство**. На основе BIM моделирования производится планирование работ по строительству, расчеты, предоставляется доступ всем ответственным лицам.
- **Эксплуатация**. Даже после окончания строительства актуальность информационного проекта не утрачивается. В будущем его можно использовать для внесения изменений, проведения ремонта, реконструкции или сноса.

Информационное проектирование в строительстве набирает популярность не только за рубежом, но и в России. К основным преимуществам BIM технологии относятся [2]:

- Снижение риска возникновения ошибки при расчетах. Предусмотреть все риски, внести необходимые корректировки в расчеты, можно еще до начала глобальных строительных работ.
- Доступ к модели в режиме реального времени. Это позволяет избежать путаницы, связанной с документами.
- Снижение финансовых затрат на возведение моста. Исключение человеческого фактора при расчетах позволяет минимизировать ошибки и затраты, связанные с их исправлением.
- Возможность наблюдения за мостом на всех этапах его существования. Такая возможность значительно упрощает процесс ремонта и обслуживания конструкции.
- Сокращение сроков строительства. Благодаря точным расчетам время на строительство сокращается до минимального.

Список источников

1. Биктимиров К. Что такое BIM, и с чем его едят [Электронный ресурс]. URL: <https://kilonewton.ru/blog/21> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Черных М.А., Якушев Н.М. BIM-технология и программные продукты на его основе в России // Вестник ИЖГТУ Им. М.Т. Калашникова. – 2014. – № 1(61). – С. 119-121.

Дергина А.П.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОВОЕ МОСТОВОЕ СООРУЖЕНИЕ ЙОШКАР-ОЛЫ

Аннотация. Рассмотрены перспективы увеличения пропускной способности транспортных артерий улиц Карла Маркса, Водопроводной, Вознесенской, Дружбы, Западной города Йошкар-Ола.

Ключевые слова: магистраль, мост, городские улицы и дороги

Строительство мостов, представляет собой не только процесс возведения конструкции, но это и научно-техническую деятельность, которая направлена на поиск новых технологий и материалов. Строительство и реконструкция мостов – это одно из наиболее сложных видов строительства. Особенность строительства мостов в том, что практически каждый из них уникален. Многие современные мосты являются памятниками инженерного искусства и уже давно стали частью городской архитектуры.

Строительство мостов ведется с учетом особенностей местности, поэтому для каждого из мостовых сооружений требуются сложные расчеты, учитывающие особенности грунтов, нагрузки и еще целый ряд сложных параметров. Кроме того, необходимо учитывать возможный рост интенсивности движения и действие факторов внешней среды.

С каждым годом в России все больше мостовых конструкций приходят в аварийное состояние или разрушаются вовсе. Мосты и многие искусственные мостовые сооружения достаточно изношены, ведется их реконструкция и строительство новых [1].

9 сентября в Йошкар-Оле состоялось торжественное открытие движения транспорта на первом участке новой магистрали в створе улиц Кирова и Строителей. Автомобильная дорога от Ленинского проспекта до улицы Луначарского возведена благодаря национальному проекту «Безопасные качественные дороги».

Работы по строительству разделены на два этапа – от Ленинского проспекта до улицы Луначарского и от улицы Луначарского до кольцевого пересечения с улицей Карла Маркса. Строительство участка от Ленинского проспекта до улицы Луначарского стартовало в начале

2020 года. За это время подрядная организация АО «Марийскавтодор» возвела дорогу протяженностью 1,5 км [2].

В целях повышения прочности покрытия специалистами выполнена стабилизация земляного полотна с добавлением неорганических вяжущих «ингредиентов». Кроме того, все слои основания были профилированы автогрейдером, оснащенный системой нивелирования 3D, а при устройстве верхнего слоя использовался новый ГОСТ для объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей.

Также на участке построен мост через реку Малая Кокшага протяженностью 210 пог.м. В ходе работ уделено большое внимание увеличению срока службы сооружения—выполнена полимерная гидроизоляция на плитах проезжей части, пришовные зоны укреплены эластобетоном. В целях безопасности устроены композитные перильные ограждения.

Всего на возведение участка дороги от Ленинского проспекта до улицы Луначарского направлено 2,44 млрд. рублей, из них более 2,04 млрд. рублей выделено из федерального бюджета.

Необходимо отметить, что транспортная артерия увеличит пропускную способность улиц Карла Маркса, Водопроводной, Вознесенской, Дружбы, Западной и других. Кроме того, объект даст дополнительный импульс социально-экономическому развитию микрорайона «Ширяйково».

Список источников

1. Строительство магистрали в створе улиц Кирова-Строителей / <https://dzen.ru/a/ZQmI8huHzVMwGkx3> (дата обращения: 05.04.2024).
2. «Проезд открыт»: в Йошкар-Оле заработала новая магистраль в створе улиц Кирова и Строителей / Новости Йошкар-Олы и РМЭ <https://www.marimedia.ru/news/transport/item/139584/> (дата обращения: 05.04.2024).

Дмитриев А.Г.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ В Г. ЙОШКАР-ОЛА

***Аннотация.** Проведен анализ кольцевых пересечений, рассмотрены преимущества над обычными кольцевыми, предложена их реализация на некоторых пересечениях города Йошкар-Олы.*

***Ключевые слова:** городские улицы и дороги, кольцевое пересечение, реконструкция*

Кольцевые перекрестки создаются в точках, где пересекаются три или более дорог. Их преимущества проявляются в большей степени при пересечении свыше четырех дорог.

Подходящими для кольцевых перекрестков являются участки с высокой интенсивностью движения, распределенной по различным направлениям.

Преимущества кольцевых перекрестков:

- организованное движение при пересечении более четырех дорог;
- отсутствие затрат на регулирование движения;
- низкая скорость движения и уменьшение острых углов слияния потоков, что повышает безопасность;
- меньшие потери времени по сравнению с обычными перекрестками;
- простая и понятная схема движения;
- удобство для левоповоротных маневров;
- экономичность строительства в сравнении с перекрестками в разных уровнях;
- высокая пропускная способность при наличии малых центральных островков и увеличенном количестве полос на въездах.

Недостатки кольцевых перекрестков:

- снижение скорости движения даже при свободном потоке;
- перепробег при движении через центральные островки большого диаметра;
- требуется большая площадь земли по сравнению с другими типами перекрестков в одном уровне;

- сложности с организацией пешеходных переходов.

На кольцевых перекрестках снижаются скорости и изменяется режим движения, что усложняет условия для водителей. Также увеличивается информационная нагрузка, поступающая к ним. Факторы, способствующие возникновению аварийных ситуаций:

- ограниченная видимость;
- неудачная планировка перекрестка;
- недостаток информации о направлениях движения;
- плохая освещенность;
- отсутствие разметки;
- неблагоприятные погодные условия;
- узкие въезды.

Кольцевые перекрестки являются более безопасными, чем другие типы перекрестков в одном уровне, благодаря круговому движению. Пересечения потоков и встречное движение практически отсутствуют, а относительные скорости движения автомобилей невелики.

Аварийность на кольцевых перекрестках может возрастать в вечерние часы из-за недостаточного освещения. Рост числа происшествий летом связан с увеличением интенсивности движения. Самыми опасными участками являются въезды на перекресток, где происходит до 60% ДТП. Аварийность снижается по мере увеличения интенсивности движения на пересекающихся дорогах.

Авторы считают целесообразным использовать кольцевые перекрестки на следующих улицах города Йошкар-Олы:

- Йывана Кырли – Ползунова;
- Водопроводная – Воскресенский проспект;
- Машиностроителей – Водопроводная.

Список источников

1. Витолин С.В. Анализ опыта применения кольцевых пересечений в сравнении с регулируемыми перекрестками // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2019. №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-opyta-primeneniya-koltsevyh-peresecheniy-v-sravnenii-s-reguliruemymi-perekrestkami> (дата обращения: 05.04.2024).

Егорова Д.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ УЛИЦЫ СТРОИТЕЛЕЙ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

***Аннотация.** В силу возросшей интенсивности движения, увеличения транспортного потока в городе намечен проект реконструкции улицы. Намечены основные цели и задачи проекта.*

***Ключевые слова:** городские улицы, реконструкция дорог, уширение, дорожная одежда, интенсивность движения*

Улица Строителей является одной из самых протяженных улиц в городе Йошкар-Оле. Территориально она начинается от улиц Йывана Кырли и Западной и продолжается до Элеваторного проезда.

Свое начало улица берет в 1950 году под названием Пограничная, поскольку здесь в то время проходила граница города. В 1656 город шагнул дальше на юго-запад, где построили завод железобетонных конструкций и жильё для строителей и с этого же года начали отмечать «День строителя», в связи с чем улица была переименована в улицу Строителей [1].

В настоящее время по улице Строителей проходит огромный поток грузового, пассажирского и личного транспорта, нагрузка на дорожное полотно большая. Возникает необходимость в реконструкции данной улицы – увеличение количества полос движения, усиления слоев дорожной одежды.

Технология работ по реконструкции городских дорог не отличается от технологии реконструкции автомобильных дорог. Для этого также используются новые технологии, материалы и машины, широко применяемые в дорожной отрасли. Однако наличие большого количества разнообразных видов коммуникаций (подземных и воздушных) в городских условиях осложняет работы по реконструкции городской дороги. Специальные работы, проводимые в подготовительный период по ремонту и реконструкции подземных инженерных сетей и коммуникаций, по инженерному обустройству городской дороги выполняются специализированными строительными организациями по специальным техно-

логиям с применением специальных материалов, машин и механизмов. Все это накладывает свои особенности на организацию работ по реконструкции городских дорог и увязку этих специальных работ между собой, проводимых в подготовительный период. Поэтому заказчик проводит постоянный контроль за соблюдением технологий, выполняемых специальных и дорожных работ, что обеспечивает требуемое качество реконструкции городской дороги. Все это фиксируется в исполнительной производственно-технической документации при приемке промежуточных работ и в технической документации при сдаче городской дороги в эксплуатацию после реконструкции [2].

При разработке проекта реконструкции запланированы следующие этапы на уровне исследовательской работы:

1. установление фактической интенсивности движения по натурным исследованиям;
2. анализ ДТП на участке;
3. оцифровка существующих карт местности;
4. создание цифровой модели рельефа и ситуации;
5. разработка цифрового проекта реконструкции;
6. установление ориентировочной стоимости подрядных работ в текущих ценах.

В настоящее время выполнено 4 этапа работы. Автор считает, что реконструкция улицы является необходимым мероприятием, поскольку в данном районе отсутствует возможность строительства дополнительных улиц (дублеров) для снижения интенсивности движения и перераспределения основных потоков. Кроме того, увеличение пропускной способности значительно улучшит экономические условия, как микрорайона, так и города в целом.

Список источников

1. Улица Строителей будет отремонтирована по нацпроекту «Безопасные качественные дороги». URL: https://vk.com/wall-146675490_70974 (дата обращения: 05.04.2024).

2. Реконструкция городских дорог и улиц. Организационно-технологическая и исполнительная техническая документация. URL: <https://moluch.ru/archive/340/76519/> (дата обращения: 05.04.2024).

Егорова Д.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Аннотация. Рассмотрены перспективные технологии дорожной отрасли, которые могут найти свое место в развитии транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: технологии будущего, автодороги, интеллектуальные системы, альтернативные источники

Автомобильные дороги являются важнейшей частью современной транспортной системы. По мере развития технологий появляются новые и инновационные решения, которые обещают революционизировать автомобильные дороги будущего. Вот некоторые из наиболее перспективных технологий:

1. Автономные транспортные средства.

Автономные транспортные средства (AV) обещают устранить человеческий фактор как основную причину дорожно-транспортных происшествий. AV используют комбинацию датчиков, камер и искусственного интеллекта для самостоятельного управления автомобилем. Эта технология имеет потенциал значительно повысить безопасность дорожного движения и сделать поездки более комфортными и эффективными.

2. Электрические дороги.

Электрические дороги используют электрическую индукцию для питания электромобилей во время движения. Это устраняет необходимость в традиционных аккумуляторных батареях, что увеличивает дальность поездки и сокращает время зарядки. Электрические дороги также способствуют снижению выбросов парниковых газов и улучшению качества воздуха.

3. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

ИТС объединяют различные технологии для сбора, обработки и обмена информацией о дорожном движении в режиме реального времени. Эти системы позволяют оптимизировать транспортные потоки, информировать водителей об опасных ситуациях и улучшать координацию между транспортными средствами и инфраструктурой. ИТС играют важную роль в повышении безопасности и эффективности дорожного движения.

4. Дорожное покрытие с самовосстановлением.

Дорожное покрытие с самовосстановлением использует специальные материалы, которые могут автоматически заделывать трещины и выбоины. Это повышает долговечность дорожного покрытия и сокращает необходимость в ремонте, что приводит к снижению затрат на техническое обслуживание и повышению безопасности дорожного движения.

5. Биолюминесцентное освещение.

Биолюминесцентное освещение использует живые организмы, такие как бактерии или грибы, для производства света. Это экологически чистый и энергоэффективный способ освещения дорог, который может повысить видимость в ночное время и улучшить безопасность дорожного движения.

6. «Солнечные дороги».

Современные развитые государства готовы к внедрению проектов «солнечных», «умных» дорог. Функционал дорожного покрытия «солнечной дороги» будет включать в себя: производство электроэнергии, которая может подаваться в близлежащие дома и здания, а также использоваться для подзарядки электромобилей; программируемую светодиодную разметку и предупреждающие знаки, в том числе целую систему оповещения о необходимости снизить скорость - с помощью датчиков нагрузки, которые мгновенно среагируют на возникновение препятствий на дороге (например, пешехода), что является особо актуальным в темное время суток и приведет к сокращению количества дорожно-транспортных происшествий; самоочищение от осадков (гололеда, снега) с помощью нагревательных элементов, встроенных в солнечные панели; возможность прокладывания вдоль дороги «коридоров» для кабельных элементов и резервуаров для сбора воды [2].

Эти технологии находятся на различных стадиях разработки и внедрения. Однако их потенциал для трансформации автомобильных дорог огромен. По мере развития и совершенствования этих технологий мы можем ожидать более безопасных, эффективных и экологически чистых автомобильных дорог, которые будут удовлетворять растущим потребностям современного общества.

Список источников

1. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Морозов Д.Ю. Технические и технологические особенности автономных транспортных средств // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2019. – №3 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskie-i-tehnologicheskie-osobennosti-avtonomnyh-transportnyh-sredstv> (дата обращения: 05.04.2024).

2. Головкин С.В., Павленко В.А. «Солнечная дорога» – Дорога будущего // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2019. – №1 (67). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/solnechnaya-doroga-doroga-buduschego> (дата обращения: 05.04.2024).

Ежов С.А., Ежова С.В.

Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ ОБЪЁМНОГО МАКРО-АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

***Аннотация.** В процессе эксплуатации и содержания автомобильных дорог возникает насущная необходимость повышения трещиностойкости и общей прочности дорожных конструкций целиком. Одним из способов решения этой задачи является применение метода объёмного армирования конструкции с использованием георешеток и иных синтетических и/или нетканых материалов на стадии строительства дорожных одежд.*

***Ключевые слова:** асфальтовое покрытие, объёмное армирование конструкций, трещиностойкость, георешетки объёмные, георешетки плоские, геосетки*

По данным Росстата протяжённость автомобильных дорог в России на 2023 год составляет более 1,6 миллионов километров с твёрдым покрытием. Если проанализировать данные по грузоперевозкам то более 2/3 всего перевезённого в России за 2023 год, осуществлялось автотранспортом. И от качественной работы дорожных организаций и инновационных материалов и строительных технологий непосредственной зависит практически 2/3 экономики нашего государства.

Избыточная нагруженность автомобильных дорог в последнее время требует повышения сопротивляемости их конструкций разрушениям и износу, обеспечение высокой надёжности, в том числе и трещиностойкости.

Бетон обладает способностью хорошо воспринимать вертикальные нагрузки и плохо переносит горизонтальные нагрузки на изгиб и кручение. Однако стоит в бетон поместить армирующий каркас как он становится незаменимым материалом с новыми свойствами для строительства.

Объёмное армирование бетонных конструкций возможно применять не только в строительстве домов и мостов, но это возможно применять и в дорожном строительстве получая положительный эффект.

Возникающие на покрытии трещины от постоянного нагружения конструкций проходящим транспортом, а так же от климатического воздействия приводят к дополнительному проникновению влаги в дорожные одежды через образующиеся усталостные и температурные трещины. Усталостные трещины могут образовываться не только с поверхности асфальтобетонного покрытия, но и с нижних конструктивных слоёв как отражённые трещины.

Одним из решений этой проблемы может быть применение георешеток и синтетических нетканых материалов. Размещая их между конструктивными слоями дорожной одежды позволяет купировать образование отражённых трещин, которые затухают в конструктивном слое при переходе на вышележащие слои. Преимущество применения объёмных георешеток в щебёночных слоях в том, что можно использовать каменный материал, чьи характеристики не совсем удовлетворяют техническим требованиям или находятся на пограничном состоянии. Так, нельзя применять в конструктивных слоях песчано-гравийную смесь, в составе которой есть окатанные зерна каменного материала околотые менее 75%, однако при использовании объёмной георешетки с засыпкой такой песчано-гравийной смеси в ячейки объёмной георешетки позволяет создать устойчивый к образованию отражённых трещин конструктивный слой с новыми свойствами обеспеченной прочности [1].

Также применение георешетки плоской или геосетки между асфальтобетонными слоями конструкции дорожных одежд повышают устойчивость конструкции сопротивляться изгибающим нагрузкам и остаточным напряжениям от проходящего транспорта и купируют отражённые трещины в нижележащих слоях асфальтобетона, без перехода на вышележащие конструктивные слои дорожной одежды [2].

Список источников

1. Ассортимент продукции ООО «Геоматериалы» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.td-geo.ru/>. - 18.03.2024.
2. Ассортимент продукции ТК Бикра [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://bikra-m.ru/geo/geomaterialy/geosetka/dlya-armirovaniya-asfaltobetona/>. - 18.03.2024.

Ефремова Т.А.

Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НЕТКАНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ВТОРИЧНО ПЕРЕРАБОТАННОГО СЫРЬЯ

Аннотация. *Использование нетканых материалов в строительстве. Технология производства нетканых материалов из вторично переработанного сырья и их преимущества.*

Ключевые слова: *нетканые материалы, технология изготовления, вторичные волокна, переработка*

Нетканые материалы – синтетические текстильные полотна высокой прочности, которые получили свое название благодаря способу изготовления без применения традиционных методов ткачества: посредством склеивания или спекания химических волокон. Специфические свойства такого текстиля зависят от назначения полотна. Нетканые материалы могут иметь способность поглощать и удерживать влагу или отталкивать ее, быть воздухопроницаемыми или же, напротив, исключать воздухообмен. Нетканое полотно имеет однородную структуру из-за отсутствия переплетения нитей. Также нетканые материалы не осыпаются по краям.

Нетканые материалы классифицируются в зависимости от технологии изготовления. Технологические возможности расширяются по мере развития сегмента, существует большое количество разновидностей нетканых материй. Наиболее распространенные из них – спанбонд, термобонд, СМС и спанлейс [1].

Технология производства нетканых материалов из вторичных волокон имеет следующие преимущества [2]:

- сокращение производственного цикла и интенсификация производства;
- использование регенерированных волокон;
- быстрая смена ассортимента выпускаемой продукции;
- низкая себестоимость продукции;
- сокращение энергозатрат и расхода материальных ресурсов.

Вопрос о целесообразности использования регенерированных ПЭТ-волокон в производстве различных нетканых материалов (НМ).

Для производства НМ на волокнистой основе используются разнообразные виды сырья: штапельные синтетические волокна – иглопробивной способ с механическим холстоформированием, непрерывные (бесконечные) волокна – термоскрепленный способ с аэродинамическим холстоформированием, называемый «спанбондом» и термоскрепленный способ из штапельных волокон.

Из штапельных синтетических волокон наибольшее распространение получило полиэфирное (первичный ПЭТ), а термоскрепленный «спанбонд» - полипропилен (ПП). Если ресурсы ПП-волокон и гранул в России достаточны для удовлетворения возрастающих потребностей потребителей, то ПЭТ-волокна практически у нас не производятся и производители закупают их из-за рубежа: Китая, Южной Кореи, Тайваня и Республики Беларусь. Хотя у нас предпринимаются все усилия для производства первичных ПЭТ-волокон в г. Иваново.

В связи с отсутствием в стране ПЭТ-волокон для производства НМ различного назначения предприятия ищут пути обеспечения волокнистым сырьем. Один из таких путей – производство регенерированных (восстановленных) вторичных ПЭТ волокон из пластиковых ПЭТ-бутылок, что является не только экономически выгодным, но и экологичным решением.

По разным источникам, в мире первичный ПЭТФ составляет 85%, вторичный регенерированный ПЭТФ – 15%. В развитых странах мира переработка ПЭТ-бутылок считается одним из основных направлений защиты экологии и импортозамещения сырья. Процент переработки бывших в употреблении ПЭТ-бутылок в этих странах доходит до 100%. В разных регионах нашей страны начали закупать оборудование, в основном из Китая, с целью переработки вторичного сырья для дальнейшего изготовления конечного продукта. Регенерированное сырье из пластиковых бутылок сегодня используется не только для производства НМ, но и одежды, ковровых покрытий, нетканых утеплителей и наполнителей.

Акционерное общество “Втор-Ком” совместно с предприятиями проводят исследования свойств и показателей качества иглопробивных НМ, полученных из регенерированных ПЭТ-волокон. Многие предприятия (Втор-Ком, Комитекс, ПСК Геодор, Технолайн, Полилайн, Нипромтекс, Мичуринская фабрика нетканых материалов и др.) для производства иглопробивных НМ используют в качестве сырья регенерированные волокна из ПЭТ-бутылок как в смеси с другими волокнами, так и в отдельности. Это значительно удешевит стоимость НМ в целом на 30% [3].

Нетканые материалы используются для [4]:

- строительства зданий и сооружений (гидроизоляция, ветрозащита, пароизоляция);
- транспортного строительства (разделения слоев, фильтрация, распределения нагрузки);
- устройства полигонов ТБО (фильтрация, изоляция, разделение);
- работ в ландшафтном дизайне (разделения слоев, дренажа).

Список источников

1. Нетканые материалы: сферы применения и технологии // Сибур: [Электронный ресурс]. — М., 2024. - Режим доступа: <https://goods.sibur.com/ru/statii/netkanye-materialy> - 16.03.2024
2. Производство нетканых материалов из вторичных волокон // Переработка мусора: [Электронный ресурс]. — М., 2024. - Режим доступа: <https://ztbo.ru/o-tbo/lit/pererabotka-promishlennix-otxodov/proizvodstvo-netkanykh-materialov-iz-vtorichnykh-volon> - 17.03.2024
3. Сырье для производства нетканых материалов // АО “Втор-Ком”: [Электронный ресурс]. — М., 2024. - Режим доступа: — URL: https://vtor-kom.ru/press-center/news-market/news-market_127.html - 10.03.2024
4. Строительство // Неотекс: [Электронный ресурс]. - М., 2024. - Режим доступа: <https://www.neotex-znm.ru/application/construction/> - 17.03.2024.

УДК 625.7

Журавлёв К.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПЕСКОВ

***Аннотация.** Рассмотрены способы определения коэффициента фильтрации песков.*

***Ключевые слова:** фильтрация, градиент напора, песок, лабораторные испытания*

Согласно ГОСТ 25584-2016 [1] существуют следующие методики определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов:

1. при постоянном градиенте напора (стационарный режим фильтрации);
2. при переменном градиенте напора (нестационарный режим фильтрации);
3. методика, применяемая в дорожном и аэродромном строительстве.

Для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов используются различные приборы, например, прибор ПКФ (прибор для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов).

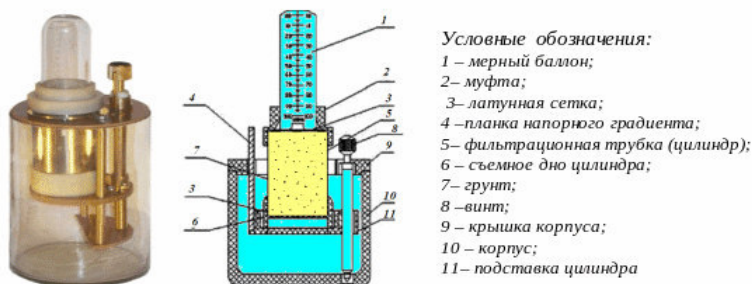


Рис. 1. Прибор КФ-ОМ

Коэффициент фильтрации определяют на образцах ненарушенного сложения или нарушенного сложения заданной плотности. Максимальный размер частиц песчаных грунтов не должен превышать $1/5$ внутреннего диаметра прибора для определения коэффициента фильтрации.

В комплект оборудования для определения коэффициента фильтрации должны входить: прибор КФ-ОМ, КФЗ (рисунок 1) или приборы КФ-01, ПКФ-3, ФВ-3, трубка СПЕЦГЕО усовершенствованная.

Заполнение цилиндра испытываемым грунтом ненарушенного сложения выполняют в следующем порядке. Заранее взвешенный цилиндр ставят заостренным краем на выровненную поверхность грунта и слегка вдавливают его в грунт, обозначая границы будущего образца для проведения испытаний; грунт у заостренного края цилиндра (с внешней его стороны) срезают острым ножом в виде столбика диаметром на 0,5–1,0 мм больше диаметра цилиндра и высотой примерно 10 мм. Одновременно, по мере срезания постепенно надвигают цилиндр на грунт, не допуская перекоса, до полного заполнения цилиндра. В грунт, из которого не удастся вырезать столбик, цилиндр вдавливают; верхний торец, образца грунта зачищают ножом вровень с краями цилиндра и накрывают заранее взвешенной пластинкой; подхватывают цилиндр с

грунтом снизу лопаткой, переворачивают его, зачищают нижний торец образца грунта вровень с краями цилиндра и также накрывают заранее взвешенной пластинкой: взвешивают цилиндр с образцом грунта и покрывающими его пластинками; определяют плотность грунта, затем надевают на цилиндр с образцом грунта дно с латунной сеткой.

Для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов при переменном градиенте напора, а также грунтов, используемых в дорожном и аэродромном строительстве, применяется, как было сказано выше, фильтрационный прибор, изображенный на рисунке 2.

При испытании грунта согласно [1] указывается, что фильтрационную трубку 3 с грунтом на подставке помещают в стакан 4, который постепенно наполняют водой до верха. Затем этот стакан с прибором помещают в емкость для воды (ведерко) и заполняют водой до уровня выше слоя гравия на 10-15 мм. После появления воды в трубке над слоем гравия воду доливают примерно на $\frac{1}{3}$ ее высоты. Далее извлекают стакан с прибором из емкости (ведерка) [1] и устанавливают на поддон. В этом случае градиент напора будет равен 1 ($i=1$).

С этого момента начинается сам процесс испытания, или как говорят специалисты, «материал начинает фильтровать».

Как видно из описания, процедура определения коэффициента фильтрации песка достаточно сложная, но необходимая. Эта величина переменная, испытания проводятся индивидуально для каждого вида материала. На K_f оказывает влияние происхождение песчаных смесей и вид зерен, модуль крупности, естественная влажность, чистота, плотность.

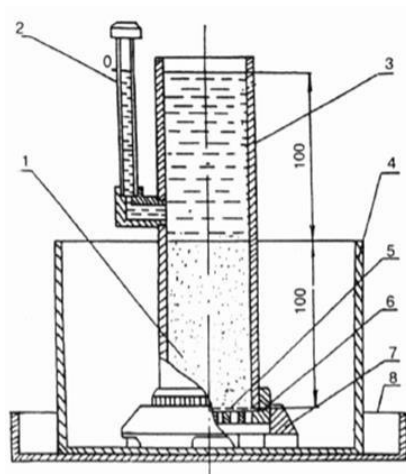


Рис. 2. Схема прибора Союздорнии ПКФ

Знание скорости прохождения влаги сквозь песчаный слой позволяет реально оценить качество материала и определить возможность его использования в конкретных направлениях – для приготовления кладочных и штукатурных растворов, введения в качестве минерального наполнителя в бетон, для отсыпки выравнивающих и дренирующих слоев в дорожном и аэродромном строительстве, для фильтрации жидкостей. Определяя качество, коэффициент фильтрации оказывает влияние и на стоимость продукции, а это немаловажно для успешной производственной деятельности ее потребителей.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретной ситуации и целей исследования. Важно отметить, что определение коэффициента фильтрации песков является сложным и требует специального оборудования и знаний. Поэтому для получения точных и достоверных результатов рекомендуется обращаться к специалистам в области геологии и гидрогеологии.

Список источников

1. ГОСТ 25584-2016. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. – М.: Стандартинформ, 2016 – 22 с.

Закирьянова Д.И.

Научный руководитель: Ежов С.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АСФАЛЬТОБЕТОНАХ ПРИ ИХ РЕМОНТЕ И СОДЕРЖАНИИ

***Аннотация.** В процессе эксплуатации и содержания автомобильных дорог возникает насущная необходимость повышения трещиностойкости покрытий и оперативного ремонта в случае их возникновения. На некоторых участках движения автомобильного транспорта, с повышенными требованиями к безопасности движения, необходимо исключить применение хлорсодержащих противогололёдных материалов без снижения безопасности движения.*

***Ключевые слова:** асфальтовое покрытие, объёмное армирование конструкций, фибра-бетон, фиброасфальтобетоны, дисперсное армирование, трещиностойкость, микроволновый нагрев защита дорожного покрытия от обледенения*

По данным Росстата протяжённость автомобильных дорог в России на 2023 год составляет более 1,6 миллионов километров с твёрдым покрытием. Если дорожные организации будут приводить в нормативное состояние по 8-10% от общей сети ежегодно, то через 10 лет предыдущие отремонтированные или построенные участки подойдут к пределу и необходимости повторного ремонта. А 10% от общей дорожной сети в год, это как минимум по 100 тысяч километров дорог требующих ремонта.

Соответственно возникает важная и насущная необходимость для дорожных организаций применять новые инновационные материалы и технологии, способные увеличить срок эксплуатационной службы и безотказной работы автомобильных дорог.

Бетон обладает способностью хорошо воспринимать вертикальные нагрузки и плохо переносит горизонтальные нагрузки на изгиб и кручение. Однако стоит в бетон поместить армирующий каркас как он становится незаменимым материалом с новыми свойствами для строительства.

Объёмное армирование бетонных конструкций возможно применять не только в строительстве домов и мостов, но это возможно применять и в дорожном строительстве получая положительный эффект.

В процессе эксплуатации важно обеспечить усиление прочности именно верхнего слоя асфальтобетона и тут тоже может быть применён метод объёмного дисперсного армирования, т.е. фиброасфальтобетон.

В Челябинске отошли от применения отходов производства и наладили выпуск специализированной металлической фибры для цементобетона – "Челябинка" для его объёмного армирования [1]. Возможно применение такой металлической фибры и для нижних слоёв асфальтобетона, для исключения вероятных проколов шин автомобилей. Есть опыт применения полиакрилонитрильной не металлической фибры для верхних слоёв асфальтобетонных покрытий.

Дисперсное армирование с применением стальной фибры и/или полимерных волокон, дает возможность решать ряд задач, связанных с повышением эксплуатационных характеристик дорожных покрытий и повышения прочностных свойств, а так же способность сопротивления асфальтобетона на изгиб и повышения их трещиностойкости как природно-климатическим факторам, так и к нагрузкам от проходящего автотранспорта.

Наличие металлической фибры в асфальтобетонных смесях позволяет значительно снизить образование трещин, а в случае их возникновения применить в качестве ремонта излучатели микроволновой энергии, которые быстро, в считанные секунды, поднимают температуру покрытия (из-за наличия в нём стальных фибр или отходов металлургического производства - металлической стружки) и позволяют самозалечивать трещины без применения дополнительных ремонтно-строительных материалов и органических вяжущих [2].

Применение микроволнового разогрева асфальтобетонных покрытий, с металлической фиброй в конструктивных слоях, повышает эффективность борьбы с зимней скользкостью без применения противогололёдных хлорсодержащих материалов [3], которые в свою очередь наносят значительный вред, как самим покрытиям, так и сопредельным территориям, и в том числе не способствуют засаливанию грунтовых вод, что улучшает экологическую обстановку.

Применения металлической фибры в дорожных покрытиях позволяет создать "тёплые покрытия" методом пропуска электрического тока через покрытие на особо опасных участках: крутых подъёмах и спусках в городских условиях (где возможно подвести электричество), без размещения специализированных электрических теплонагревательных кабелей в асфальтобетонном покрытии.

Список источников

1. ООО «НПК Волтек Плюс» производственное предприятие по изготовлению стальной фибры [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://wolwekplus.ru/>. - 15.03.2024.
2. Полномасштабное использование микроволнового нагрева при строительстве продольных швов и заживлении трещин в асфальтобетонных покрытиях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34576381/>. - 15.03.2024.
3. Обзор применения технологии микроволнового нагрева для самовосстановления и борьбы с обледенением асфальтового покрытия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37050310/>. - 15.03.2024.

УДК 625.7

Иванов М.П.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Выполнен обзор существующих технологий усиления дорожных конструкций при выполнении различных мероприятий.*

Ключевые слова: *дорожная одежда, усиление конструкций, укрепление оснований*

Усиление дорожных конструкций – это комплекс мероприятий, направленных на повышение несущей способности и долговечности существующих дорог. Это может быть необходимо в случае увеличения транспортных нагрузок, изменения интенсивности движения, появления дефектов и повреждений в дорожном покрытии.

Существует несколько основных технологий усиления дорожных конструкций:

Укладка дополнительного слоя асфальтобетона. Этот метод за-

ключается в укладке нового слоя асфальтобетона поверх существующего покрытия. Это увеличивает толщину дорожной конструкции и повышает ее несущую способность.

Армирование геосинтетическими материалами. Геосинтетические материалы, такие как геотекстиль и геосетки, укладываются между слоями дорожной конструкции. Они армируют покрытие, распределяют нагрузки и предотвращают образование трещин и деформаций.

Армирующий материал призван: воспринимать и перераспределять горизонтальные нормальные растягивающие напряжения и предотвращать избыточную горизонтальную деформацию удлинения вблизи подошвы слоя при его изгибе, возникающие при многочисленных кратковременных воздействиях колёсной нагрузки от автотранспорта; воспринимать и перераспределять горизонтальные нормальные растягивающие напряжения и предотвращать избыточную деформацию, возникающие в некоторых сечениях от длительно действующих температурных воздействий [1].

Цементно-грунтовая стабилизация. Этот метод заключается в смешивании цемента с грунтом основания дороги. Это повышает прочность и несущую способность грунта, улучшает водостойкость и морозостойкость покрытия.

В ходе проведенных исследований [2] установлено, что показатели физико-механических свойств, укрепленных портландцементом глинистых грунтов с использованием стабилизирующих добавок «Nanostab» и «Техностаб» отвечают требованиям ГОСТ 23558-94. Введение стабилизаторов существенно (до 130 %) повышает прочность на сжатие укрепленных грунтов. По морозостойкости укрепленные грунты, модифицированные стабилизаторами «Nanostab» и «Техностаб», соответствуют марке не менее F25.

Устройство железобетонных плит. Железобетонные плиты укладываются поверх существующего покрытия. Они образуют прочное и долговечное основание, которое выдерживает высокие нагрузки.

Фрезерование и укладка нового покрытия. В некоторых случаях может потребоваться фрезерование существующего покрытия и укладка нового слоя асфальтобетона. Это позволяет устранить дефекты и повреждения, восстановить ровность и повысить сцепление колес с дорогой. Следует заметить, что широкое применение методов и способов горячей регенерации сдерживает отсутствие соответствующего отечественного нормативного документа, в полной мере нормирующего требования, условия и область применения каждого метода. Создание методических рекомендаций по горячей регенерации асфальтобетонных

покрытий для расширения применения технологий горячей регенерации при реконструкции и ремонте дорог в РФ, а также повышение качества работ и снижение стоимости их производства, за счет создания условий для обеспечения жизненного цикла дороги с минимальными затратами является необходимым для более широкого применения технологий горячей регенерации [3].

Выбор технологии усиления дорожных конструкций зависит от конкретных условий, таких как тип и состояние существующего покрытия, интенсивность транспортных нагрузок, климатические условия и бюджет проекта. Правильно выполненное усиление позволяет продлить срок службы дороги, повысить ее безопасность и комфортность, а также снизить затраты на ремонт и обслуживание.

Список источников

1. Сиротюк В.В. Применение геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных покрытий // Вестник СиБАДИ. 2010. №18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-geosinteticheskikh-materialov-dlya-armirovaniya-asfaltobetonnih-pokrytiy> (дата обращения: 07.04.2024).
2. Ядыкина В.В., Лукаш Е.А., Кондрашов Д.С. Влияние стабилизирующих добавок на свойства укрепленных портландцементом грунтов // Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова. 2017. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-stabiliziruyuschih-dobavok-na-svoystva-ukreplennyh-portlandtsementom-gruntov> (дата обращения: 05.04.2024).
3. Квитко А.В., Медрес Е.Е., Карпов Б.Н. К вопросу применения горячей регенерации при ремонте асфальтобетонных покрытий // Научный журнал. 2017. №5 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-goryachey-regeneratsii-pri-remonte-asfaltobetonnih-pokrytiy> (дата обращения: 05.04.2024).

Иванова А.А.

Научный руководитель: Ежова С.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В статье рассматриваются особенности нанотехнологий, использование которых также позволит внедрять новые экологически чистые строительные материалы с уникальными свойствами, которые могут принести большую экономическую пользу.

Ключевые слова: нанотехнологии, строительство, наноматериалы, наночастицы

Нанотехнологии - это инновационное направление в науке и технике, основанное на изучении и создании структур и материалов на молекулярном и атомном уровне. В последние десятилетия нанотехнологии активно проникают в различные отрасли, включая строительство. Развитие нанотехнологий в производстве строительных материалов открывает новые перспективы и возможности для создания более прочных, легких, устойчивых и экологически безопасных конструкций.

Одним из важных достижений нанотехнологий в строительстве является разработка усовершенствованных композитных материалов, которые обладают высокой прочностью, но при этом могут быть легки и гибки, что открывает новые перспективы для проектирования и строительства не только наземных, но и надземных и подводных сооружений. Рассмотрим некоторые из них:

1. Углепластик, который получается путем соединения карбоновых волокон с полимерными связующими веществами. Углепластик обладает высокой прочностью (среднее значение прочности 2246 Мпа) и жесткостью, при этом являясь очень легким материалом. В результате, он широко используется в аэрокосмической промышленности для создания легких и прочных конструкций, например, обшивки самолетов или верхних ступеней ракет.

2. Стеклопластик. Он получается из соединения стекловолокон с полимерными смолами. Стеклопластик обладает высокой стойкостью к механическим повреждениям, а также к воздействию влаги или химически активных веществ. Благодаря своим свойствам, стеклопластик находит применение в строительстве и производстве автомобилей, где

необходимы легкие и прочные материалы для создания корпусных элементов или кузовов [1].

Еще одним важным направлением развития нанотехнологий в строительстве является создание наноматериалов с повышенной устойчивостью к агрессивным факторам окружающей среды. Например, нанокompозитные материалы, которые содержат наночастицы с повышенной химической стойкостью и устойчивостью к потере свойств при воздействии воды, высоких или низких температур, радиации, агрессивных растворов и газов. Такие материалы могут применяться в строительстве для создания долговечных и надежных сооружений, которые смогут выдержать экстремальные условия и сохранять свои характеристики на протяжении долгого времени. Рассмотрим некоторые из них.

1. Наноармированные полимеры. Они состоят из полимерной матрицы, дополненной наночастицами, такими как углеродные нанотрубки или графен. Эти наночастицы придают полимерному материалу уникальные свойства, повышающие его прочность, жесткость, теплопроводность и электропроводность. Благодаря этому, наноармированные полимеры находят широкое применение в промышленности, включая авиацию, автомобилестроение, электронику и медицину [3].

2. Наночастицы, добавленные в металлическую матрицу. При этом наночастицы могут быть разных типов, таких как металлические наночастицы, керамические частицы или полимерные наночастицы. Это позволяет создавать материалы с повышенными механическими свойствами, устойчивостью к коррозии и теплостойкостью. Такие нанокompозитные материалы находят применение в авиационной и космической промышленности, энергетике, машиностроении и других отраслях [2].

Другим интересным направлением в применении нанотехнологий в строительстве является улучшение энергоэффективности зданий. С помощью разработки нанотехнологических материалов можно создать дополнительные изоляционные слои, которые будут способствовать снижению потерь тепла и поддержанию комфортной температуры в помещении. Например, наноматериалы на основе углеродных нанотрубок или графена могут иметь высокую теплопроводность и могут быть использованы в качестве промежуточного слоя в стенах или полах, снижая тепловые потери здания.

Таким образом, развитие нанотехнологий в производстве строительных материалов открывает широкий спектр возможностей для создания инновационных, прочных, устойчивых и экологически безопасных конструкций. Применение нанотехнологий позволит повысить эффектив-

ность строительства, сократить эксплуатационные затраты, а также создать современные и комфортные условия для проживания и работы.

Список источников

1. Бедрина Е. Бетон - материал, к которому нашли новые подходы // Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2020. - № 12. - С. 19-22.
2. Горбачев И., Глуховский Е. Исследование систем органическая матрица-металлические наночастицы. Germany, Saarbrücken: Изд. дом LAP LAMBERT Academie Publishing, 2012. – 64с.
3. Фаликман В.Р. Нанопокртия в современном строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2021. - №1. - С. 5-11.

УДК 691.2

Казанкина А.С.

Научный руководитель: Хабибулин С.Ю., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КВАРЦА КАК СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

***Аннотация.** Перечислены разновидности и формы кварца, а также ведётся рассуждение о полезности применения кварцевого сырья в строительной отрасли.*

***Ключевые слова:** кварц, магматические породы, аморфный кварц, песок*

В строительстве кварц и материалы, которые из него получают являются самыми востребованными видами сырья. Кварц – это распространённый в земной коре минерал, породообразующий минерал большинства магматических и метаморфических пород. Целью данной работы является проведение анализа применения кварца только с точки зрения строительства, выявить его преимущества и недостатки. Кварц образуется при различных геологических процессах, но не все его формы подходят для сферы строительства. Представлены три формы кварца, которые наиболее часто используются в качестве сырья:

1. Магматические породы. Непосредственно кристаллизуется из магмы кислого состава. Содержит как интрузивные (гранит, диорит), так и эффузивные (риолит, дацит) породы кислого и среднего состава,

может встречаться в магматических породах основного состава (кварцевое габбро). Также, при гидротермальном процессе образуются кварцевые и хрусталеносные жилы. Нередки красивые жеоды из минералов кварца, часто с агатовой оболочкой.

2. Кварцевый песок. Песок образовался в результате естественного разрушения скальных пород под воздействием эрозии, вызванной атмосферными явлениями или течением водных потоков. Песок, использующийся в строительной отрасли, чаще добывают из карьеров либо рек.

3. Аморфный кварц (кремнезем). Получение: синтетический диоксид кремния получают нагреванием кремния до температуры $+400... +500\text{ }^{\circ}\text{C}$ в атмосфере кислорода, при этом кремний окисляется до диоксида SiO_2 .

Наиболее популярным является 2 тип, это кварцевый песок. В строительстве он особенно популярен как основа для изготовления бетона и растворов. Виды песка [2]:

1) Карьерный строительный кварцевый песок. Его добывают путем природной обработки горных пород в песчаных карьерах. Этот тип песка не проходит процедуру дополнительной очистки, поэтому его стоимость, в сравнении с другими видами песка, относительно невысокая, так как в нём присутствуют лишние примеси. Применяют его обычно на этапе возведения фундамента.

2) Сеяный песок. Тот же песок, добываемый в карьерах, но уже прошедший все этапы очистки и обработки.

3) Мытый песок. Этот вид относится к наиболее качественным, так как проходит не только просеивание, но и промывание водой под большим напором. Его активно используют в производстве смесей, бетонов, растворов, материалов строительного назначения. Этот вид песка имеет стоимость намного выше остальных разновидностей.

4) Речной песок. Песок, добытый с речного дна. Он, как правило, не требует искусственной очистки, так как природные процессы и так способствуют освобождению материала от нежелательных добавок. Чистота сырья позволяет использовать его на детских площадках, в том числе для заполнения «песочниц». Его не редко используют и в растворах строительного назначения из-за его равномерной фракции и чистоты, но скругленные и гладкие края составных частичек кварца гораздо хуже сцепляется с цементом. Чего не скажешь, например, о песках горного происхождения, состоящих из острых частичек неправильной формы.

Магматические породы же, как правило, выступают в качестве крупного заполнителя для раствора бетона, но есть и другие варианты его применения в зависимости от камня. Например [4]:

1) Габбро – глубинная порода используется как строительный и облицовочный материал, из габбро получают дорожный камень и щебень.

2) Базальт – вулканическая порода, излившаяся и видоизмененная. Из него производят плиты для пола, трубы, химическую аппаратуру.

3) Диабаз – стекловидная магматическая порода, используется в сооружении монументальных строений и как облицовочный камень.

4) Граниты и др. – изверженные породы находят свое применение в облицовке памятников и как наполнитель при изготовлении бетона.

5) Пемза, шлаки и др. применимы в сооружении железнодорожных и шоссейных насыпей, в создании стекла, теплоизоляционных бетонов, цемента.

Последняя порода имеет связь с аморфным кварцем, более известным как кремнезем, который тоже применяется в изготовлении шлакоблоков в качестве заполнителя. Его также применяют в производстве стекла, керамики, абразивов и бетонных изделий. Аморфный кварц также получают из отходов металлургического производства, это делает его стоимость ниже, относительно других мелкозернистых заполнителей. Из минусов данной формы сырья – это ощутимый вред человеческому здоровью, который может нанести только пыль с содержанием диоксида кремния в процессе ее вдыхания на промышленных производствах. Чрезмерное воздействие может привести к развитию таких заболеваний, как силикоз легких, бронхит, рак.

Строительный кварцевый песок более популярен как мелкий заполнитель при создании смесей, растворов, а также бетона, потому что в отношении «цена-качество» он опережает своих конкурентов, а также все возможные риски значительно снижены. В работе с магматическими породами широко применимы граниты (изверженные породы). Они могут выступать как крупными заполнителями, так и облицовочным камнем. Из достаточно дешёвых материалов наиболее лучшим является аморфный кварц, или кремнезем, или шлак, что тоже является значимым фактором при выборе материалов для строительства.

Список источников.

1. Кварц. Википедия. / URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кварц>
2. Электронный ресурс:/ URL: <https://tdunicom.ru/informatsiya/stroitelnyy-kvartsevyy-pesok>
3. Электронный ресурс:/ URL: <https://www.q-style.ru/info/kvarts-luchshiy-stroitelnyy-prirodnyy-kamen-innovatsionnye-tehnologii-primeneniya-resursa/>
4. Применение магматической породы в строительстве. /Электронный ресурс:/ URL: <https://ms-cement.ru/primenenie-magmaticheskoy-porodyi-v-stroitelstve>

Казанкина А.С.

Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗНЫХ СВЯЗУЮЩИХ

***Аннотация.** Над тремя видами краски проведены ряд лабораторных опытов, исходя из результатов которых сделаны выводы об их сходствах и различиях.*

***Ключевые слова:** краска, укрывистость, скорость высыхания, вязкость, твёрдость*

В настоящее время краска остаётся одним из самых популярных отделочных материалов, который используют для внутренних работ. Пигментированный лакокрасочный материал - это лакокрасочный материал, содержащий один или несколько пигментов, который при нанесении на окрашиваемую поверхность образует непрозрачное лакокрасочное покрытие с защитными, декоративными или специальными техническими свойствами. Жидкий или пастообразный пигментированный лакокрасочный материал, в котором пленкообразующим веществом лакокрасочного материала являются различные марки олиф или водная дисперсия синтетических полимеров, образующий при нанесении на окрашиваемую поверхность непрозрачное лакокрасочное покрытие. Водно-дисперсионная краска - это жидкий пигментированный лакокрасочный материал, в котором лакокрасочной средой является дисперсия органического пленкообразующего вещества лакокрасочного материала в воде, образующая при нанесении на окрашиваемую поверхность непрозрачное лакокрасочное покрытие. Этот материал, применяемый для отделки внутренних стен и потолков, наносимый на ровные поверхности. На территории Российской Федерации для изготовления и реализации краски или лакокрасочные материалы должны соответствовать определенным требованиям. Они изложены в Межгосударственном стандарте ГОСТ 33290-2015, который введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 марта 2016г.

Целью данной работы является проведение анализа нормативных свойств отделочных материалов на примере красок. Для проведения исследования использовались: три банки краски по 500 мл, оборудование, соответствующее стандарту ГОСТа.

В ГОСТ 33290-2015 заложены требования к исходным материалам, используемым для изготовления лакокрасочных материалов, внешнему виду готовых отделочных материалов.

Качество краски должно контролироваться по следующим показателям: укрывистость, степень 5 по скорости высыхания, вязкость, прочность пленки при ударе, степень адгезии.

Табл. 1. Анализ проведённых испытаний

Свойства	1.Интерьерная	2.Моющаяся краска	3.Жаростойкая краска
Наименование	Краска для стен и потолков в сухих помещениях	Краска для стен и потоков в кухнях и ванных комнатах	Алкидная эмаль для радиаторов глянцевая
Связующее	Латексная дисперсия	Латексная дисперсия	Алкидный лак
Укрывистость	0,757 кг/м ²	1,518 кг/м ²	0,378 кг/м ²
Степень 5 по скорости высыхания	24 часа	24 часа	За 72 часа не достигнута
Вязкость	7мин 32сек	9мин 45сек	3мин 25сек
Прочность пленки при ударе, высота удара 10 см	Повреждений краски нет	Трещин нет, сколы отсутствуют	Скол в месте удара
высота удара 30 см	Трещина по окружности	Трещин нет, сколы отсутствуют	Скол в месте удара большей площади
высота удара 50 см	Трещина, откололся кусок покрытия от поверхности	Трещин нет, сколы отсутствуют	Скол в месте удара ещё большей площади
Степень адгезии	3, покрытие отслоилось вдоль краёв надрезов частично или полностью широкими полосами (15-35% отслоение).	1, отслоение мелких чешуек на пересечении надрезов (5% отслоения).	0, края гладкие, квадраты не отслоились

По результатам анализа-исследования были сделаны следующие выводы: 1) Связующее в образцах 1 и 2 одинаковое, но нам неизвестна его концентрация. При этом область применения красок разная.

2) Укрывистость отражает расход краски на один квадратный метр. Самый высокий расход у образца 2, а самый низкий у образца 3.

3) Вязкость связана по физическому смыслу с укрывистостью. Самая «густая» краска 2, а самая жидкая 3. Для сравнения скорость истечения олифы около 25-30 секунд.

4) У образцов 1 и 2 пятая степень высыхания достигнута в соответствии с описанием производителя за 24 часа, у образца 3 - не достигнута.

5) Самая прочная при ударе краска под номером 2. У остальных образцов площадь повреждения возрастает с увеличением высоты удара.

6) Наибольшая степень адгезии у образца 3, наименьшая степень у образца 1. Но степень высыхания у образца 3 не достигнута.

Список источников

1. ГОСТ 28246-2017 Материалы лакокрасочные. Термины и определения. – С.3-4, 8. / URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293744/4293744321.pdf>

2. ГОСТ 8784-75 Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости. / URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294821/4294821393.pdf>

3. MapГТУ. Изоляционные и отделочные материалы. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 270100.62, 270102.65, 270114.65, 270115.65, 270205.65, 280100.62, 280302.65 всех форм обучения. / URL: https://elearning.volgatech.net/pluginfile.php/1856073/mod_resource/content/1/Kononova_izoljacionnye_i_otdelochnye.pdf

4. ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости. / URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200019414>

5. ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. / URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/369/36954.pdf>

6. ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания. / URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294850/4294850341.htm>

Куперман А.В.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ МОДУЛЯ КРУПНОСТИ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ

***Аннотация.** Исследовано влияние модуля крупности песка на прочность цементных растворных смесей. Установлено, что с увеличением крупности зерен мелкого заполнителя с $M_k 1,0$ до $M_k 1,9$ происходит значительное увеличение прочностных показателей цементного раствора. Представлены составы растворных смесей, с наиболее часто используемой рецептурой при производстве строительных работ.*

***Ключевые слова:** цементный раствор, модуль крупности, прочность, усадка, песок*

Получение цементных растворов заданного качества определяется правильной рецептурой необходимыми свойствами компонентов [1]. Свойства «традиционных» заполнителей, входящих в составы рецептуры цементных растворов неодинаковы на территории Республики Марий Эл. Превалирующим является карьерный песок с модулем крупности 1,0 – 1,9. Вышеуказанные модули относятся к группам «мелкий» и «очень мелкий» и применение этих модулей влечёт повышение процента ввода цемента для достижения необходимой прочности цементных растворов.

С целью оценки физико-механических свойств песка, были взяты пробы из различных пластов на различных карьерах Республики Марий Эл. В итоге было выявлено, что на одном и том же карьере возможна добыча песков с различными модулями крупности.

Традиционно технологи растворобетонных узлов составляют рецепты цементных растворов, основываясь на «принятых» характеристиках песков, опираясь на усреднённые показатели. В итоге прочностные характеристики полученных смесей могут отличаться от запланированных и, как следствие, возможны отклонения в качестве кирпичной кладки, растворных стяжек от установленных проектантом показателей [2].

Опираясь на вышесказанное, проведение эксперимента по выявлению зависимости между использованием мелких и очень мелких песков

на прочность цементного раствора имеет прямое практическое значение и необходимо при составлении рецептуры технологами производств.

Методика и исходные материалы.

Целью эксперимента является выявление зависимости между использованием песков с различными модулями крупности и прочностью растворов на сжатие.

Вязущим компонентом являлся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ООО «Азия цемент», г. Пенза (ГОСТ 31108-2020), применена пропорция 1/3. Заполнителем являлся природный песок с модулями крупности равными 1,0; 1,3; 1,6 и 1,9 [3]. Были залиты формы с размерами 160x40x40 мм. Образцы распалубивались на третьи сутки. Испытания на сжатие и замеры усадки производились на третьи, седьмые и двадцать восьмые сутки. Образцы хранились в нормальных условиях.

Результаты эксперимента приведены на рис. 1.

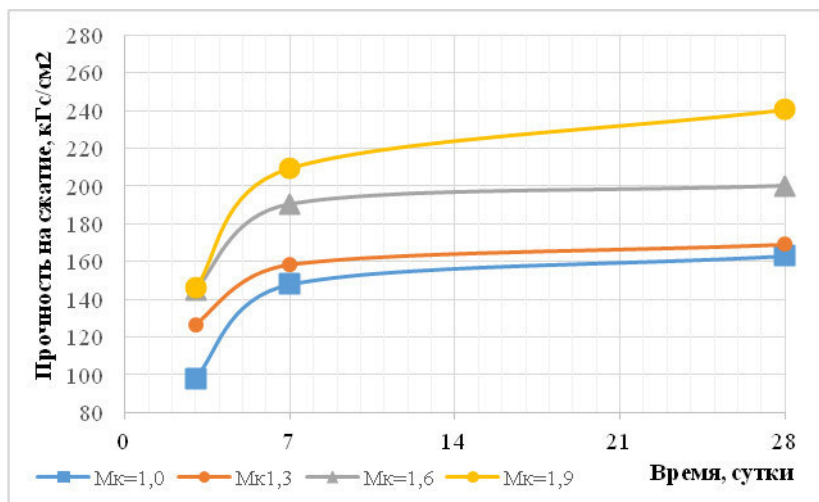


Рис. 1. Влияние модуля крупности песка на прочность цементного раствора в соотношении 1/3

Результаты исследования и обсуждение.

При рассмотрении рисунка 1 видна зависимость между снижением прочности и модуля крупности. Причём закономерность проявляется на всех этапах изменения модуля крупности. Зависимость прямая, при понижении размера зерна песка происходит снижение прочности испыту-

емого образца. Разница может достигать значительных величин на всех этапах твердения.

Также выявлена закономерность, изменения количества необходимой воды затворения при изменении модуля крупности наполнителя. Разница могла достигать 9 %, что отражалось на прочностных характеристиках образцов.

Максимальный показатель прочности выявлен у состава, в котором применён песок с модулем крупности 1,9, который составил 242 кг/см^2 . Наихудший результат (162 кг/см^2) показал состав с применением песка с модулем крупности 1,0.

Выводы.

1. Использование в цементных растворных смесях мелкого заполнителя с низким значением модуля крупности в диапазонах классов мелких и очень мелких песков может снижать прочность цементных растворов до полутора раз. Следовательно, меняется в худшую сторону прочность строительного раствора.

2. Для повышения прочностных характеристик раствора, в котором применён более мелкий песок, необходимо увеличивать процентную долю вяжущего и, как следствие, увеличивать себестоимость производства.

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. 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. 279-290.3.

3. 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.

Куперман А.В.

Научный руководитель: Анисимов С.Н., канд. техн. наук., доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСАДКА ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ СТЯЖЕК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КРУПНОСТИ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА

***Аннотация.** Проведен анализ влияния модуля крупности песка на усадку цементных растворов смесей. Установлено, что с увеличением крупности зерен мелкого заполнителя с Мк 1,0 до Мк 1,9 происходит уменьшение относительной усадки цементного раствора. Представлены составы растворов смесей, с наиболее часто используемой рецептурой при производстве строительных работ.*

***Ключевые слова:** цементный раствор, модуль крупности, усадка, песок*

Получение цементных растворов заданного качества определяется правильной рецептурой необходимыми свойствами компонентов [1]. Свойства «традиционных» заполнителей, входящих в составы рецептуры цементных растворов неодинаковы на территории республики Марий Эл. Превалирующим является карьерный песок с модулем крупности 1,0 – 1,9. Вышеуказанные модули относятся к группам «мелкий» и «очень мелкий» и применение этих модулей влечёт повышение процента ввода цемента для достижения необходимой прочности цементных растворов.

С целью оценки физико-механических свойств песка, были взяты пробы из различных пластов на различных карьерах республики Марий Эл. В итоге было выявлено, что на одном и том же карьере возможна добыча песков с различными модулями крупности.

Традиционно технологи растворобетонных узлов составляют рецепты цементных растворов, основываясь на «принятых» характеристиках песков, опираясь на усреднённые показатели. В итоге прочностные характеристики полученных смесей могут отличаться от запланированных и, как следствие, возможны отклонения в качестве кирпичной кладки, растворов стяжек от установленных проектантом показателей [2].

Опираясь на вышесказанное, производство эксперимента по выявлению зависимости между использованием мелких и очень мелких песков

на прочность цементного раствора имеет прямое практическое значение и необходимо при составлении рецептуры технологами производств.

Методика и исходные материалы.

Целью эксперимента является выявление зависимости между использованием песков с различными модулями крупности и прочностью растворов на сжатие.

Вязущим компонентом являлся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ООО «Азия цемент», г. Пенза (ГОСТ 31108-2020), применена пропорция 1/3. Заполнителя являлся природный песок с модулями крупности равными 1,0; 1,3; 1,6 и 1,9 [3]. Были залиты формы с размерами 160х40х40 мм. Образцы распалубливались на третьи сутки. Испытания на сжатие и замеры усадки производились на третьи, седьмые и двадцать восьмые сутки. Образцы хранились в нормальных условиях.

Результаты эксперимента приведены на рис. 1.

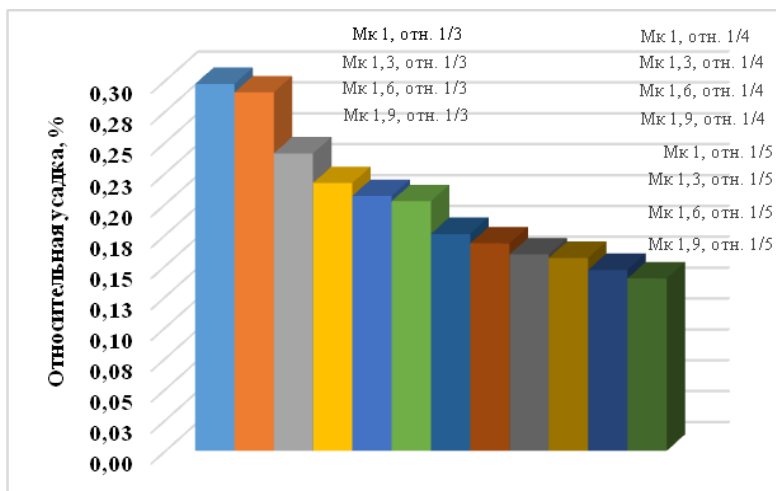


Рис. 1. Влияние модуля крупности песка Mk на усадку цементного раствора в соотношении Цемент: Песок 1/3, 1/4, 1/5

Результаты исследования и обсуждение.

При рассмотрении рисунка 1 видна зависимость между снижением прочности и модуля крупности. Причём закономерность проявляется на всех этапах изменения модуля крупности. Зависимость прямая, при понижении размера зерна песка происходит снижение прочности испыту-

емого образца. Разница может достигать значительных величин на всех этапах твердения.

Также выявлена закономерность, изменения количества необходимой воды затворения при изменении модуля крупности наполнителя. Разница могла достигать 9 %, что отражалось на прочностных характеристиках образцов.

Максимальный показатель прочности выявлен у состава, в котором применён песок с модулем крупности 1,9, который составил 242 кг/см². Наихудший результат (162 кг/см²) показал состав с применением песка с модулем крупности 1,0

Выводы.

1. Использование в цементных растворных смесях мелкого заполнителя с низким значением модуля крупности в диапазонах классов мелких и очень мелких песков может снижать прочность цементных растворов до полутора раз. Следовательно, меняется в худшую сторону прочность строительного раствора.

2. Для повышения прочностных характеристик раствора, в котором применён более мелкий песок, необходимо увеличивать процентную долю вяжущего и, как следствие, увеличивать себестоимость производства.

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. 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. 279-290.3.

3. 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.

Лешканов А.Ю., Анисимов С.Н.,
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ МОДУЛЯ КРУПНОСТИ ПЕСКА НА ПРОЧНОСТЬ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

***Аннотация.** Исследовано влияние модуля крупности кварцевого песка на прочность тяжелого бетона. Установлено, что с увеличением крупности зерен мелкого заполнителя с Мк 1,0 до Мк 1,9 происходит значительное увеличение прочностных показателей бетона. Представлены составы бетона, имеющие наибольший показатель снижения водопотребности смесей при одинаковом расходе цемента.*

***Ключевые слова:** бетон, модуль крупности, прочность, водопотребность, песок*

Получение качественных бетонных смесей во многом зависит от вида и физико-механических свойств ее компонентов [1]. Характеристики «классических» заполнителей для бетона очень неоднородны в пределах территории России. Так на территории Поволжского федерального округа преимущественно применяются кварцевые пески карьерного и речного залегания с модулем крупности Мк 1,0 – 1,9. Данный песок классифицируется как очень мелкий и мелкий и его применение в бетоне требует повышения расхода цемента в связи с увеличением водопотребности смесей и пористости, снижающих прочностные показатели.

В настоящее время нами проведены многочисленные исследования характеристик песка на карьерах Республики Марий Эл, в рамках которых установлено, что на одном и том же месторождении присутствуют пески разного модуля крупности. Зачастую производители бетона рассчитывают составы бетонных смесей, исходя из усредненных данных физико-механических свойств песков, что может привести к потере прочности товарной продукции [2,4].

Исходя из изложенного, проведение исследований по влиянию мелких и очень мелких песков на прочность бетона является несомненно важным с практической и теоретической точки зрения и является ценным материалом для производителей бетона и железобетона [3,4].

Методика и исходные материалы.

Целью исследования является изучение влияния применения песков различного модуля крупности на прочность тяжелого бетона.

В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н в количестве 450 кг/м^3 производства ООО «Азия цемент», г. Пенза (ГОСТ 31108-2020). В качестве заполнителя применялись природный песок кварцевый с модулем крупности $M_k=1,9, 1,6, 1,3$ и $1,0$. В качестве крупного заполнителя использовался щебень фракции 5-20 дробимостью 1000. Бетонные смеси приготавливались с учетом равноподвижности равная ПЗ. Полученные образцы-кубы с ребром 100 мм хранились в нормальных условиях и испытывались на 3, 7 и 28 сутки твердения. Результаты исследования показаны на рис. 1.

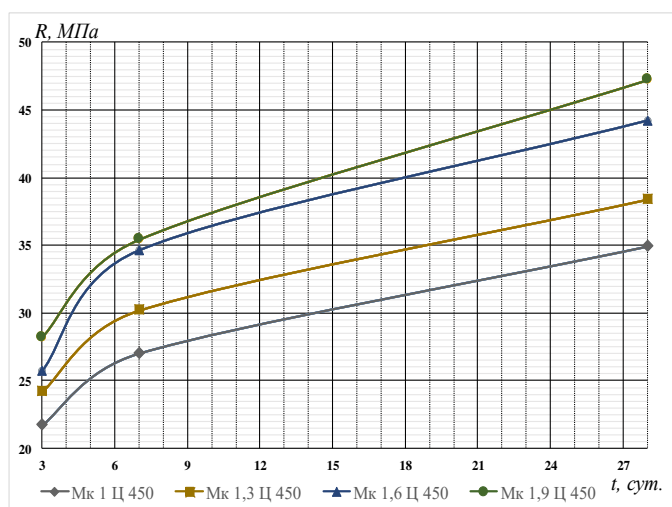


Рис. 1. Влияние модуля крупности песка на прочность бетона

Результаты исследования и обсуждение.

Как видно из графика, применение песков с пониженным модулем крупности приводит к снижению прочности даже в пределах мелких и очень мелких групп данного наполнителя. Причем данная тенденция имеет достаточно значительную разность на всем промежутке твердения бетона, что прямо сказывается не только на проектной, но и распалубочной, передаточной, отпускной прочности.

Замечено, что бетонные смеси с уменьшением размеров мелкого наполнителя увеличивали водопотребность, что отрицательно сказывалось на прочностных свойствах бетона.

Наибольший показатель проектной прочности бетона имеет состав с модулем крупности песка $M_k 1,9$, который составил 47,4 МПа. Наименьший показатель проектной прочности имеет состав с модулем крупности $M_k 1 - 34,5$ МПа.

Выводы.

1. Применение в бетонных смесях мелкого заполнителей с низким показателями модуля крупности в диапазонах классов мелких и очень мелких песков может снизить прочность бетона до 26 %, что может привести к потере показателя класса «В» на 2 -3 пункта (от В40 до В 25).

2. Для сохранения качества бетонных смесей с очень мелкими песками следует повышать уровень расхода цемента, что неизменно может привести к удорожанию конечной продукции.

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. 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 Всероссий. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (12-16 мая 2014). – М. : МГСУ, 2014. – С. 279-290.

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.

4. Морозов Н.М. Влияние вида песка на свойства мелкозернистого бетона / Н.М. Морозов, И.В. Боровских, А.Ф. Галеев // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 4(38). – С. 370-375.

Максимов М.А.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БЕЗОПАСНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

***Аннотация.** Данная научная статья посвящена организации и осуществлению технического надзора в рамках национального проекта "Безопасные и Качественные Автомобильные Дороги" в Российской Федерации, с акцентом на автомобильные дороги в Республике Марий Эл.*

***Ключевые слова:** автомобильная дорога, инженерное сооружение, стандарты, требования, проектирование, строительство, эксплуатация, технический надзор*

Автомобильная дорога — это сложное инженерное сооружение, предназначенное для движения транспорта и включающее в себя различные элементы, такие как земляное полотно, дорожное покрытие, инженерные коммуникации и т.д. Автомобильные дороги имеют определенные стандарты и требования, которые необходимо соблюдать при проектировании, строительстве и эксплуатации. Для соблюдения стандартов при производстве строительно-монтажных работ и существует технический надзор.

Национальный проект «Безопасные и Качественные Автомобильные Дороги», реализуемый в Российской Федерации, ставит перед собой масштабные задачи по модернизации и улучшению дорожной инфраструктуры страны. Технический надзор играет ключевую роль в реализации данного проекта, обеспечивая контроль качества и выполнения работ на всех этапах строительства и реконструкции автомобильных дорог. В данной научной статье рассмотрены основные аспекты и направления технического надзора, осуществляемого в рамках указанного национального проекта.

Работа службы технического надзора происходит на всех этапах строительного проекта, начиная от проверки проектной документации и заканчивая контролем качества выполненных работ.

Основные задачи службы технического надзора как представителя государственного заказчика заключаются в следующем:

1. Проверка соответствия технологии современным требованиям и нормам.

При начале реализации любого объекта особое внимание уделяется соответствию документации требованиям государственного заказчика и строительным нормам, таким как СП 34.13330.2021, ПНСТ 542-2021 и др. Также одной из ключевых задач службы технического надзора является процедура получения разрешений на производство строительно-монтажных работ, а также использование различной строительной техники и оборудования. В случае необходимости специалисты данной службы также занимаются составлением сервитутов - документов, определяющих права и обязанности сторон при использовании земельных участков и объектов недвижимости.

2. Контроль качества выполнения работ.

Технический надзор заказчика проводит входной и операционный контроль качества выполняемых работ. В рамках входного и операционного контроля осуществляется проверка 20% от общего объёма. Приёмочный контроль также проводится в объёме 20%, при этом проверяется соответствие выполненных работ проектной документации и действующим строительным нормам и правилам.

Входной контроль подразумевает проверку сертификатов соответствия на используемые материалы и их соответствие техническому регламенту Таможенного союза 014/2011. Также осуществляется испытание материалов на соответствие строительным нормам стандартам.

Операционный контроль проводится непосредственно в процессе выполнения работ и основывается на результатах входного контроля. Он осуществляется инструментальными методами в соответствии с СП 78.12330.2012 и ГОСТ Р 59120-2021. Приёмочный контроль также проводится с использованием специализированного оборудования и инструментов, что позволяет гарантировать высокое качество выполненных работ.

3. Мониторинг соблюдения сроков выполнения работ.

Перед началом работ подрядчик разрабатывает и согласовывает с заказчиком календарный план работ, который служит основой для контроля сроков выполнения отдельных этапов и всего проекта в целом. Служба технического надзора следит за соблюдением подрядчиком установленных сроков и оперативно информирует заказчика о возможных отклонениях от графика.

4. Выявление и устранение дефектов.

Контроль за выполнением гарантийных обязательств является важной составляющей работы службы технического надзора. Гарантийные сроки и условия устанавливаются в соответствии с постановлением правительства РФ от 8 апреля 2023 года №572 и приказом Министерства транспорта РФ от 5 февраля 2019 года №37. В течение этого периода подрядчик обязан устранить все выявленные дефекты и несоответствия, а служба технического надзора осуществляет контроль за выполнением этих работ. Гарантийные обязательства подрядчика фиксируются в гарантийном паспорте на соответствующий участок автомобильной дороги. Сроки и условия гарантии устанавливаются в соответствии с действующими нормативными документами, такими как ОДМ 218.6.029–2017 и Приказ Росавтодора от 31.03.2022 N 43. Соответствие автомобильной дороги нормативным требованиям оценивается по ГОСТ Р 50597-2017, который определяет отсутствие дефектов проезжей части как одно из основных критериев качества выполненных работ.

Научная статья предоставляет обзор работы службы технического надзора в рамках реализации национального проекта "Безопасные и качественные автомобильные дороги" в Республике Марий Эл. Результаты работы свидетельствуют о движении данного направления в положительном ключе и продолжающемся развитии и совершенствовании.

Список источников

1. Мытько Л. Р. Основы строительства и эксплуатации автомобильных дорог. М: Инфра-Инженерия, 2023. 368 с.
2. ОДМ 218.6.1.008–2021. Пособие дорожному мастеру по организации производства работ при эксплуатации автомобильных дорог. М: Росавтодор, 2021. 67 с.

Мирошина Т.П., Данилова А.В.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНОГО ВОДООТВОДА В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

***Аннотация.** Представлены особенности проектирования дорожно-го водоотвода на примере городских условий.*

***Ключевые слова:** водоотвод, проезжая часть, городская улица*

Водоотводящие сети являются частью системы водоотведения и предназначены для сбора и транспортирования сточных вод, включая бытовые и производственные стоки, а также поверхностный сток (результат выпадения атмосферных осадков), за пределы населенных пунктов для обеспечения благоприятных санитарных условий [1].

При разработке проекта водоотводящих сетей населенного пункта следует выполнять вариантное проектирование системы, принимая во внимание особенности рельефа местности геологических и гидрогеологических условий, наличия и расположения объектов и коммуникаций. В результате технико-экономического обоснования устанавливается наиболее оптимальный вариант сети водоотведения. В качестве основных критериев принимают стоимостной показатель, учет комплексного развития общегородской сети.

В отличие от системы внегородских дорог, сети населенных пунктов и городов следует проектировать с учетом ряда дополнительных факторов. В силу чего появляются следующие особенности проектирования.

Первая особенность дорожного водоотвода в таких условиях – это большое количество дорог, покрытых асфальтом или бетоном. Эти материалы не пропускают воду, поэтому водоотводные системы должны быть специально созданы для того, чтобы собирать и отводить воду с дорог. Вторая особенность – это высокая интенсивность движения. Транспортные средства создают много загрязнений, которые попадают в водоотводные системы и могут привести к засорению или загрязнению водоемов. Поэтому важно, чтобы дорожные водоотводы были эффективными, также следует обращать большее внимание на их содержание. Третья особенность – это наличие зданий и сооружений на тер-

ритории города. Дома, офисы, заводы и другие постройки могут мешать нормальному стоку воды и создавать препятствия для водоотводных систем. Поэтому при проектировании и строительстве важно учитывать особенности дорожного водоотвода. Четвертая особенность – это изменение климата. В последнее время наблюдается увеличение количества осадков и интенсивность дождей. Это может привести к повышению уровня воды и созданию наводнений. Поэтому дорожный водоотвод должен быть способен справляться с возросшим объемом воды и обеспечивать нормальный отвод воды с дорог.

Наряду с названными особенностями следит учесть, что сегодня уделяют особое внимание очистным сооружениям на таких системах с точки зрения экологической составляющей. Более действенным считается метод очистки сточных вод перед ее дальнейшей транспортировкой в водоемы или самотечную канализацию. Являясь системой, которая установлена под землей, состоящей из системы труб, уложенных в траншеи под определенным углом на специально рассчитанной глубине, она требует сравнительно небольших затрат при установке, и минимальных затрат при эксплуатации. Система может быть рассчитана как для равнинной местности, так и для холмистой, может использоваться при низких и высоких температурах, соответствующих широтам России [2].

В целом, особенности дорожного водоотвода в городских условиях требуют особого внимания и ухода. Необходимо постоянно контролировать и обслуживать водоотводные системы, чтобы они были эффективными и препятствовали возникновению наводнений и других проблем, связанных с водой.

Список источников

1. Кащенко О.В. Проектирование водоотводящих сетей населенного пункта [Электронный ресурс]: учебн. пособие / О.В. Кащенко, М.О. Жакевич, В.А. Земскова; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2016. – 106 с.
2. Андреев А.В., Свиридов В. В. Методы совершенствования технологии очистки стоков с автомобильных дорог // МНИЖ. 2015. №5-2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-sovershenstvovaniya-tehnologii-ochistki-stokov-s-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения: 05.04.2024).

Мирошина Т.П., Дмитриев А.Г.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТУРБОКОЛЬЦЕВЫЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

***Аннотация.** Проведен анализ указанных пересечений, рассмотрены преимущества над обычными кольцевыми, предложено применение в условиях города Йошкар-Олы.*

***Ключевые слова:** кольцевое пересечение, городские улицы и дороги, автотранспорт*

Турбокольцевое пересечение дорог – это специальное сооружение, предназначенное для организации пересечения двух или более дорог с использованием кольцевого движения. Такие пересечения предусматривают строительство кольцевых объездных дорог, которые позволяют автомобилистам перемещаться между дорогами без остановки на светофорах или перекрестках [1]. Турбокольцевое пересечение дорог обладает рядом преимуществ, среди которых: повышение пропускной способности дороги за счет устранения ожидания на светофорах или перекрестках; снижение риска аварий, так как отсутствует критическая точка пересечения движения; увеличение эффективности передвижения автомобилей и снижение времени в пути.

Однако, существуют и недостатки турбокольцевых пересечений дорог, к которым можно отнести: необходимость строительства дорог с большим радиусом поворота, что требует больших территориальных затрат; сложность навигации для водителей, особенно не знакомых с такими пересечениями; высокая стоимость строительства и обслуживания таких сооружений.

Во многих странах мира турбокольцевые пересечения дорог активно используются для организации движения на пересечениях крупных магистралей и автомагистралей. Благодаря своей эффективности и устойчивости к плотному транспортному потоку, такие пересечения способствуют более безопасному и комфортному передвижению автомобилей.

Различные исследования, проводимые ранее, подтвердили преимущества внедрения турбокольцевых пересечений вместо обычных коль-

цевых. В частности, R. Mauro и M. Cattani оценивали повышение уровня безопасности движения по турбокольцу с помощью модели потенциальной аварийности, основанной на концепции возможного конфликта. Были рассмотрены различные группы дорожно-транспортных происшествий, которые обычно происходят на кольцевых пересечениях, например, несоблюдение правил приоритета или дистанции до впереди идущего транспортного средства и столкновения на выездах. Результаты показали, что при применении турбокольцевой конфигурации количество дорожно-транспортных происшествий уменьшается на 40-50 %. Последующие исследования тех же авторов при участии M. Guerrieri подтвердили данные выводы, также была подчеркнута эффективность турбоколец в местах с высокой интенсивностью пешеходных и велосипедных потоков. Согласно сравнительному анализу, проведённому изобретателем турбокольцевой развязки L. G. H. Fortuijn, уровень безопасности спиралевидных кольцевых пересечений сопоставим с таковым у однополосных пересечений. В исследованиях других группы учёных были подтверждены выводы об увеличении уровня безопасности за счёт снижения числа конфликтных точек. Однако было отмечено, что турбокольцевые развязки обеспечивают лучшую производительность только в тех случаях, когда на второстепенных въездах преобладают правоповоротные потоки, что является специфичным условием и может ограничивать применимость конфигурации [2].

В силу преимущества таких пересечений авторы считают эффективным внедрение таких пересечений на пересечении таких улиц города Йошкар-Олы как: Красноармейская – Транспортная, Панфилова – Герцена, Панфилова – Карла-Маркса, Эшкина – Ленинский проспект.

Список источников

1. Никитин Н.А. Анализ эффективности кольцевого пересечения с пешеходными переходами // Вестник ИрГТУ. 2018. Т. 22. № 11. С. 231-240.
2. Рассоха В.И., Никитин Н.А. Преобразование обычного кольцевого пересечения автомобильной дороги в турбокольцевое: сравнение пропускной способности // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preobrazovanie-obychnogo-koltsevogo-peresecheniya-avtomobilnoy-dorogi-v-turbokoltsevoe-sravnenie-propusknoy-sposobnosti> (дата обращения: 05.04.2024).

Моисеева О.А.

Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ ПЕРЕНОСА СРОКА ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ОБЩЕГО ИМУЩЕСТВА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

***Аннотация.** В статье рассматриваются возможности переноса срока проведения капитального ремонта, включение дома в краткосрочный план реализации программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах; описана процедура инициирования запроса на включение дома в краткосрочный план реализации программы капитального ремонта.*

***Ключевые слова:** капитальный ремонт, региональная программа капитального ремонта, фонд капитального ремонта, физический износ*

Своевременность проведения капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов позволяет обеспечивать сохранность и обновление существующего жилого фонда. На территории Республики Марий Эл действует республиканская адресная программа «Проведение капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах» на 2014-2049 годы. Целями программы являются: создание системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Республики Марий Эл. В программе прописан перечень многоквартирных домов, в отношении которых планируется проведение капитального ремонта, установлены сроки его проведения.

При создании программы сроки проведения капитального ремонта устанавливались с учетом года ввода дома в эксплуатацию. Данный подход иногда приводит к противоречию, так как физический износ по результатам оценки может быть намного больше и не соответствовать физическому износу по срокам эксплуатации. А в некоторых случаях физический износ достигает уровня предельно допустимых характеристик надежности и безопасности, что в свою очередь требует переноса срока проведения капитального ремонта, установленного программой, на более ранний.

Срок капитального ремонта может быть перенесен на более ранний, чем установлено региональной программой капитального ремонта в следующих случаях:

1) по решению общего собрания собственников помещений.

Такое решение может быть принято при условии, что фонд капитального ремонта формируется на специальном счете и на дату принятия указанного решения средств на специальном счете достаточно для финансирования капитального ремонта или выбраны иные способы его финансирования [1];

2) при установлении необходимости проведения капитального ремонта в более ранние сроки, в том числе в связи с угрозой жизни и здоровью граждан, общему имуществу и имуществу собственников;

3) в связи с проведением капитального ремонта в приоритетном порядке согласно региональному законодательству.

Решение о внесении изменений в региональную программу принимается уполномоченными органами государственной власти субъектов РФ на основании сведений, необходимых для принятия указанного решения [1, 2]. Порядок внесения изменений в региональную программу капитального ремонта устанавливается региональным законодательством [1]. Согласно части 5 статьи 168 Жилищного кодекса региональная программа актуализируется не реже, чем один раз в год.

В соответствии с Порядком установления необходимости проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Республики Марий Эл, утвержденного постановлением Правительства Республики Марий Эл от 15 июня 2015 г. №327, орган местного самоуправления имеет право перенести срок проведения капитального ремонта многоквартирного дома, включив его в краткосрочный план реализации программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

Процедура инициирования запроса на включение дома в краткосрочный план реализации программы капитального ремонта следующая:

1. Собственники помещений или УК конкретного МКД обращается в администрацию г. Йошкар-Олы с заявкой о включении многоквартирного дома в краткосрочный план реализации республиканской адресной программы. Для подачи заявки требуется две трети голосов собственников дома. Этот вопрос решается на общем собрании собственников дома, осуществляется сбор подписей и оформляется протокол.

2. На основании обращения и заявки администрация создает комиссию по установлению необходимости (отсутствия необходимости, при-

знания целесообразным) проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме [3].

3. Комиссия принимает решение об установлении необходимости проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме. Это решение будет положительным в случаях:

- если физический износ определенных конструктивных элементов и (или) инженерных систем, относящихся к общему имуществу собственников помещений в многоквартирном доме, достиг установленного законодательством Российской Федерации о техническом регулировании уровня предельно допустимых характеристик надежности и безопасности и не обеспечивает безопасность жизни и здоровья граждан, сохранность имущества физических или юридических лиц;

- если исходя из технического состояния общего имущества в многоквартирном доме имеется опасность нарушения установленных предельных характеристик надежности и безопасности в течение ближайших трех лет.

4. Органом местного самоуправления (администрацией г. Йошкар-Олы) осуществляется перенос срока проведения капитального ремонта и включение дома в краткосрочный план реализации программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

Обеспечение сохранности дома, своевременное проведения капитального ремонта необходимо и возможно при условии активной позиции собственников помещений, управляющей компании и слаженной работе органов местного самоуправления.

Список источников

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 23.03.2024) // Собрание законодательства РФ. - 03.01.2005. - № 1 (части 4, 5, 6)

2. Приказ Минстроя России от 09.12.2020 № 758/пр «Об утверждении методических рекомендаций по принятию субъектом Российской Федерации решений о внесении изменений в региональную программу капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах»

3. Республиканская адресная программа «Проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах» на 2014- 2049 годы // режим доступа <https://mari-el.gov.ru/ministries/minstroy/fondkr/pages/programma/>

Рябчиков Д.И.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОГ

Аннотация. *Выполнен обзор существующих технологий укрепления оснований автомобильных дорог. Отмечены недостатки и преимущества.*

Ключевые слова: *укрепление грунтов, стабилизация, геосинтетические материалы*

Безопасность дорожного движения является важнейшим приоритетом в современном мире. Технологии играют все более важную роль в повышении безопасности дорог, позволяя предотвращать и смягчать последствия дорожно-транспортных происшествий. В этой статье рассматриваются основные технологии, используемые для обеспечения безопасности дорог [1]:

1. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

ИТС объединяют различные технологии для сбора, обработки и обмена информацией о дорожном движении в режиме реального времени. Они позволяют оперативно реагировать на дорожные происшествия, управлять транспортными потоками и информировать участников дорожного движения об опасных ситуациях.

Преимущества: повышение осведомленности водителей о дорожных условиях; снижение заторов и улучшение пропускной способности; ускорение реагирования экстренных служб; предотвращение и смягчение последствий дорожно-транспортных происшествий.

Недостатки: высокая стоимость внедрения и эксплуатации; требуется развертывание сложной инфраструктуры; может возникнуть зависимость от технологий.

2. Системы помощи водителю (ADAS).

ADAS используют датчики и камеры для мониторинга дорожной обстановки и предоставления помощи водителю. Они включают такие функции, как адаптивный круиз-контроль, системы предупреждения о выезде из полосы движения и автоматическое экстренное торможение.

Преимущества: снижение человеческого фактора и предотвращение ошибок водителей; увеличение времени реакции водителя; уменьшение тяжести дорожно-транспортных происшествий; повышение комфорта и снижение стресса водителей.

Недостатки: может привести к ложным срабатываниям; не заменяет бдительности водителя; может быть дорогостоящим для внедрения в массовом порядке.

3. Автономные транспортные средства.

Автономные транспортные средства (AV) используют комбинацию датчиков, камер и искусственного интеллекта для самостоятельного управления автомобилем. Они обещают революционизировать безопасность дорожного движения, устраняя человеческий фактор как основную причину дорожно-транспортных происшествий.

Преимущества: полное устранение ошибок водителей; значительное снижение числа дорожно-транспортных происшествий и жертв; повышение пропускной способности и эффективности дорожного движения; расширение мобильности для людей с ограниченными возможностями.

Недостатки: текущие технологии еще несовершенны и требуют дальнейшего развития; возникают этические и правовые вопросы, связанные с ответственностью в случае аварий; может привести к потере рабочих мест в транспортной отрасли.

4. Инфраструктурные технологии.

Инфраструктурные технологии включают в себя физические изменения в дорожной инфраструктуре, направленные на повышение безопасности. К ним относятся: установка барьеров и ограждений для предотвращения выездов с дороги; обустройство освещенных пешеходных переходов; установка камер контроля скорости для соблюдения скоростного режима; создание приподнятых перекрестков и островков безопасности для замедления движения.

Преимущества: пассивное повышение безопасности для всех участников дорожного движения; визуальное напоминание водителям о необходимости соблюдения правил дорожного движения; сокращение числа и тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Недостатки: может быть дорогостоящим для реализации; требует регулярного обслуживания и обновления; может нарушить эстетику и удобство использования дорожной инфраструктуры.

Технологии играют важную роль в обеспечении безопасности дорог. Интеллектуальные транспортные системы, системы помощи водителю, автономные транспортные средства и инфраструктурные технологии объединяются, чтобы повысить осведомленность водителей, предотвращать ошибки и смягчать последствия дорожно-транспортных происшествий. По мере развития и совершенствования этих технологий можно ожидать дальнейшего улучшения безопасности дорожного движения, что приведет к сокращению числа жертв и повышению мобильности для всех.

Список источников

1. Татарян В.Г., Воронов А.М. Использование инновационных технологий для обеспечения безопасности личности в сфере дорожного движения // Современная наука. – 2022. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-innovatsionnyh-tehnologiy-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-lichnosti-v-sfere-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 625.7

Рябчиков Д.И.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ДОРОГ

Аннотация. *Выполнен обзор существующих технологий укрепления оснований автомобильных дорог. Отмечены недостатки и преимущества.*

Ключевые слова: *укрепление грунтов, стабилизация, геосинтетические материалы*

Основание дороги является важнейшим элементом дорожной конструкции, обеспечивающим ее прочность, устойчивость и долговечность. Для повышения несущей способности и предотвращения деформаций основания применяются различные технологии укрепления. В этой статье рассматриваются основные технологии укрепления оснований дорог, их преимущества и недостатки [1].

Существуют следующие технологии укрепления оснований [2]: 1. уплотнение; 2. стабилизация грунта; 3. армирование геосинтетическими материалами; 4. замена грунта.

Уплотнение является наиболее распространенным и экономичным методом укрепления оснований. Оно заключается в механическом воздействии на грунт с целью увеличения его плотности и прочности. Для уплотнения используются различные виды уплотнительного оборудования, такие как виброкатки, пневмокатки и грунтовые катки.

Преимущества: простота и экономичность; повышение плотности и несущей способности грунта; улучшение дренажных свойств.

Недостатки: не подходит для слабых и водонасыщенных грунтов;

может привести к образованию трещин и неравномерных осадок.

Стабилизация грунта заключается в добавлении вяжущих материалов, таких как цемент, известь или битум, в грунт основания. Эти материалы связывают частицы грунта, повышая его прочность и устойчивость к воздействию влаги.

Преимущества: повышение несущей способности и долговечности основания; улучшение дренажных свойств; сокращение образования пыли.

Недостатки: более высокая стоимость по сравнению с уплотнением; требует специального оборудования и квалифицированных специалистов; может изменить химические свойства грунта.

Геосинтетические материалы, такие как геотекстиль, георешетки и геосетки, используются для армирования оснований дорог. Они создают дополнительный слой прочности, распределяя нагрузки и предотвращая деформации.

Преимущества: увеличение несущей способности основания; улучшение дренажных свойств; сокращение толщины основания при сохранении его прочности.

Недостатки: может быть более дорогим, чем другие методы укрепления; требует специального оборудования и квалифицированных специалистов; может быть подвержено воздействию ультрафиолетового излучения.

В случаях, когда грунт основания слишком слабый или нестабильный, может потребоваться его замена на более прочный материал. Обычно используются щебень, гравий или песок.

Преимущества: создание прочного и надежного основания; увеличение несущей способности и долговечности; сокращение деформаций.

Недостатки: высокая стоимость; требует больших объемов материалов и специального оборудования; может нарушить естественный дренаж; выбор технологии укрепления.

Выбор подходящей технологии укрепления основания дороги зависит от следующих факторов: тип и состояние грунта основания; интенсивность и характер транспортной нагрузки; климатические условия; бюджет и сроки проекта.

Укрепление оснований дорог является важным этапом дорожного строительства, обеспечивающим надежность и долговечность дорожной конструкции. Существуют различные технологии укрепления оснований, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Правильный выбор и применение этих технологий позволяет повысить несущую способность оснований, предотвратить деформации и продлить срок службы дорог.

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. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifitsirovannye-mineralnye-kompozitsii-dlya-ukrepleniya-osnovaniy-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Пронь В.В., Вострокнутов С.М., Самохин А.Ю., Малыхина Е.А. Инновационные разработки по укреплению земляного полотна в дорожном строительстве // Construction materials. – 2012. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-razrabotki-po-ukreplenyu-zemlyanogo-polotna-v-dorozhnom-stroitelstve> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 691.32

Смирнов А.О., Анисимов С.Н.

Поволжский государственный технологический университет

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ БЕТОНА ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Аннотация. Рассмотрено влияние модуля крупности песка на расход цемента и прочностные свойства тяжелого бетона. Установлено, что использование очень мелких песков в бетонах класса В25 и выше нерационально. Повышение модуля крупности песка с 1,0 до 1,9 в условиях равноподвижности бетонных смесей позволяет сократить расход цемента в бетонах класса В25 и выше до 100 кг/м³ (до 20 %) при сохранении проектной прочности бетонов в пределах требуемого класса.

Ключевые слова: бетон, песок, модуль крупности, прочность, водопотребность

В последнее время в России наблюдаются постоянные темпы роста строительства жилых и промышленных зданий. Также увеличивается количество организаций, производящих строительную продукцию. Основным материалом, используемом в капитальном строительстве, является бетон. Конкурентоспособность производителей бетонных и железобетонных изделий зависит не только от объемов выпускаемой ими продукции, но и от ее качества и себестоимости [1].

Одним из наиболее дешевых компонентов бетонной смеси является кварцевый песок. На территории Республики Марий Эл он имеет широкое распространение и редко нуждается в доставке с соседних регионов.

Однако местный кварцевый заполнитель по модулю крупности относится к группам мелких, очень мелких и тонких песков. Учитывая, что модуль крупности песка оказывает значительное влияние на водопотребность бетонной смеси, производители бетонных изделий должны постоянно регулировать расход цемента для сохранения требуемого класса бетона по прочности [2, 3].

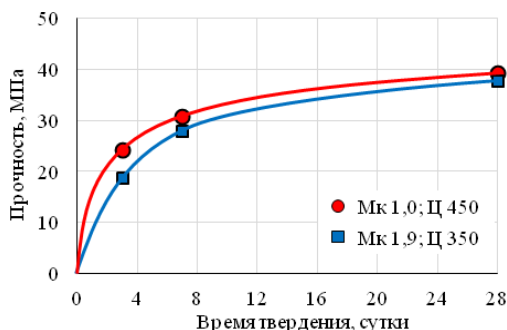
Целью исследования является изучение влияния качества заполнителей, а именно модуля крупности песка, на возможное снижение расхода цемента в составе бетонной смеси, что является актуальным при производстве изделий из монолитного бетона.

Материалы и методы исследования

В качестве вяжущего материала использовался портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ООО «Азия Цемент». В качестве крупного заполнителя применялся щебень фракции 5-20 мм. В качестве мелкого заполнителя использовался природный кварцевый песок с модулем крупности 1,0 и 1,9. Составы бетонных смесей приведены в таблице.

№	Состав бетонной смеси, кг/м ³			
	Цемент	Песок	Щебень	Вода
1	450	620 ($M_k=1,0$)	1200	220
2	350	700 ($M_k=1,9$)	1200	194

Количество воды подбиралось из условия получения бетонных смесей с маркой по удобоукладываемости ПЗ. Из бетонных смесей изготавливались образцы-кубы размером 100×100×100 мм. В возрасте 3, 7 и 28 суток твердения в нормальных условиях образцы подвергались механическим испытаниям. Результаты испытаний показаны на рисунке.



Кинетика твердения бетона в зависимости от расхода цемента и модуля крупности песка

Результаты исследования и обсуждение

По результатам исследования установлено, что применение очень мелких песков с модулем крупности 1,0 приводит к увеличению водопотребности бетонных смесей, ухудшению структуры бетонов и снижению их прочности, что вызывает необходимость повышения расхода цемента для сохранения требуемого класса бетона по прочности. Поэтому использование очень мелких песков в бетонах класса В25 и выше нерационально.

Повышение модуля крупности песка позволяет снизить водопотребность бетонных смесей, а также сократить расход цемента в бетонах класса В25 и выше до 100 кг/м³ при сохранении проектной прочности бетонов в пределах требуемого класса. При этом снижение прочности бетона с расходом цемента 350 кг/м³ и модулем крупности песка 1,9 по сравнению с расходом цемента 450 кг/м³ и модулем крупности песка 1,0 в возрасте 3 суток составляет 23 %, в возрасте 7 суток – 10 %, а в возрасте 28 суток – лишь 4 %.

Из полученных результатов следует, что улучшение качества заполнителей позволяет сократить расход цемента в бетонах класса В25 и выше до 20 % при сохранении проектной прочности бетонов в пределах требуемого класса. С учетом постоянного увеличения стоимости портландцемента использование качественных кварцевых песков может значительно снизить себестоимость готовой продукции и повысить конкурентоспособность производителей железобетонных изделий.

Выводы

1. Применение очень мелких песков с модулем крупности 1,0 приводит к увеличению водопотребности бетонных смесей, ухудшению структуры бетонов и снижению их прочности, что вызывает необходимость повышения расхода цемента.
2. Повышение модуля крупности песка с 1,0 до 1,9 в условиях равноподвижности бетонных смесей позволяет сократить расход цемента в бетонах класса В25 и выше до 100 кг/м³ (до 20 %) при сохранении проектной прочности бетонов в пределах требуемого класса.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Исследование влияния комплекса модификаторов на кинетику твердения бетонов / С.Н. Анисимов, О.В. Кононова, А.Ю. Лешканов, А.О. Смирнов // Современные проблемы науки и образования (Электронный журнал). – 2014. – № 4. – EDN STRNJJN.
2. Добшиц Л.М. Модифицированные цементные композиции с кварцевым наполнителем / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Совре-

менные проблемы науки и образования (Электронный журнал). – 2012. – № 6. – EDN TODLVV.

3. Smirnov A. Development of high-strength self-compacting concrete with low fineness modulus sand / A. Smirnov, L. Dobshits, S. Anisimov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 869. – 032039. – EDN WFEXQM.

УДК 691.53

Смолякова В.Д.

Научный руководитель Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ПО ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Цель – провести анализ требований к свойствам клеевых, штукатурных и напольных строительных растворов.

Строительный раствор – это искусственный каменный материал, полученный из вяжущего, воды, мелкого заполнителя и добавок. Они применяются во многих видах работ, поэтому их видов существует множество.

Строительные растворы приготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

Нормативные требования к свойствам растворов опубликованы в ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. С 01.07.2022г. в действие вступает новый нормативный документ ГОСТ Р 58766- 2019 Растворы строительные. Общие технические условия.

Также для растворов выделенной области применения существуют свои стандарты. Рассмотрим, отличия свойств по области применения.

Основные эксплуатационные свойства на основании стандартов приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные эксплуатационные свойства
строительных растворов.

№	Свойства	ГОСТ Р 56387-2018 Клеевые смеси	ГОСТ 31358-2019 Напольные смеси	ГОСТ 33083-2014 Штукатурные смеси
1	Подвижность	-	Марки по подвижности Рк1, Рк2, Рк3, Рк4, Рк5, Рк6, Рк7	Марки по подвижности свежеприготовленной смеси Пк3, Пк4
2	Водоудерживающая способность	Не менее 98 %	-	Не менее 95 % для готовых смесей
3	Расслаиваемость	-	-	Не должна превышать 10% для свежеприготовленной смеси
4	Температура применения	20 ± 2°С	-	20 °С - 23 °С
5	Влажность (для сухих смесей)	Не должна превышать 0,5% по массе	Не должна превышать 0,5% по массе	Не должна превышать 0,3% по массе
6	Прочность на сжатие	-	Характеризуют классами: В3,5, В5, В10, В12,5, В15, В20, В25, В35, В40, В50, В60, В70, В80	Для тяжелого раствора от КП I до КП IV, для легкого раствора от КП I до КП III, для однослойного раствора для наружных работ от КП I до КП IV, для декоративного раствора от КП I до КП IV, для теплоизоляционного раствора от КП I до КП II
7	Морозостойкость	-	Для наружных работ - не ниже F50.	Для тяжелого, легкого и однослойного растворов - не ниже F25, для декоративного - не ниже F50
8	Средняя плотность	Устанавливает производитель по просьбе потребителя	Более 1300 кг/м ³ для смесей нормальной плотности; не более 1300 кг/м ³ для легких смесей	Тяжелые растворы - более 1300 кг/м ³ легкие растворы - менее 1300 кг/м ³ Теплоизоляционный штукатурный раствор - менее 500кг/м ³
9	Паропроницаемость	-	-	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м*ч*Па), для

				теплоизоляционного раствора -менее 0,07; для легкого раствора -не менее 0,1; для остальных устанавливает производитель
10	Прочность сцепления с основанием	Прочность клеевого соединения зависит от среды и класса (C0, C1, C2)	Базовые толсто-слоиные стяжки - не менее 0,3. Выравнивающие слои (прослойки) -не менее 0,6. Финишные покрытия -не менее 0,75	Прочность сцепления штукатурных и облицовочных растворов с основанием определяют по ГОСТ Р 58277.
11	Морозостойкость контактной зоны штукатурных и облицовочных растворов	-	-	Морозостойкость контактной зоны затвердевших штукатурных и облицовочных растворов характеризуют марками F10, F15, F25, F35, F50, F75, F100

Выводы:

Для каждой области применения проверяется только необходимый набор свойств из всего перечня общих требований. Наименьший набор свойств представлен для клеевых смесей. Более жесткие требования предъявляются для напольных и штукатурных смесей. Для штукатурных сухих смесей в зависимости от специфики применения характеристики свойств подробнее. В целом, это позволяет уточнить необходимый набор свойств для каждой области применения в зависимости от технологии укладки и условий эксплуатации.

Список источников

1. ГОСТ Р 56387-2018 Смеси сухие строительные клеевые на цементном вяжущем. Технические условия. Введ. В действие с 08.11.2018г., <https://docs.cntd.ru/document/1200161253>
2. ГОСТ 33083-2014 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия. Введ. в действие с 11.12.2014г., <https://docs.cntd.ru/document/1200115737>
3. ГОСТ 31358-2019 Смеси сухие строительные напольные. Технические условия. Введ. В действие с 18.12.2019г., <https://docs.cntd.ru/document/1200170428>

Снигирева А.А.

Научный руководитель: Бородина Е.А., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛКИДНО-УРЕТАНОВЫХ ЛАКОВ

Аннотация. *В данной статье представлен анализ нормативных свойств алкидно-уретановых лаков*

Ключевые слова: *лакокрасочные, алкидно-уретановый лак, лакокрасочное покрытие, свойства*

Лаки являются важным классом материалов, используемых в различных отраслях промышленности, таких как строительство, автомобильное производство, мебельное производство. Исследование свойств лаков имеет большое значение для разработки новых и улучшения существующих лакокрасочных материалов, а также оптимизации их применения в различных областях.

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью повышения качества и долговечности поверхностей, покрытых лаками, а также развитием новых технологий и материалов в области покрытий. Исследования в области свойств лаков позволяют оптимизировать их формулы, улучшать их характеристики, такие как прочность, стойкость к воздействию внешних факторов, эстетические свойства и другие. В результате этого процесса достигается повышение качества продукции и удовлетворение потребностей потребителей.

Алкидно-уретановый лак является одним из самых популярных видов лаков, применяемых для защиты и отделки различных поверхностей. Он сочетает в себе свойства алкидного лака, обладающего хорошей адгезией и быстрым высыханием, и уретанового лака, который обладает высокой прочностью, износостойкостью и стойкостью к воздействию внешних факторов.

Алкидно-уретановый лак отлично подходит для использования на деревянных, металлических, пластиковых и других поверхностях. Он создает эффектный блеск, придает поверхности гладкость и устойчивость к сколам и химическим веществам.

Этот вид лака легко наносится кистью, валиком или распылителем, обеспечивая равномерное покрытие и хорошую адгезию к основанию. После высыхания алкидно-уретанового лака образуется прочная и долговечная пленка, которая защищает поверхность и сохраняет ее красивый внешний вид на длительное время.

В целом, алкидно-уретановый лак является прекрасным выбором для тех, кто хочет обеспечить надежную защиту и красивый вид своим поверхностям.

Целью данной работы является проведение анализа нормативных свойств отделочных материалов на примере алкидно-уретановых лаков различных фирм.

В ГОСТ 33290-2015 заложены требования к исходным материалам, используемым для изготовления лакокрасочных материалов, внешнему виду готовых отделочных материалов.

Качество лака должно контролироваться по следующим показателям: степень 5 по скорости высыхания, вязкость, прочность пленки при ударе, степень адгезии.

Таблица 2. Анализ проведённых испытаний

Фирма	1. Лак яхтный «Saitech»	2. «Неомид» Лак яхтный	3. Лак «Парад» яхтный
Наименование	Лак для внутренних и наружных работ	Лак для внутренних и наружных работ	Лак для внутренних и наружных работ
Цена	401 руб.	568 руб.	573 руб.
Связующее	Алкид-уретан	Алкид-уретан	Алкид-уретан
Степень 5 по скорости высыхания	24 часа	24 часа	24 часа
Вязкость	2мин 39сек	2мин 53сек	2мин 32сек
Прочность пленки при ударе, высота удара 10 см	Трещина волосяная, по форме бойка	Трещина волосяная, по форме бойка	Трещина волосяная, по форме бойка
высота удара 30 см	Трещина, отхождение покрытия	Трещина, отхождение покрытия	Трещина, отхождение покрытия
высота удара 50 см	Трещина, отхождение покрытия большее по площади	Трещина, отхождение покрытия большее по площади	Трещина, отхождение покрытия большее по площади

Степень адгезии	Степень 0 Края гладкие, лак не отслоился от древесины	Степень 1, от- слоение мелких чешуек на пересе- чении надрезов (5% отслоения).	Степень 1, от- слоение мелких чешуек на пересе- чении надрезов (5% отслоения).

По результатам анализа-исследования были сделаны следующие выводы:

- 1) связующее во всех образцах одинаково, но различно по производству и стоимости;
- 2) вязкость каждого образца приблизительно одинакова. Относительно олифы алкидно-уретановый лак является более густой (скорость истечения олифы около 25-30 секунд);
- 3) у каждого из трех образцов лака 5 степень высыхания достигнута в соответствии с описанием производителя за 24 часа;
- 4) у всех образцов прочность к удару также является одинаковой, площадь повреждения возрастает с увеличением высоты удара;
- 5) наибольшая степень адгезии у образца 2 и 3, наименьшая степень - у образца 1.

Список источников

1. ГОСТ 28246-2017 Материалы лакокрасочные. Термины и определения. — С.3-4, 8. / URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293744/4293744321.pdf>
2. MapГТУ. Изоляционные и отделочные материалы. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 270100.62, 270102.65, 270114.65, 270115.65, 270205.65, 280100.62, 280302.65 всех форм обучения. / URL: https://elearning.volgattech.net/pluginfile.php/1856073/mod_resource/content/1/Kononova_izoljacionnye_i_otdelochnye.pdf
3. ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости. / URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200019414>
4. ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. / URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/369/36954.pdf>
5. ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания. / URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294850/4294850341.htm>

Солоницын С.А.

Научный руководитель: Нехорошков П.А. канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Аннотация. *Рассматривается вопрос о применении БПЛА и современных технологий в строительстве автомобильных дорог.*

Ключевые слова: *квадрокоптер, геодезия, дорожное строительство*

Современные технологии не стоят на месте, и одним из примеров их применения в геодезии является использование квадрокоптеров в геодезической съемке автомобильных дорог. Геодезическая съемка – это комплекс работ по определению геометрических параметров поверхности земли с помощью оптических или электронных приборов, который широко применяется в дорожном строительстве.

Одним из ключевых элементов при проведении геодезической съемки является обеспечение точности и скорости выполнения работ [1]. Именно здесь квадрокоптеры могут стать незаменимым инструментом. Квадрокоптер – это беспилотный летательный аппарат, оснащенный камерой, либо другим фиксирующим устройством (лазерный сканер, лидар и т.п.) который может быть запрограммирован для автоматического выполнения заданных маршрутов и съемки определенной территории.

Преимущества использования квадрокоптеров в тахеометрической съемке автомобильной дороги очевидны - во-первых, значительно ускоряется процесс съемки, по сравнению с традиционными методами, предполагающими использование тахеометров, во-вторых, обеспечивается сохранение требуемой точности съемки и, в-третьих, обеспечивается оперативная передача данных на компьютер в различные CAD-приложения для целей проектирования и обработки данных. Кроме того, квадрокоптеры обладают высокой маневренностью и могут легко достичь мест, куда трудно добраться другим способом.

Еще одним преимуществом использования квадрокоптеров является возможность получения высококачественных данных и изображений. Благодаря камерам высокого разрешения, установленным на квадрокоптерах, можно получить детальные изображения поверхности дороги,

которые могут быть использованы для создания точных цифровых моделей – цифровых двойников.

Кроме того, использование квадрокоптеров в геодезической съемке автомобильной дороги позволяет значительно снизить риски во время работы на участках дорог с интенсивным движением транспорта.

Таким образом, использование квадрокоптеров в строительстве автомобильных дорог является эффективным и перспективным направлением развития цифровых технологий. Они позволяют улучшить качество и скорость проведения работ, обеспечивая точные данные для проектирования и строительства дорожных объектов.

Фотограмметрия - это метод измерения объектов и создания трехмерных моделей на основе фотографий. Их загружают в специальную программу, которая, в свою очередь, анализирует снимки, создаёт облако точек и формирует цельный объект в 3D с учётом рельефа. В основе фотограмметрии лежат вполне обычные снимки. Изучение и анализ изображений на них позволяет решать различные задачи геодезии [2].

Одним из приложений для создания 3D модели является Agisoft Metashape. Agisoft Metashape — это передовое Российское программное обеспечение, максимально раскрывающее возможности фотограмметрии в совокупности с компьютерным зрением. Metashape позволяет создавать высокодетализированные 3D модели только по фотографиям, без использования дорогостоящего оборудования. В первую очередь необходимо сфотографировать детально объект, чем больше будет снимков, тем более точную и детальную мы получим цифровую модель объекта. Далее мы загружаем снимки в приложение. На этом этапе Metashape рассчитывает положение камеры для каждого снимка и строит разреженное облако точек, рекомендуемый диапазон берётся от 20000 до 100000 точек. После того как программа завершит выравнивание, нужно изменить положение и ориентацию рамки области построения, чтобы она соответствовали желаемому объёму для построения. На основе полученных данных камеры, программа вычисляет информацию о глубине для каждой камеры, которая будет собрана в единое плотное облако точек. Далее, при необходимости удаляются лишние точки из плотного облака. Теперь из точек строится полигональная модель на основе данных плотного облака или данных карт глубины. Полигональная модель получается в виде слепленного объекта из пластилина. Финальный этап обработки заключается в построении текстуры, на данном этапе мы получили цифровую 3D модель.

Еще один вид создания цифрового двойника объектов исследования – это сканирование модели лазером.

3D лазерное сканирование - это процесс, при котором лазерное устройство сканирует объект или поверхность, измеряя расстояние до каждой точки с помощью лазерного излучения. Затем полученные данные обрабатываются компьютером для создания трехмерной модели объекта.

Процесс работы 3D лазерного сканирования включает в себя следующие шаги:

1. источник лазерного излучения отправляет лазерный луч на объект, который нужно сканировать;
2. лазерное излучение отражается от поверхности объекта и возвращается к датчику сканера;
3. датчик сканера измеряет время, за которое лазерный луч вернулся обратно, чтобы определить расстояние до точки на поверхности объекта;
4. данные о расстоянии до каждой точки на поверхности объекта собираются и обрабатываются компьютером для создания трехмерной модели объекта.

Таким образом, 3D лазерное сканирование позволяет быстро и точно создавать трехмерные модели объектов с высоким разрешением и детализацией [3]. Этот метод широко используется в различных отраслях, таких как архитектура, инженерия и производство, для создания точных копий объектов или для анализа и измерения их геометрических параметров.

В будущем, вероятно, использование квадрокоптеров станет стандартной практикой в геодезии и строительстве дорог.

Список источников

1. Сарычев Д.С., Сковрцов А.В. Автоматизированная технология изысканий в строительном контроле // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 20–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.3
2. Иноземцев Д.П. Автоматизированная аэрофотосъемка с помощью программно-аппаратного комплекса «GeoScan-PhotoScan» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 46–51. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.10

Таланцев Е.Э.

Научный руководитель: Веюков Е.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНТИСТАРИТЕЛИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

***Аннотация.** Выполнен анализ преимуществ, недостатков и перспектив использования антистарителей в асфальтобетоне.*

***Ключевые слова:** асфальтобетон, антистарители, преимущества, недостатки*

Асфальтобетонные покрытия, несомненно, являются основой современных дорог. Однако, долговечность этих покрытий может быть серьезно подорвана воздействием различных факторов, таких как ультрафиолетовое излучение, химические реагенты, вода, механические нагрузки и т.д. В связи с этим разработаны антистарители – добавки, предназначенные для защиты асфальтобетонов от разрушительных воздействий и продления их срока службы [1, 2].

Преимущества использования антистарителей очевидны. Во-первых, они увеличивают устойчивость асфальтобетонов к ультрафиолетовому излучению, что существенно снижает процесс старения и разрушения дорожного покрытия под воздействием солнечных лучей.

Во-вторых, антистарители обеспечивают защиту от воздействия агрессивных химических веществ, таких как масла, топлива, соли и прочие, что особенно актуально в городских условиях.

Другим важным преимуществом антистарителей является их способность улучшать адгезию между асфальтным покрытием и агрегатами, что приводит к улучшению сцепления и повышению стойкости к механическим нагрузкам. Это существенно сокращает вероятность появления трещин и выбоин на дорожной поверхности, а следовательно, снижает необходимость в ремонте и обслуживании дорог.

Какие же антистарители используются в асфальтобетонах? Среди наиболее распространенных веществ можно выделить:

- 1) полимерные добавки;
- 2) антиоксиданты;
- 3) ультрафиолетовые стабилизаторы;
- 4) силиконовые компоненты. Каждый из этих компонентов имеет

свои особенности и предназначение, и их комбинированное применение позволяет достичь максимального эффекта в защите и укреплении асфальтобетонных покрытий.

Важность антистарителей в асфальтобетонах не может быть недооценена. Кроме того, они играют ключевую роль в сохранении экологической устойчивости дорожных инфраструктур. Применение антистарителей не только снижает необходимость в частых ремонтах и увеличивает срок службы дорожных покрытий, но и способствует уменьшению затрат на обслуживание дорог. Это существенно снижает бремя на государственный бюджет и содействует улучшению качества дорожного движения.

Хотя антистарители могут значительно улучшить свойства асфальтобетона и продлить срок его службы, необходимо учитывать потенциальные недостатки и риски их применения при разработке и строительстве дорожной инфраструктуры.

Некоторые антистарители могут быть довольно дорогостоящими, что может увеличить стоимость производства асфальтобетона.

Потенциальные экологические проблемы: некоторые компоненты антистарителей могут быть трудно разлагаемыми и могут накапливаться в почве и воде.

Таким образом, антистарители в асфальтобетонах являются неотъемлемой частью современной инфраструктуры. Их применение обеспечивает эффективную защиту от разрушительного воздействия внешних факторов и продлевает срок службы дорожных покрытий. Благодаря использованию инновационных решений в области дорожного строительства, мы можем создавать более устойчивые и долговечные дороги, что положительно сказывается на жизни общества в целом.

Список источников

1. Веюков Е.В., Салихов М.Г., Дмитриев А.Г., Сафонов М.С. технологическое старение асфальтобетонных смесей с добавками сбс для покрытий автомобильных дорог // Инновации и инвестиции. 2022. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskoe-starenie-asfaltobetonnyh-smesey-s-dobavkami-sbs-dlya-pokrytiy-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения: 05.04.2024).

2. Bell A.C., A.B. Wahaby Y, Cristime M.E., Sosnovske D, Selection of laboratory Aging procedures for asphalt aggregate mixtures. Strategic Highway Research Program. Report Nr SHRP – A – 383. National Research Council, Washington D.C. 183 p.

Таланцев Е.Э.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АСФАЛЬТОБЕТОН НА ОТХОДАХ ПЕРЕРАБОТКИ ШИПОВАННЫХ ШИН

Аннотация. *Рассмотрены перспективы замены минерального порошка (МП) углеродным темным порошкообразным веществом (сажа) при термической обработке шипованных шин.*

Ключевые слова: *асфальтобетон, шипованные шины, утилизация*

Асфальтобетон – дорожно-строительный материал, в качестве связующего компонента в котором используется битум, скрепляющий минеральный наполнитель разной фракции. Применяется обычно методом горячей укладки с дальнейшим уплотнением до застывания. Обладает превосходными рабочими качествами, но только при наличии достаточного количества связующего компонента [1].

Асфальтобетон на отходах переработки шипованных шин – это инновационное решение для двух ключевых проблем: утилизации автомобильных шин и укрепления дорожных покрытий. Традиционно шины, когда они изношены, становятся проблемой для экологии из-за трудностей их утилизации. Но теперь эти отходы находят свое применение в строительстве и ремонте дорог.

Процесс создания асфальтобетона из шин начинается с термической обработки шин на углеродное темное порошкообразное вещество. Затем это углеродное темное порошкообразное вещество смешивается с традиционными компонентами асфальтобетона, такими как щебень, песчано-гравийная смесь (ПГС) и битум. Полученный материал обладает высокой устойчивостью к разрушениям, долговечен и способен выдерживать высокие нагрузки, что делает его идеальным для использования в дорожном строительстве.

Преимущества асфальтобетона на основе переработанных шин очевидны. Во-первых, это способствует борьбе с проблемой загрязнения окружающей среды, поскольку снижает объемы шин, направляемых на свалки или сжигание.

Во-вторых, это экономически выгодное решение, поскольку переработка шин обычно обходится дешевле, чем их утилизация.

Наконец, использование асфальтобетона на основе шин повышает долговечность дорожных покрытий, что сокращает затраты на их обслуживание и ремонт. Данный подход к использованию отходов переработки шин в асфальтобетоне также имеет положительное воздействие на дорожную инфраструктуру. Поскольку асфальтобетон на основе шин обладает высокой устойчивостью к разрушениям, это уменьшает необходимость частого ремонта дорог и дополнительных затрат на обслуживание. Это приводит к экономии средств и времени как для государственных, так и для частных инвесторов, что в свою очередь способствует улучшению качества и безопасности дорожного движения.

Более того, использование асфальтобетона на основе переработанных шин может привести к созданию новых рабочих мест в сфере утилизации и переработки отходов, что способствует экономическому развитию и социальной стабильности регионов. Этот подход стимулирует развитие инноваций и экологически устойчивых технологий, что является ключевым элементом современного подхода к устойчивому развитию.

Таким образом, асфальтобетон на отходах переработки шипованных шин представляет собой не только технологический прорыв в области дорожного строительства, но и важный шаг в направлении более устойчивой и экологически безопасной инфраструктуры.

Однако, несмотря на все преимущества, есть и некоторые ограничения. Например, производство асфальтобетона из шин требует специальных технологий и оборудования, что может повысить начальные затраты. Кроме того, качество получаемого материала может зависеть от качества и состава исходных шин.

В целом, асфальтобетон на отходах переработки шипованных шин представляет собой важный шаг в направлении устойчивого развития дорожной инфраструктуры. Этот инновационный материал объединяет в себе экологические и экономические выгоды, делая дороги более безопасными, долговечными и устойчивыми.

Список источников

1. Васильченко Е.А., Рязанова И.С., Сысоев А.Р., Солдатов А.А., Яшин С.О. Общие сведения об асфальтобетонной смеси // Вестник науки и образования. – 2022. – №5-1 – (125). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschie-svedeniya-ob-asfaltbetonnoy-smesi> (дата обращения: 07.04.2024).

Терентьева Т.В.

Научный руководитель: Черепов В.Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БАЗ ДАННЫХ

Аннотация. В статье проводится обзор и анализ инструментов визуализации баз данных.

Ключевые слова: информация, базы данных, работа с данными, визуализация информации

В современном мире информация становится ключевым активом в развитии науки, бизнеса, системы публичного управления. Объем информации, с которым приходится работать специалистам, ежедневно увеличивается. В связи с этим возрастает актуальность визуализации данных, в том числе содержащихся в базах данных.

Визуализация информации, содержащихся в базах данных, имеет ряд преимуществ:

1. Комплексный анализ данных. Визуализация позволяет преобразовать большой объем данных в понятный визуальный формат, благодаря чему появляется возможность увидеть самое важное. Визуальное представление данных отлично иллюстрирует тренды, закономерности, аномалии. Человеческий мозг наилучшим образом понимает и запоминает визуальные данные, нежели текстовые. Информация, обрабатываемая человеком, в 90% случаев визуальная.

2. Оптимизация процесса принятия решений. Поскольку появляется возможность более комплексного и эффективного анализа данных, объективным следствием является увеличение скорости и качества принятия решений.

3. Экономия времени. Процесс визуализации данных осуществляется посредством использования специальных автоматизированных и программных систем.

4. Интерактивность, настраиваемость. В процессе анализа данных появляется возможность подобрать и визуализировать данные под индивидуальный запрос исследователя/ специалиста/ пользователя.

5. Доступность для широкой аудитории. Инструменты визуализации позволяют сделать более понятными данные для широкого круга пользователей информации, а не только для профильных специалистов.

Таким образом, использование инструментов для визуализации баз данных позволяет повысить эффективность управления и анализа информации в различных сферах деятельности, от бизнеса до академических исследований [1].

Рассмотрим несколько программных инструментов визуализации баз данных. QuickDBD или Quick Database Diagrams по праву признают одним из самых простых инструментов визуализации баз данных. QuickDBD представлено в форме приложения. Скачать и авторизоваться в нем можно через аккаунт в одной из поддерживаемых социальных сетей. Пробное использование приложения возможно без авторизации. QuickDBD содержит основные функции визуализации, его использование не требует специальных знаний и навыков работы с данными. Данное приложение англоязычное, но возможно использование с помощью Google-переводчика [1].

Tableau — программное обеспечение, используемое для визуализации данных и формирования интерактивной аналитики. Его преимущество заключается в возможности анализа больших данных и их представлении в упрощенном для понимания и анализа виде. Tableau может взаимодействовать с облачными решениями (Dropbox, Google Таблицы, AWS Redshift и пр.), а также современными инструментами анализа данных, например Python и R [3].

Программу Tableau используют более чем 100 000 компаний по всему миру. Среди них Amazon, British Petroleum, Apple, Walmart, Heineken, Starbucks, Pfizer, Coca-Cola, Bank of America, Barclays и другие гиганты. Tableau используется специалистами, осуществляющими деятельность в различных сферах деятельности, например, строительство и производство, продажи и логистика, IT, финансы и пр.

Рассмотрим функциональные возможности Tableau. Использование данного программного обеспечения позволяет импортировать данные для анализа и визуализации из различных источников. Помимо интеграции из баз данных, информацию и данные можно импортировать из Excel-таблиц, облачных хранилищ, многомерных массивов данных и пр. Средства визуализации Tableau позволяют отметить тенденции, события, анализировать причины изменения данных. Визуализированные с помощью программного обеспечения данные бывают представлены в форме разнообразных графиков, диаграмм, в том числе с привязкой к местам геолокации и пр. Программное обеспечение Tableau позволяет объединить несколько анализируемых показателей, в том числе для определения корреляционной зависимости. Например, можно построить график зависимости затрат на рекламу и объемов продаж. В результате

визуализированная информация баз данных может быть включена как в простейшие графики, таблицы, так и в специальные узкоспециализированные отчеты. Важнейшей особенностью данного продукта является то, что можно организовать совместный просмотр и работу с данными нескольких специалистов из разных точек мира [3].

Google Data Studio (GDS) — бесплатный сервис, в котором создают привлекательные отчеты и дашборды (dashboard) с интерактивными графиками, диаграммами и таблицами. Данный сервис будет полезным и аналитикам, SEO-, PPC-специалистам и разработчикам. Просматривать и редактировать отчеты можно совместно. Примечательно, что GDS может объединять информацию, содержащуюся в различных по формату источниках (базы данных, таблицы, CRM и пр.) в одно целое. При этом интеграция с документами обеспечивает автоматическое обновление визуализированных данных [2].

Инструменты визуализации баз данных играют важнейшее значение при анализе информации, в том числе больших данных. Визуализация позволяет проводить более качественный анализ данных и принимать более эффективные управленческие решения. В настоящее время количество инструментов визуализации данных увеличивается, мы рассмотрели лишь некоторые из них. Выбор того или иного инструмента осуществляется исходя из задач специалиста, специфики деятельности. В конечном счете, правильно подобранные и эффективно использованные средства визуализации могут значительно увеличить ценность данных, превращая их из абстрактных цифр в мощный ресурс для развития проектов.

Список источников

1. Инструменты для визуализации базы данных [Электронный ресурс] Режим доступа <https://timeweb.com/ru/community/articles/instrumenty-dlya-vizualizacii-bazy-dannyh>
2. Как использовать Google Data Studio (Looker Studio) для отслеживания и анализа важных метрик e-commerce проекта [Электронный ресурс] Режим доступа <https://o2k.ru/blog/google-data-studio-rukovodstvo>
3. Tableau Skillfactory media Честные истории о карьере в IT [Электронный ресурс] Режим доступа <https://blog.skillfactory.ru/glossary/tableau/>

Турецких С.О., Анисимов С.Н.
Поволжский государственный технологический университет

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫХ ЭФИРОВ И ПЛАСТИФИКАТОРА С-3

Аннотация. *Пластификаторы играют ключевую роль в модификации свойств бетона, обеспечивая его пластичность, прочность и устойчивость к разрушению. В данной статье рассматривается принцип работы пластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров, в частности пластификатора С-3. Анализируются механизмы взаимодействия пластификаторов с цементными частицами и водой, а также их влияние на работоспособность бетонных смесей. Важность правильного выбора и применения пластификаторов подчеркивается для достижения оптимальных технических характеристик бетонных конструкций.*

Ключевые слова: *пластификаторы, поликарбоксилатные эфиры, пластификатор С-3, бетон, свойства бетона, механизмы взаимодействия, цементные частицы, технические характеристики, бетонные конструкции*

Введение

На сегодняшний день ключевую роль в модификации бетонных смесей играют суперпластификаторы, основанные на поликарбоксилатных эфирах. Отличительной особенностью действия суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров является механизм стерического отталкивания боковых олигоалкиленоксидных цепей макромолекул, который обеспечивается образованием сложноэфирных или амидных групп. Оптимизированная структура поликарбоксилатных суперпластификаторов снижает их чувствительность к минералогическому составу цемента и обеспечивает эффективное использование добавок. Например, снижение водопотребления бетонной смеси обусловлено электрическими зарядами и боковыми цепями, сохраняемость определяется функциональными мономерами, а развитие ранней прочности цементных систем зависит от конфигурации полимерной молекулы в целом. [1].

Регулирование структуры молекул суперпластификаторов на основе поликарбоксилатов предоставляет широкие возможности контроля химического и физического поведения полимеров, а также их взаимодействия с цементными частицами. Это достигается путем изменения параметров, таких как длина основной и боковой цепи, электрические заряды, плотность боковых цепей и наличие свободных функциональных групп. Особенно важную роль эти суперпластификаторы играют в производстве самоуплотняющихся и самонивелирующихся бетонных смесей, а также реактивных порошковых бетонов, открывая новые перспективы в технологии бетонов [2].

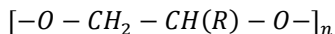
Целью работы является сравнительный анализ эффективности действия суперпластификатора на основе С-3 и пластификаторов на основе поликарбоксилатного эфира.

Задачей исследования является изучение действия молекул пластификаторов на вяжущие компоненты в растворных и бетонных смесях.

Теоретические исследования и результаты.

Пластификатор С-3 обладает высокой пластифицирующей активностью и эффективно снижает водопотребление. Он соответствует требованиям стандарта ГОСТ 24211 "Добавки для бетонов и строительных растворов. Классификация и общие технические условия" для суперпластификаторов. Этот пластификатор применим для различных типов бетонов, включая товарные бетоны, высокопрочный бетон, железобетонные конструкции, а также для монолитных сооружений с высокой степенью армирования. Использование пластификатора С-3 позволяет получать бетонные смеси с высокой подвижностью и не снижает прочность бетона. Он также способствует увеличению прочности, водонепроницаемости и других характеристик бетона за счет снижения водопотребления и комбинированного эффекта с использованием других добавок. Рациональное применение пластификатора С-3 определяется достижением различных технологических показателей и экономической эффективности при производстве и эксплуатации бетонных конструкций.

Пластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров действуют благодаря механизму стерического отталкивания. Этот механизм основан на взаимодействии боковых олигоалкиленоксидных цепей макромолекул пластификатора с поверхностью цементных частиц, что приводит к созданию электростатической репульсии. Последняя уменьшает силы притяжения между цементными частицами, повышая подвижность бетонной смеси. Структурная формула поликарбоксилатных эфиров включает в себя полимерные цепи с боковыми олигоалкиленоксидными группами. Например, полимеры могут иметь такую структуру:



где R - олигоалкиленоксидная группа.

Статистические данные показывают, что пластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров обеспечивают более эффективное водоредуцирующее действие и снижают водопотребление бетонных смесей на 15-40% по сравнению с традиционными пластификаторами. Также отмечается, что использование данных пластификаторов позволяет увеличить прочность бетона на 10-20% и повысить его морозостойкость.

Выводы.

1. Пластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров, такие как пластификатор С-3, представляют собой эффективные добавки, способствующие модификации бетонных смесей.
2. Механизм действия пластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров основан на стерическом отталкивании боковых олигоалкиленоксидных цепей макромолекул, что облегчает дисперсию и взаимодействие цементных частиц.
3. Применение пластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров позволяет снизить водопотребление бетонных смесей, увеличить их подвижность и повысить прочность готового бетона.
4. Эффективность пластификаторов С-3 в производстве бетонных конструкций подтверждается соответствием стандартам и рекомендациям отрасли, что делает их важным компонентом в современной технологии бетонирования.
5. Необходимость правильного выбора и дозирования пластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров подчеркивается для достижения оптимальных технических характеристик бетонных конструкций и экономии ресурсов.

Список источников

1. Анисимов С.Н. Эффективность применения доменного гранулированного шлака в бетонах с добавкой на основе поликарбоксилатного эфира / О.В. Кононова, С.Н. Анисимов, А.О. Смирнов, А.Ю. Лешканов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-2. – С. 259-263.
2. Добшиц Л.М. Влияние поликарбоксилатных суперпластификаторов на структурообразование цементных паст / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов, А.Ю. Лешканов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № -5. – С. 945–948.

Секция «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

УДК 69.05:332.8 (470.343)

Александрова М.Р.

Научный руководитель: Ломоносова Т.И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МКД В РМЭ

Аннотация. В статье проведен анализ реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов в РМЭ. Показано графическое отображение данных исследования.

Ключевые слова: капитальный ремонт (КР), региональная программа, многоквартирные дома (МКД), взносы на капитальный ремонт

Региональная программа капитального ремонта играет ключевую роль в обновлении многоквартирного жилищного фонда. Регулярное проведение необходимых работ, направленных на восстановление и ремонт домов, помогает поддерживать жилой фонд в нормативном состоянии, препятствует постепенному износу и, самое главное, повышает качество жизни населения. Целью работы является определение эффективности проведения КР МКД по региональной программе.

Благодаря реализации региональной программы капитального ремонта в РМЭ за период 2014-2023 гг. отремонтировано в общей сложности 931 МКД [2]. Статистика показана на рисунке 1.

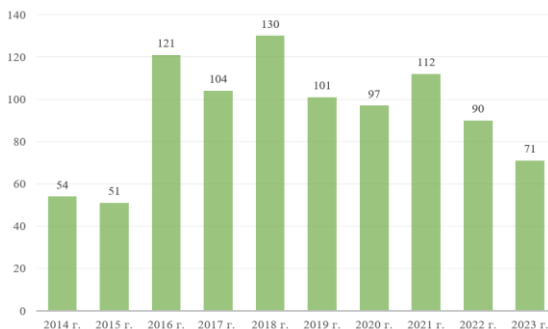


Рис. 1 Динамика отремонтированных домов с 2014 г. по 2023 г. в РМЭ

Динамика свидетельствует о том, что количество МКД, в которых был проведен КР, ежегодно колеблется. Это связано с тем, что ремонт назначается в зависимости от срока эксплуатации, состояния здания.

В 2023г. в РМЭ был сделан капитальный ремонт в 71 МКД общей площадью 213,378 тыс. кв. м, улучшение жилищных условий 8,760 тыс. граждан. Капитальный ремонт выполнен на общую сумму 536, 521 млн. рублей. Выполнение КР в 2023г. по муниципальным образованиям показано на рис. 2. Больше всего домов отремонтировано в г. Йошкар-Оле.

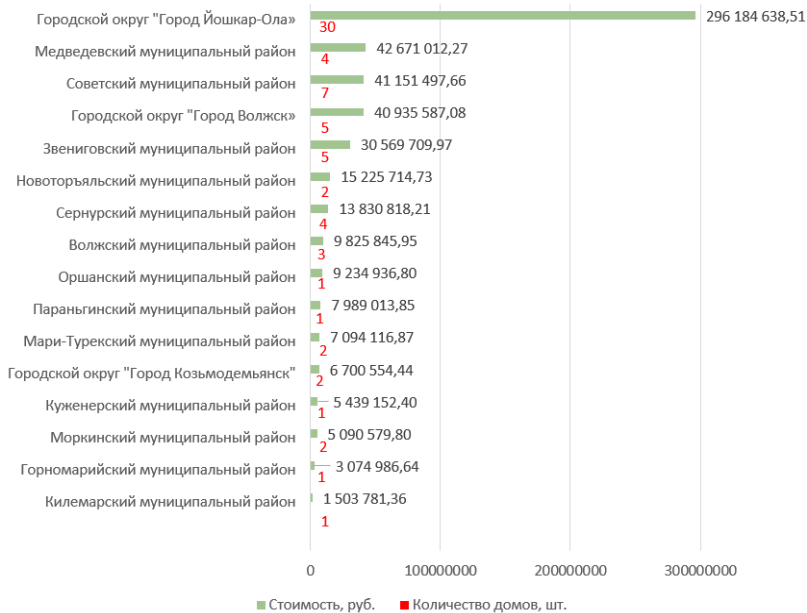


Рис. 2. Распределение количества домов и стоимостей выполненных работ в РМЭ

Уровень собираемости взносов на капитальный ремонт с 2014 г. по 2023 г. в РМЭ представлен в таблице 1.

Таблица 1
Изменение процента сбора

Год								
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Процент собираемости, %								
78,5	82,6	86,6	88,7	91,0	92,5	93,5	94,7	95,0

Процент собираемости взносов на капремонт с каждым годом растет. С 2015 г. уровень сбора взноса вырос на 16,51%. Улучшение платежной дисциплины свидетельствуют о возрастающем доверии граждан к работе региональных фондов и программе капремонта в целом.

Для повышения осведомленности населения о системе капремонта, вовлечения жильцов в управление МКД, защиты их прав, проводится информационно-разъяснительная работа, связанная с вопросами в сфере ЖКХ. Такой подход повышает доверие граждан к региональной программе и стимулирует их активное участие в процессе ремонта.

Из результата исследования следует, что реализация региональной программы КР МКД в РМЭ имеет положительные результаты. Проведение плановых капитальных ремонтов МКД стало наиболее эффективным и доступным инструментом для обеспечения достойных условий проживания населения.

Список источников

1. Постановление Правительства Республики Марий Эл от 31 декабря 2013 г. № 460 «Об утверждении республиканской адресной программы «Проведение капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах» на 2014 - 2043 годы» (с изменениями от 26.09.2022 г. №410) - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/1200202209280003?index=1> (дата обращения: 31.03.24).

2. Официальный сайт РФКР Республики Марий Эл [Электронный ресурс] - URL: <https://mari-el.gov.ru/ministries/minstroy/fondkr/> (дата обращения: 31.03.24).

Андреева М.В.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О МИНИМАЛЬНОМ ПОКРЫТИИ ГРАФА МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Аннотация. В статье рассматривается эффективность метода ветвей и границ в решении задачи о минимальном покрытии графа, представленной в виде целочисленной линейной программы. Методология включает формулировку задачи, разработку алгоритма на основе метода ветвей и границ, а также проведение экспериментального исследования.

Ключевые слова: метод ветвей и границ, минимальное покрытие графа, целочисленное линейное программирование, эффективность

Введение

Задача о минимальном покрытии графа является одной из ключевых задач в области теории графов, имеющей широкий спектр применений. Её решение находит применение в различных областях, включая сетевые технологии, транспортные системы, биоинформатику и анализ социальных сетей.

Постановка проблемы.

Задача о минимальном покрытии графа состоит в том, чтобы найти минимальное количество вершин, которые покрывают все рёбра графа. Это означает, что каждое ребро должно быть инцидентно хотя бы одной из выбранных вершин.

Цель и содержание работы.

Целью данной работы является исследование и применение метода ветвей и границ для решения задачи о минимальном покрытии графа. Для достижения этой цели выполнены следующие шаги:

- обзор подходов к решению задачи о минимальном покрытии графа;
- описана методология применения метода ветвей и границ к задаче о минимальном покрытии графа;
- проведено экспериментальное исследование эффективности метода на реальных данных и сделать вывод.

Метод ветвей и границ является одним из мощнейших алгоритмов, применяемых для решения задачи о минимальном покрытии графа. Он отличается высокой эффективностью и способностью давать оптималь-

ные решения даже в случае крупных и сложных графов, что делает его востребованным инструментом в различных областях, требующих оптимизации структуры графов [2].

Существует несколько стратегий решения задачи о минимальном покрытии графа методом ветвей и границ. Этот метод основан на ветвлении и отсечении подпространств решений, что позволяет систематически исследовать варианты оптимального покрытия. Его часто сочетают с линейным программированием для формализации задачи и поиска оптимального решения. Для повышения эффективности могут применяться эвристические подходы, а также методы динамического программирования, хотя их применение может быть ограничено из-за сложности задачи.

Была разработана методология для эффективного применения метода ветвей и границ к задаче о минимальном покрытии графа. Этот подход включает несколько ключевых шагов. Сначала формулируется задача с четким определением вершин, ребер графа, целевой функции и ограничений. Затем задача описывается в виде целочисленной линейной программы, где каждая переменная соответствует вершине графа. Далее применяется метод ветвей и границ, который разбивает пространство поиска и ветвится для поиска оптимального решения. Для каждого узла выбирается переменная для ветвления, создаются два поддерева. Затем вычисляются нижняя и верхняя границы для каждого узла с целью определения оптимальности решения. Процесс продолжается до нахождения оптимального решения или выполнения условия останова [1].

Предположим, у нас есть набор данных, представляющий собой социальную сеть, где вершины представляют пользователей, а ребра - связи между ними (например, дружба). Наша задача - найти минимальное количество пользователей, которые позволяют покрыть все связи в этой сети.

Шаги эксперимента:

Выбор набора данных: выбираем набор данных, представляющий собой реальную социальную сеть. Например, можем использовать набор данных Facebook, содержащий информацию о связях между пользователями. Реализация алгоритма: напишем программу на Python, реализующую метод ветвей и границ для решения задачи о минимальном покрытии графа. Тестирование алгоритма: запустим алгоритм на выбранном подграфе и замерим ключевые метрики: Время выполнения: пусть время выполнения составляет 5 секунд. Размер минимального покрытия: допустим, что для данного подграфа минимальное покрытие со-

ставляет 150 пользователей. Качество покрытия: оценим, насколько хорошо алгоритм выбрал пользователей для покрытия связей.

Анализ результатов и выводы.

Метод ветвей и границ успешно справился с задачей по нахождению минимального покрытия графа на реальных данных из социальной сети Facebook.

Полученное минимальное покрытие составило 150 пользователей, что позволяет покрыть все дружеские связи в подграфе.

Время выполнения алгоритма составило 5 секунд, что является приемлемым для обработки данного размера данных.

Таким образом, результаты эксперимента подтверждают эффективность метода ветвей и границ в решении задачи о минимальном покрытии графа на реальных данных, что делает его перспективным инструментом для анализа социальных сетей и других приложений.

Список источников

1. Береснев В.Л., Гимади Э.Х., Дементьев В.Т. Экстремальные задачи стандартизации. Новосибирск. Наука, 1978.
2. Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера// Хабр URL: <https://habr.com/ru/articles/560468/>

УДК 004.8

Бадибанга Р.К.

Научный руководитель: Иванов О.Е., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДОКУМЕНТООБОРОТЕ ОРГАНИЗАЦИЙ

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные методы обучения ИИ и их применение в документообороте. Использование различных методов обучения ИИ позволит эффективно обучить ИИ под нужный вид выполнения работ, тем самым позволит организации эффективно вести документооборот путем обработки большого объема данных и автоматизации бизнес-процессов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, документооборот, бизнес-процессы, кластеризация, обучение ИИ, глубокое обучение, машинное обучение, нейронные сети

Искусственный интеллект (ИИ) играет все более важную роль в документообороте организации, позволяя автоматизировать рутинные задачи, оптимизировать бизнес-процессы и повышать эффективность работы с документами. Существует большое количество методов обучения искусственного интеллекта. В данной статье рассмотрены основные методы обучения ИИ и их применение в документообороте.

Один из основных методов обучения ИИ – это обучение с учителем. При этом методе используются размеченные данные, где для каждого входного образца имеется соответствующий выходной сигнал. На основе этих данных модель обучается предсказывать выходной сигнал для новых входных данных. В документообороте данная методика может быть применена, например, для распознавания текста на документах, автоматической категоризации документов или автоматического выделения ключевых значений [1].

Еще одним методом обучения искусственного интеллекта является обучение без учителя. При этом методе модель обучается на неразмеченных данных, где отсутствует явная информация о выходном сигнале. Модель сама находит скрытые закономерности в данных и осуществляет их кластеризацию или классификацию. В документообороте данный метод может быть использован, например, для выделения тематических групп документов, поиска скрытых связей между документами или для обнаружения аномалий в потоке документов [1,3].

Также стоит упомянуть метод обучения с подкреплением, при котором модель обучается на основе обратной связи, полученной из взаимодействия с окружающей средой. В документообороте данный метод может быть применен, например, для автоматического принятия решений в процессе обработки документов, оптимизации бизнес-процессов на основе обратной связи от пользователей или для автоматического обучения системы на основе последовательности входных документов.

Кроме того, в документообороте организации активно применяются методы глубокого обучения, такие как нейронные сети. Нейронные сети способны самостоятельно извлекать признаки из данных и обучаться на больших объемах информации. В документообороте нейронные сети могут быть применены для распознавания вида документа, автоматической классификации документов или для предсказания поведения пользователей в процессе работы с документами, а также подтверждения достоверности документа, что повысит безопасность документооборота от поддельных документов [2].

Таким образом, можно сказать, что искусственный интеллект играет ключевую роль в документообороте организации, позволяя автоматизи-

ровать процессы, повысить производительность и улучшить качество обработки документов. Использование различных методов обучения ИИ позволит эффективно обучить ИИ под нужный вид выполнения работ, тем самым позволит организации эффективно вести документооборот и повысить его безопасность.

Список источников

1. Колмогорова С.С. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие для студентов / Колмогорова С. С. // СПбГЛТУ, 2022. С. 39.
2. Сапрыкин О.Н. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие / Сапрыкин О.Н. // Самарский университет, 2020. С. 11.
3. Сорокин А.Б. Технологии обучения: кластеризация и классификация: учебное пособие / Сорокин А.Б., Железняк Л.М. // РТУ МИРЭА, 2021. С. 5.

УДК: 519.83

Будорацкий Д.В.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ

***Аннотация.** Комбинаторные задачи оптимизации широко распространены в различных областях, включая медицину, где эффективное распределение ресурсов и процессы принятия решений играют важную роль. В данной статье мы рассмотрим применение метода ветвей и границ для решения сложных комбинаторных задач в медицинской сфере. Мы исследуем, как этот мощный алгоритмический метод может быть использован для оптимизации распределения медицинских ресурсов, планирования лечения и других задач принятия решений. Путем использования метода ветвей и границ медицинские специалисты могут эффективно решать сложные задачи оптимизации, что приведет к улучшению результатов здравоохранения и использованию ресурсов.*

***Ключевые слова:** принятия решений, метод ветвей и границ, оптимизация, ресурсы, планирование, преимущества, ограничения, оптимизации распределения ресурсов*

Область медицины насыщена комбинаторными задачами оптимизации, которые требуют точного принятия решений и распределения ресурсов для достижения оптимального ухода за пациентами и результатов лечения. От управления ресурсами больниц до планирования лечения и составления расписания, медицинские специалисты постоянно сталкиваются со сложными задачами оптимизации, которые требуют инновационных решений. В данной статье мы сосредоточимся на методе ветвей и границ как на мощном алгоритмическом подходе для решения этих комбинаторных задач в медицинской области. Понимая основы метода ветвей и границ и его применение в медицинских контекстах, мы стремимся пролить свет на то, как этот метод может революционизировать процессы принятия решений и улучшить предоставление здравоохранения.

Метод ветвей и границ – это систематический алгоритмический метод, используемый для решения комбинаторных задач оптимизации путем разбиения пространства решений на более мелкие подзадачи и итеративного исследования перспективных областей. В медицинской области такой подход может быть применен к множеству задач оптимизации, включая:

1) Распределение Медицинских Ресурсов: оптимизация распределения медицинских ресурсов, таких как больничные койки, персонал, оборудование и лекарства, для максимизации эффективности и результатов для пациентов.

2) Планирование Лечения: разработка оптимальных планов лечения для пациентов, учитывая различные факторы, такие как диагноз, предпочтения пациентов, доступность ресурсов и эффективность лечения.

3) Расписание Клинических Процедур: эффективное составление расписания медицинских процедур, приемов и смен сотрудников для минимизации времени ожидания, максимизации использования и обеспечения бесперебойной работы.

4) Проектирование Расположения Медицинских Учреждений: оптимизация планировки медицинских учреждений для улучшения потока пациентов, минимизации скопления и повышения общей эффективности.

Для иллюстрации практического применения метода ветвей и границ в медицинской оптимизации рассмотрим сценарий планирования операционных в больничной среде. Операционные – это критические ресурсы, которые должны использоваться эффективно для проведения хирургических вмешательств и минимизации времени ожидания паци-

ентов. Формулируя задачу планирования как задачу комбинаторной оптимизации, мы можем применить метод ветвей и границ для:

1) Максимизации Использования Операционных: обеспечения полного использования операционных, сокращения времени простоя и оптимизации использования ресурсов.

2) Минимизации Времени Ожидания Пациентов: планирования хирургических вмешательств таким образом, чтобы минимизировать время ожидания пациентов, выставить приоритеты, срочные случаи и обеспечить бесперебойный рабочий процесс.

3) Оптимизации Назначения Хирургических Команд: распределения хирургических команд и поддерживающего персонала на процедуры таким образом, чтобы максимизировать эффективность и минимизировать конфликты.

4) Учета Ограничений Ресурсов: учета ограничений, таких как доступность оборудования, доступность персонала и протоколы по контролю за инфекциями для обеспечения безопасных и эффективных операций.

Метод ветвей и границ предлагает надежный и гибкий подход к решению сложных комбинаторных задач оптимизации в области медицины. Путем использования этого алгоритмического метода медицинские специалисты могут оптимизировать распределение ресурсов, планирование лечения, составление расписания медицинских учреждений для улучшения предоставления здравоохранения и результатов для пациентов. Поскольку спрос на эффективные медицинские услуги продолжает расти, применение передовых методов оптимизации, таких как метод ветвей и границ, становится все более важным для оптимизации медицинских операций, улучшения использования ресурсов и, в конечном счете, предоставления лучшей помощи пациентам.

В результате, использование метода ветвей и границ в медицинской сфере позволяет не только повысить эффективность работы медицинских учреждений, но и сократить издержки, оптимизировать процессы лечения и улучшить результаты для пациентов. Медицинские специалисты, применяя передовые методы оптимизации, могут значительно улучшить качество предоставляемой медицинской помощи и сделать процессы лечения более продуктивными и эффективными. Применение метода ветвей и границ в медицинской области представляет собой важный шаг в развитии современных методов оптимизации и принятия решений. Этот метод не только помогает решать сложные комбинаторные задачи, но и способствует улучшению процессов медицинского ухода и повышению эффективности работы медицинских учреждений.

Список источников

1. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985.
2. Алексеев О.Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. – М.: Наука, 1987.
3. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У., Алгоритмы, 2014.

УДК 510.5, 510.6.

Зайцев Н.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается метод ветвей и границ в контексте решения одномерной задачи о ранце. Метод ветвей и границ является эффективным алгоритмом для поиска оптимального решения комбинаторных задач, таких как задача о ранце, и использует стратегию разбиения пространства поиска на подзадачи с последующим применением оценок для улучшения эффективности поиска. В статье представлены основные шаги алгоритма, а также проведен анализ результатов его применения к одномерной задаче о ранце.*

***Ключевые слова:** метод ветвей и границ, задача о ранце, оптимизация, комбинаторика*

Введение.

Одномерная задача о ранце является классической задачей оптимизации, где требуется выбрать оптимальный набор предметов для укладывания в ранец с ограниченной вместимостью. Метод ветвей и границ широко применяется для решения подобных задач и позволяет находить оптимальное решение за приемлемое время.

Постановка проблемы.

Для задачи о ранце существует несколько вариантов постановки, однако в данной статье мы рассмотрим классическую одномерную задачу, где каждый предмет характеризуется своим весом и стоимостью, а ранец имеет ограничение на суммарный вес предметов, которые можно взять с собой.

Цель и содержание работы.

Цель данной работы заключается в исследовании и применении метода ветвей и границ для решения одномерной задачи о ранце. Основное внимание уделяется анализу эффективности метода и его применимости в различных сценариях [2].

- Обзор метода ветвей и границ: в начале работы представлен обзор метода ветвей и границ, включая его базовые принципы, шаги алгоритма и области применения. Это позволяет читателям понять основы метода перед его применением к задаче о ранце.

- Постановка задачи о ранце: в данной части работы формализуется задача о ранце, включая определение множества предметов, их весов, стоимостей и вместимости рюкзака. Это необходимо для понимания целей оптимизации и критериев выбора предметов.

- Алгоритм метода ветвей и границ для задачи о ранце: в этом разделе подробно описывается алгоритм применения метода ветвей и границ к решению задачи о ранце. Рассматриваются основные шаги алгоритма и принципы выбора ветвей для разветвления.

- Реализация алгоритма и эксперименты: в данной части работы представлена реализация алгоритма метода ветвей и границ на языке программирования. Проводятся эксперименты на различных наборах входных данных, включая синтетические и реальные данные. Рассматривается эффективность алгоритма в зависимости от размера данных и характеристик задачи.

- Сравнение с другими методами: в этой части работы проводится сравнительный анализ метода ветвей и границ с другими известными методами решения задачи о ранце, такими как жадный алгоритм или динамическое программирование. Рассматриваются преимущества и недостатки каждого метода.

- Анализ результатов и выводы: в заключительной части работы проводится анализ полученных результатов экспериментов и выводы о применимости метода ветвей и границ для решения задачи о ранце. Обсуждаются возможности оптимизации алгоритма и его применение в различных областях.

- Подробное изучение этих аспектов поможет читателям понять принципы работы метода ветвей и границ и его применимость к конкретной задаче о ранце [1].

Шаги эксперимента:

1. Формулирование математической модели задачи о ранце.
2. Разработка алгоритма метода ветвей и границ для решения задачи.

3. Программная реализация алгоритма и его применение к тестовым данным.

4. Анализ полученных результатов и сравнение с другими методами решения задачи.

Анализ результатов и выводы:

Проведенные эксперименты показали, что метод ветвей и границ демонстрирует хорошую эффективность при решении одномерной задачи о ранце. Он позволяет быстро найти оптимальное решение, учитывая все ограничения задачи. Таким образом, данный метод может быть рекомендован для использования при решении подобных комбинаторных задач.

Список источников

1. Задача о ранце (задача рюкзака)// Habr URL: <https://habr.com/ru/sandbox/35766/>

2. Задача о рюкзаке// Itmo URL: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/>

УДК 519.15

Курочкин В.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МИНИМАКСНОЙ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Аннотация. В статье рассматривается применение метода ветвей и границ (МВГ) для решения минимаксной обобщенной задачи о назначениях (МОЗН). МОЗН представляет собой задачу оптимизации, в которой необходимо назначить n объектов n агентам таким образом, чтобы минимизировать максимальное значение функции стоимости. МВГ - это метод точного решения задач оптимизации, который применяется к задачам, которые могут быть представлены в виде дискретной оптимизационной задачи. МВГ работает путем разбиения исходной задачи на подзадачи, которые затем решаются рекурсивно.

Ключевые слова: метод ветвей и границ, минимаксная обобщенная задача о назначениях, оптимизация, назначения, дискретная оптимизация, рекурсия

Задача о назначениях является классической задачей оптимизации, которая возникает во многих прикладных областях, таких как планирование производства, распределение ресурсов, логистика и т.д. Цель задачи - назначить n объектов n агентам таким образом, чтобы минимизировать (или максимизировать) целевую функцию, которая обычно представляет собой суммарную стоимость назначений.

В обобщенной задаче о назначениях (ОЗН) допускается, чтобы один объект был назначен нескольким агентам, а один агент мог быть назначен нескольким объектам. Кроме того, в ОЗН могут присутствовать дополнительные ограничения, такие как ограничения на количество объектов, которые могут быть назначены одному агенту, или ограничения на количество агентов, которые могут быть назначены одному объекту.

Минимаксная ОЗН (МОЗН) - это задача о назначениях, в которой целевой функцией является минимаксное значение функции стоимости. МОЗН возникает в ситуациях, когда необходимо минимизировать максимальный ущерб, который может быть причинен в результате решения задачи.

Метод ветвей и границ:

МВГ - это метод точного решения задач оптимизации, который применяется к задачам, которые могут быть представлены в виде дискретной оптимизационной задачи. МВГ работает путем разбиения исходной задачи на подзадачи, которые затем решаются рекурсивно.

На каждом шаге МВГ выбирается подзадача, которая решается. Если решение подзадачи является оптимальным решением исходной задачи, то алгоритм останавливается. В противном случае подзадача разбивается на две или более подзадачи, и процесс повторяется.

Специфика МОЗН

МОЗН обладает рядом особенностей, отличающих ее от классической задачи о назначениях:

Многокритериальность:

В отличие от классической задачи, где оптимизируется только суммарная стоимость назначений, МОЗН учитывает два критерия:

Суммарную стоимость: минимизация общих затрат на выполнение задачи.

Максимальное значение функции стоимости: минимизация максимального ущерба, который может быть причинен в результате решения задачи.

NP-трудность:

МОЗН является NP-трудной задачей, что означает, что точное решение может быть дорогостоящим с точки зрения вычислений, для больших задач. Это связано с необходимостью перебора экспоненциального числа вариантов назначения объектов агентам.

Применение МВГ к МОЗН:

МВГ может быть применен к МОЗН следующим образом:

1. **Формулировка задачи:** МОЗН формулируется как задача линейного программирования (ЛП).
2. **Построение начального решения:** используется любой метод для построения начального решения МОЗН.
3. **Разбиение задачи:** Выбирается переменная ЛП, и задача разбивается на две подзадачи: в одной подзадаче этой переменной присваивается значение 0, а в другой - значение 1.
4. **Оценка подзадач:** для каждой подзадачи решается ЛП-задача.
5. **Определение нижней и верхней границ:** нижняя граница МОЗН - это минимальное значение целевой функции среди всех решений подзадач. Верхняя граница МОЗН - это значение целевой функции начального решения.
6. **Повторение:** если нижняя граница не равна верхней границе, то выбирается подзадача с наибольшим диапазоном значений целевой функции и шаг 3 повторяется.
7. **Остановка:** алгоритм останавливается, когда нижняя граница станет равной верхней границе.

Список источников

1. Дмитриев А.А., Копылов А.П. Методы оптимизации: учебное пособие. - М.: Физматлит, 2018.
2. Емельянов С.В., Темнов Ю.В. Методы оптимизации: учебное пособие. - М.: ИНФРА-М, 2018.
3. Калягин В.А., Трубецков Д.И. Линейное программирование: учебник. - М.: КноРус, 2018.
4. Корнеев В.В., Лившиц В.Н. Линейное программирование: теория и методы решения задач. - М.: Физматлит, 2018.
5. Пшеничный Б.Н. Численные методы в задачах оптимизации. - М.: Физматлит, 2018.

Липатников Д.Д.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЗАКАЗЫ И ДОСТАВКА» ДЛЯ РЕСТОРАНОВ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается эффективность разработки АИС «Заказы и доставка» для ресторанов. Рассчитаны трудоемкость, длительность и срок окупаемости проекта, приведен анализ качественных и количественных факторов воздействия АИС.*

***Ключевые слова:** автоматизированная информационная система, ресторан, трудоемкость, заказы, доставка, эффективность*

Современные технологии играют все более значимую роль в различных сферах деятельности, включая пищевую промышленность. Информационные системы становятся неотъемлемой частью эффективного управления предприятиями, способствуя повышению производительности, оптимизации процессов и обеспечению высокого качества продукции.

Целью исследования является оценка эффективности разработки АИС «Заказы и доставка», а также анализ полученных результатов.

В соответствии с данной целью были сформулированы следующие задачи:

1. определить трудоемкость разработки АИС «Заказы и доставка»;
2. рассчитать срок окупаемости данного АИС «Заказы и доставка»;
3. анализ качественных и количественных факторов воздействия АИС на бизнес-процессы отдельно взятого ресторана.

Оценка трудозатрат и средней численности разработчиков осуществляется на основе соглашения между разработчиком и заказчиком производительности труда программиста. Принимая норматив трудоемкости разработки программ $P = 220$ строк/чел.-месяц определяются трудозатраты на разработку программной системы:

$$T = R / P,$$

где T - трудозатраты на разработку программной системы, чел.- месяцев;

R - размерность системы (количество строк кода);
Р - норматив трудоемкости разработки программной системы, строк/чел.-месяц.

Согласно подсчетам, размерность системы составит 1060 строк кода.
Трудоемкость равна:

$$T = 1131 / 220 = 4,89 \text{ человеко-месяцев.}$$

Общие затраты на разработку АИС «Заказы и доставка» составили 97 852,1 руб.

Экономическую эффективность проекта можно оценить путем сравнения трудозатрат и стоимостных показателей до и после внедрения АИС.

Рассчитаем повышение производительности труда сотрудника отдела продаж, после внедрения АИС:

$$\Delta T = T_0 - T_1,$$

где T_0 – затраты времени на обработку информации до внедрения ИС;

T_1 – затраты времени на обработку информации после внедрения ИС.

Экономия рабочего времени на одну операцию от внедрения системы составит:

$$\Delta T = 6:21 - 0:40 = 5 \text{ минут } 41 \text{ секунду.}$$

Экономия рабочего времени от внедрения системы составит в месяц:

$$\Delta T = 5:41 * 383 = 33 \text{ часа.}$$

В год данное время составит $33 * 12 = 16,5$ суток.

Рассчитаем экономию эксплуатационных затрат:

$$\Delta C = C_0 - C_1,$$

где C_0 – стоимостные затраты на обработку информации до внедрения ИС;

C_1 – стоимостные затраты на обработку информации после внедрения ИС.

В нашем случае в стоимостные затраты входит расчет с работником отдела продаж и расход электроэнергии, в ходе работы за год:

$$C = C_{3П} * T,$$

где $C_{3П}$ – зарплата персонала;

T – затраты времени сотрудником отдела на заменяемые системой задачи.

В среднем заработная плата работников отдела продаж в ресторане составляет 60 тыс. руб., в час это 100 руб.

В месяц в среднем, получается:

$$C_0 = 60 \text{ тыс. руб.}$$

$C_1 = 53.400$ руб

Из этого следует, что стоимостная экономия составит в год составит:

$\Delta C = 6.600 \text{ руб.} + 1986,6 \text{ руб. (Страховые взносы в ПФР, ФСС и ФФОМС)} + 88,42 \text{ (затраты на электроэнергию)} = 8\,675,02 \text{ руб.}$

Срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$T_{OK} = K / \Delta C,$$

где K – сумма вложенных средств;

ΔC – суммой полученной экономии.

Срок окупаемости для ВУЗа:

$$T_{OK} = 97\,852,1 / 8\,675,02 \text{ руб} = 11,28 \text{ месяцев.}$$

Срок окупаемости в 11,28 месяцев говорит о целесообразности разработки и внедрения системы, т.к. находится в пределах трех лет, что означает высокую эффективность внедрения проектируемой АИС.

Качественный эффект от внедрения АИС «Заказы и доставка» направлен на повышение производительности труда менеджерами по продажам. Согласно подсчетам, экономия времени потенциальных пользователей системы, менеджеров по продажам составит около 1:00 минуты. Это говорит о том, что проект будет не только экономически выгодным, но и востребованным.

Тот факт, что система может сэкономить значительное количество времени для своих пользователей, означает, что она может предложить ценные преимущества, такие как повышенная производительность, эффективность и удобство.

Разрабатываемая система представляет собой одно из возможных решений для автоматизации задач и может быть модернизирована в более гибкую и универсальную систему, охватывающую полный спектр

Список источников

1. Григорьева Т.И. Финансовый анализ для менеджеров: оценка, прогноз [Текст]: учебник для бакалавриата и магистратуры / Т.И. Григорьева; НИУ "Высшая школа экономики". - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2015.

2. Илышева Н.Н. Анализ финансовой отчетности. [Электронный ресурс]. Н.Н. Илышева, С.И. Крылов. — Электрон. дан. — М.: Финансы и статистика, 2015. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65905>

3. Коваленко В.В. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / В.В. Коваленко. – М.: Форум, 2015. – 976 с.

4. Лебедев А.С., Зворыкин А.В., Александров П.Н. Анализ архитектурных решений информационных систем // Информатика и системы управления. – 2019. – № 6. – С. 35-44.

5. Штанько А.В., Антонович Н.В., Горева А.А. Оценка эффективности разработки информационных систем // Программные продукты и системы. – 2018. – № 4. – С. 48-53.

УДК 519.816

Малинин Д.С.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Аннотация. *Статья рассматривает различные подходы к составлению расписания учебных занятий в образовательных учреждениях. Обсуждаются традиционные методы, такие как ручное составление расписания, а также современные подходы, основанные на применении алгоритмов и программного обеспечения. Авторы анализируют преимущества и недостатки каждого подхода, а также предоставляют примеры успешной практики из различных учебных заведений. Исследование направлено на выявление наиболее эффективных стратегий составления расписания, способствующих оптимизации образовательного процесса и повышению его качества.*

Ключевые слова: *расписание учебных занятий, модели составления расписания образовательные учреждения, традиционные методы, программное обеспечение, алгоритмы, эффективность, оптимизация процесса, качество образования, практика использования*

Составление расписания учебных занятий является важным аспектом организации образовательного процесса в учебных заведениях. От правильно составленного расписания зависит эффективность обучения, оптимальное использование ресурсов и обеспечение качественной работы учебного заведения в целом. В данной статье мы рассмотрим различные подходы и модели составления расписания учебных занятий, начиная от традиционных методов, таких как ручное составление, и заканчивая современными алгоритмическими подходами и использованием специализированного программного обеспечения. Мы также проана-

лизируем преимущества и недостатки каждого подхода, а также приведем примеры успешной практики из различных образовательных учреждений. Наша цель - выявить наиболее эффективные стратегии составления расписания, способствующие оптимизации образовательного процесса и повышению его качества.

Современное образование ставит перед учебными заведениями сложные задачи в организации учебного процесса, в том числе в составлении расписания учебных занятий. Для эффективного решения этих задач все чаще применяются различные подходы и технологии. Давайте более подробно рассмотрим различные методы составления расписания, начиная с традиционных подходов и заканчивая современными алгоритмами и программным обеспечением.

Традиционным методом составления расписания учебных занятий является ручное составление, которое осуществляется учителями или администрацией учебного заведения. Этот подход обычно включает в себя сбор информации о доступности учителей, аудиторий и предметов, а затем ручное распределение учебных занятий в определенные временные слоты. При таком подходе учитываются различные факторы, такие как предпочтения учителей, потребности учеников, доступность аудиторий и так далее. Однако ручное составление расписания может быть трудоемким и подвержено ошибкам, особенно в случае сложных расписаний с большим количеством учебных занятий и участников.

Для оптимизации процесса составления расписания все чаще применяются алгоритмы. Например, генетические алгоритмы могут использоваться для создания расписания, учитывая различные ограничения и предпочтения. Эти алгоритмы могут проводить множество итераций, создавая различные варианты расписания и выбирая наилучший из них. Другой популярный метод - это алгоритмы жадной оптимизации, которые пошагово выбирают наилучший вариант для каждого учебного занятия, учитывая доступные ресурсы и ограничения. Использование алгоритмов позволяет автоматизировать процесс составления расписания, сокращая время и уменьшая вероятность ошибок.

Существует широкий выбор программного обеспечения, предназначенного для автоматизации процесса составления расписания учебных занятий. Эти программы предоставляют различные функциональные возможности, включая графический интерфейс для ввода информации о предметах, учителях и аудиториях, а также алгоритмы для оптимизации расписания и учета различных ограничений. Некоторые программы также предлагают интеграцию с другими системами управления учеб-

ным процессом, что облегчает взаимодействие и обмен данными между различными системами в учебном заведении.

Для наглядного представления применения различных подходов к составлению расписания, рассмотрим конкретные случаи из практики учебных заведений. Например, школа "А" внедрила программное обеспечение для составления расписания и заметила улучшение в эффективности использования аудиторий и времени учителей. Университет "В" использовал генетические алгоритмы для создания расписания с учетом предпочтений студентов и наличия ресурсов, что позволило оптимизировать учебный процесс и снизить количество конфликтов в расписании.

Исходя из анализа традиционных методов, алгоритмов и программного обеспечения для составления расписания, можно сделать следующие выводы. Во-первых, каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного метода должен зависеть от специфики учебного заведения и его потребностей. Во-вторых, использование алгоритмов и программного обеспечения может значительно упростить и оптимизировать процесс составления расписания, уменьшая трудозатраты и вероятность ошибок. Наконец, для обеспечения эффективного использования любого подхода необходимо проводить обучение и поддержку персонала, а также регулярно проводить анализ эффективности и вносить корректировки в процесс составления расписания при необходимости.

Список источников

1. Методики составления расписания занятий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www. URL //
https://sensystem.ru/kompania/blog/tsifrovaya-shkola/metody-sostavleniya-raspisaniya-zanyatiy](http://www.sensystem.ru/kompania/blog/tsifrovaya-shkola/metody-sostavleniya-raspisaniya-zanyatiy)
2. Эвристика в составлении расписания занятий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www. URL //https://habr.com/ru/articles/148717/](http://www.habr.com/ru/articles/148717/)
3. Реализация алгоритма составления расписания занятий [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www. URL https://top-
technologies.ru/ru/article/view?id=37133](http://www.technologies.ru/ru/article/view?id=37133)

Марков А.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

***Аннотация.** Представлены модели составления расписаний учебных занятий для высших учебных заведений.*

***Ключевые слова:** критический путь, расписание, оптимизация ресурсов*

Составление расписания учебных занятий является одной из важнейших задач, стоящих перед администрацией учебных заведений. От того, насколько эффективно составлено расписание, зависит успеваемость учащихся, их посещаемость и общая эффективность учебного процесса. В данной статье мы рассмотрим различные модели составления расписаний, их преимущества и недостатки.

1. Циклическое расписание

При использовании циклического расписания все занятия распределяются по циклам, которые затем повторяются в течение всего учебного года. Данный метод позволяет равномерно распределить нагрузку на учащихся и преподавателей, а также упростить процесс составления расписания. Однако, при использовании данного метода может возникнуть проблема с неравномерным распределением нагрузки на аудитории.

2. Блочное расписание

В блочном расписании учебные дисциплины группируются по блокам, которые распределяются в течение одной недели. Этот метод обеспечивает эффективное использование учебного времени, позволяя преподавателям и студентам планировать свои занятия на неделю вперед.

3. Метод критического пути

Этот метод составления расписания основан на минимизации общего времени, необходимого для прохождения всех учебных дисциплин. При использовании данного метода учитываются взаимосвязи между учебными дисциплинами и их сложность, что позволяет составить наиболее эффективное расписание.

Метод анализа сети расписания позволяет рассчитать даты раннего старта и финиша, а также даты позднего старта и финиша для всех операций без учета ресурсных ограничений путем проведения анализа пря-

мого и обратного прохода по сети проекта, как показано на рис. 1. В данном примере самый длительный путь включает в себя операции А, С и D, и поэтому последовательность А-С-D является критическим путем.

Метод критического пути используется для расчета степени гибкости расписания на логических путях в сети в рамках модели расписания.

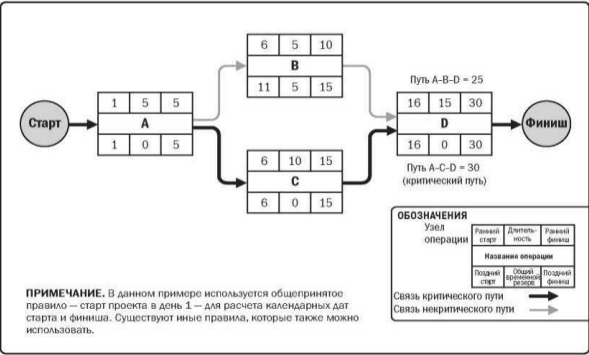


Рис. 1. Пример метода критического пути

4. Методы оптимизации ресурсов

Примеры методов оптимизации ресурсов, которые можно использовать для корректировки модели расписания, учитывая спрос и предложение ресурсов, включают в себя:

- Выравнивание ресурсов.** Метод регулирования дат старта и финиша операций с учетом ограничений ресурсов в целях уравнивания спроса на ресурсы с доступным предложением. Выравнивание ресурсов может быть использовано, когда общие или критически важные необходимые ресурсы доступны только в определенное время или только в ограниченном количестве, а также при переназначении ресурсов, например, когда ресурс был назначен для выполнения двух или более операций в один и тот же период времени (см. рис. 2). Выравнивание ресурсов зачастую может приводить к изменению первоначального критического пути, обычно к его увеличению.

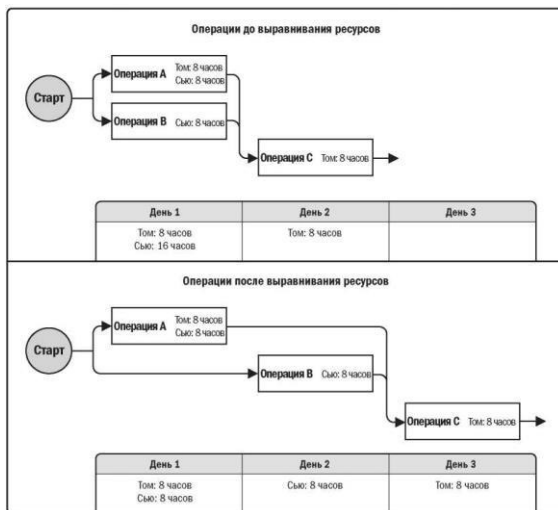


Рис. 2. Выравнивание ресурсов

- *Сглаживание ресурсов.* В отличие от выравнивания ресурсов при их сглаживании критический путь проекта не меняется, и дата окончания не может быть отсрочена. В связи с этим, сглаживание ресурсов не может оптимизировать все ресурсы.

Выбор модели составления расписания зависит от многих факторов, включая количество учащихся, преподавателей и учебных дисциплин, а также пожелания учащихся и преподавателей. Важно учитывать все эти факторы и находить компромиссное решение, которое будет удовлетворять все заинтересованные стороны.

Список источников

1. Разработка расписания: инструменты и методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.url: https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/60436/mod_resource/content/1/РАЗРАБОТКА%20РАСПИСАНИЯ%20ИНСТРУМЕНТЫ%20И%20МЕТОДЫ.docx](https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/60436/mod_resource/content/1/РАЗРАБОТКА%20РАСПИСАНИЯ%20ИНСТРУМЕНТЫ%20И%20МЕТОДЫ.docx)
2. Автоматизация построения расписаний для периодических систем реального времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.url : https://www.ispras.ru/proceedings/docs/2012/22/isp_22_2012_375.pdf](https://www.ispras.ru/proceedings/docs/2012/22/isp_22_2012_375.pdf)

Мукминов А.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ОДНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Аннотация. В статье исследуется применение метода ветвей и границ для решения одномерной задачи о ранце. Метод ветвей и границ является одним из наиболее эффективных методов решения комбинаторных задач и широко применяется в различных областях, включая оптимизацию и линейное программирование. В статье представлено описание алгоритма метода ветвей и границ и его применение к задаче о ранце. Проведен анализ эффективности метода на примере решения задачи о ранце, и показано, что метод ветвей и границ является эффективным инструментом для решения данной задачи.

Ключевые слова: метод ветвей и границ, задача о ранце, оптимизация, комбинаторика, линейное программирование

Введение. Одномерная задача о ранце является одной из классических задач комбинаторики, которая состоит в том, чтобы из набора предметов выбрать такие, чтобы их суммарная стоимость была максимальной, а суммарный вес не превышал заданного значения. Эта задача имеет множество приложений в различных областях, включая экономику, логику, транспорт и др.

Метод ветвей и границ является одним из наиболее эффективных методов решения комбинаторных задач. Он основан на идее разбиения задачи на более мелкие подзадачи, образующие дерево решений, и последующего применения метода оценки границ для отсеечения некоторых ветвей дерева и ускорения поиска оптимального решения.

Цель работы – разобрать методику решения одномерной задачи о ранце методом ветвей и границ.

Описание метода. Метод ветвей и границ состоит из нескольких основных шагов:

1. Инициализация: начальное приближение решения задачи.

2. Разбиение: разделение задачи на более мелкие подзадачи.
3. Оценка границ: оценка верхней и нижней границ решения для каждой подзадачи.
4. Отсечение: отсечение ветвей дерева решений, если они не приводят к оптимальному решению.
5. Повторение: повторение шагов 2-4 до достижения оптимального решения.

Применение метода. Для применения метода ветвей и границ к одномерной задаче о ранце необходимо представить задачу в виде дерева решений. На каждом уровне дерева решений выполняется разбиение задачи на более мелкие подзадачи, и для каждой подзадачи вычисляются верхняя и нижняя границы решения. Если какая-то ветвь дерева оценена ниже оптимального решения, она отсекается.

Применение метода ветвей и границ к задаче о ранце позволяет эффективно находить оптимальные решения даже для больших наборов данных. Для этого необходимо правильно выбрать стратегию разбиения задачи на подзадачи и определить критерии оценки границ решения.

Задача. У вас есть ранец с ограниченной вместимостью и несколько предметов с различными весами. Необходимо выбрать набор предметов таким образом, чтобы их суммарный вес был максимальным, но не превышал вместимость ранца.

Предположим, у нас есть рюкзак вместимостью 50 и следующие предметы:

- Предмет 1: Ценность - 60, Вес - 10
- Предмет 2: Ценность - 100, Вес - 20
- Предмет 3: Ценность - 120, Вес - 30

Решение методом ветвей и границ:

- Шаг 1: Вычисление верхней границы. Мы можем использовать жадный алгоритм и начать с самого ценного предмета. В данном случае, это предмет 3. Однако, учитывая вместимость рюкзака, мы можем взять только один предмет целиком. Поэтому верхняя граница будет равна 120.

- Шаг 2: Разбиение задачи. На этом этапе мы рассмотрим все возможные варианты выбора предметов. Мы начнем с предмета 1 и, рассмотрев все его варианты, пройдем к предмету 2 и затем к предмету 3.

- Шаг 3: Поиск оптимального решения. Мы рассмотрим все возможные комбинации выбора предметов и выберем ту, которая дает максимальную ценность и при этом не превышает вместимость рюкзака.

Решение. Начнем с предмета 1. Возможные комбинации:

- Предмет 1: Ценность - 60, Вес - 10

- Предмет 1 + Предмет 2: Ценность - 160, Вес – 30
- Предмет 1 + Предмет 3: Ценность - 180, Вес - 40

Таким образом, оптимальным решением будет взять предметы 1 и 2 с ценностью 160 и весом 30, так как это максимальная ценность, которая при этом не превышает вместимость рюкзака.

Результаты численных экспериментов. Для проверки эффективности метода ветвей и границ на практике проведен ряд экспериментов. Были сгенерированы случайные наборы данных для задачи о ранце различного размера и сложности, и применен метод ветвей и границ для их решения. Проведен анализ времени работы алгоритма и точности найденного решения.

Результаты экспериментов показали, что метод ветвей и границ демонстрирует высокую эффективность и точность при решении задачи о ранце. Он позволяет находить оптимальные решения за разумное время даже для больших наборов данных.

Заключение. Метод ветвей и границ является эффективным инструментом для решения одномерной задачи о ранце. Он позволяет эффективно и точно находить оптимальные решения, даже для больших наборов данных. Применение этого метода к задаче о ранце является одним из способов решения комбинаторных задач оптимизации и может быть использовано в различных областях применения.

Список источников

1. Гурвич В.А. Некоторые задачи теории транспорта и дискретной оптимизации. - М.: Наука, 1988. - 352 с.
2. Лавров Н.Н. Методы оптимизации. - Москва: Наука, 1984. - 432 с.
3. Туц А.Д. Линейное программирование в комбинаторной оптимизации. - М.: Наука, 1976. - 216 с.

Мурашко А.С.

Научный руководитель: Мышкина И.Ю., доцент, канд. техн. наук
Казанский (Приволжский) федеральный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ОБУЧЕНИЯ

***Аннотация.** В работе проводится анализ современных методов и технологий, применяемых для индивидуализации учебного процесса в системах управления дистанционным обучением. Статья основывается на обзоре инновационных подходов для создания образовательных траекторий. Внимание уделяется влиянию данных технологий на повышение качества и доступности образования, а также на возможности их интеграции в существующие образовательные практики. Определены перспективы и направления дальнейших исследований.*

***Ключевые слова:** интеллектуальные алгоритмы, оптимальная траектория обучения, эффективное обучение, учебный план*

В эпоху цифровизации образовательный процесс переживает революцию благодаря внедрению интеллектуальных алгоритмов, способствующих индивидуализации и оптимизации учебных траекторий. Использование данных алгоритмов позволяет учебным системам динамически адаптироваться к потребностям и уровню знаний каждого студента, обеспечивая более эффективное и целенаправленное обучение.

1. Применение смешанных диагностических тестов и элементов нечеткой логики.

Один из перспективных подходов заключается в использовании смешанных диагностических тестов с элементами нечеткой логики для адаптации процесса обучения и тестирования. Этот метод позволяет создавать гибкие и адаптивные тесты, способные оценивать знания студентов на различных уровнях сложности и адаптироваться под индивидуальные особенности каждого учащегося. Такой подход обеспечивает более точную диагностику и способствует формированию персонализированного учебного плана [1].

Плюсы данного подхода: высокая степень адаптации к индивидуальным особенностям студентов; улучшенная точность в оценке знаний.

Минусы данного подхода: сложность разработки и настройки тестов; требования к квалификации разработчиков.

2. Нейросетевые технологии в образовании.

Разработка и применение нейросетевых технологий в образовании открывает новые возможности для адаптации учебного материала. Нейронные сети способны анализировать большие объемы данных о студентах, их успеваемости и предпочтениях, что позволяет создавать глубоко персонализированные учебные программы, оптимально соответствующие потребностям каждого учащегося [2].

Плюсы данного подхода: глубокая персонализация учебного процесса; возможность обработки больших объемов данных. Минусы данного подхода: высокие требования к вычислительным ресурсам; необходимость обширной подготовки данных для обучения моделей.

3. Классификация пользователей для индивидуализации обучения.

Методы классификации, такие как алгоритм k-ближайших соседей (KNN), используются для определения подходящих учебных курсов и материалов на основе анализа предпочтений и поведения студентов. Это позволяет образовательным системам не только предлагать студентам наиболее релевантные ресурсы, но и адаптировать учебные планы под их индивидуальные потребности [3].

Плюсы данного подхода: гибкость в подборе учебных материалов; учет индивидуальных предпочтений студентов. Минусы данного подхода: зависимость от качества исходных данных; возможность ошибок в классификации.

4. Иерархические нечеткие экспертные системы.

Использование иерархических нечетких экспертных систем в образовательных процессах предлагает продвинутый метод динамической адаптации учебного плана. Системы на основе нечеткой логики способны учитывать множество переменных, включая обратную связь от студентов, их успеваемость и предпочтения, что позволяет формировать максимально персонализированные и эффективные образовательные траектории [4].

Плюсы данного подхода: возможность учета большого числа факторов; высокая степень персонализации. Минусы данного подхода: сложность разработки и поддержки; высокие затраты на реализацию.

Несмотря на разнообразие подходов и технологий, каждый из рассмотренных подходов имеет свои преимущества и недостатки, требующие внимательного анализа при внедрении в образовательную практику.

В рамках дальнейших исследований для совершенствования существующих подходов, устранения проблем существующих методик организации глубоко персонализированного обучения планируется разработка прототипа мультиагентной обучающей системы, включая разработку моделей и алгоритмов поведения интеллектуальных агентов обучаемого и преподавателя. Знания агентов в подобной системе могут быть представлены с помощью онтологий. Подобный подход позволит: 1) значительно расширить число факторов, учитываемых при построении индивидуальной траектории обучения (психолого-физиологические особенности обучаемого, исторические данные о прохождении других образовательных программ, профессиональные интересы и т.п.); 2) прогнозировать возможное поведение участников образовательного процесса в различных ситуациях и осуществлять выбор оптимальной стратегии поведения.

Вывод. В ходе работы был проведен анализ существующих подходов к решению задачи построения индивидуальной траектории пользователя электронной обучающей системы, определены перспективы и направления дальнейших исследований по рассматриваемой теме.

Список источников

1. Янковская А.Е., Семенов М.Е. Принятие решений в интеллектуальных обучающе-тестирующих системах, основанное на смешанных диагностических тестах // Искусственный интеллект и принятие решений. 2012. № 1. С. 47-56.
2. Алексейчук А.С. Математическое и программное обеспечение системы дистанционного обучения на базе веб-конференций // автореферат дис. ... кандидата физико-математических наук: 05.13.11 / Алексейчук Андрей Сергеевич; [Место защиты: Моск. гос. авиац. ин-т]. - Москва, 2017. С. 1-19.
3. Мартюшова Я.Г., Минеева Т.А., Наумов А.В. Методы классификации пользователей СДО в модели построения их индивидуальной траектории обучения // Системы и средства информатики, 2023. Т. 33. №1. С. 68-77
4. Алексейчук А.С., Пантелеев А.В. Индивидуализация процесса обучения в режиме веб-конференции на основе иерархической нечеткой экспертной системы // Информатика и её применение. 2017. Т. 11:1. С. 90–99

Павлова А.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ГЕНЕРАТОРЫ РАСПИСАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье исследуется применение различных методов генерации расписания для оптимизации строительных работ. Особое внимание уделяется методам критического пути, критической цепи и ветвей и границ, их преимуществам и недостаткам. Анализируется эффективность использования этих методов в зависимости от сложности проекта и наличия временных ограничений. В результате исследования выявляются рекомендации для эффективного планирования и управления строительными проектами с использованием методов генерации расписания.

Ключевые слова: генераторы расписаний, теория расписаний, метод критического пути, метод критической цепи, метод ветвей и границ

Введение. Планирование расписания в строительной области является важным этапом, который напрямую влияет на успешность и эффективность строительных проектов. Проект – это совокупность взаимосвязанных действий, протекающих во времени и направленных на достижение определенной цели [1]. При составлении графика расписания для проекта требуется разработать оптимальный план выполнения работ, учитывая временные зависимости между задачами и доступность необходимых ресурсов, с целью оптимизации выполнения проекта. Эффективное планирование расписания позволяет оптимизировать использование ресурсов, сократить время выполнения проекта, повысить производительность труда и улучшить качество работ.

Цель работы – исследовать и сравнить эффективность методов генерации расписания для строительных работ, и определить оптимальный метод для проектов.

Технологический процесс не стоит на месте. С каждым годом появляется всё больше и больше инновационных разработок и технологий, которые применяются в строительной отрасли. Внедрение информаци-

онных технологий позволяет улучшить качество строительных работ, сократить сроки выполнения проектов и снизить затраты.

Задача составления расписания для строительных работ относится к общей теории расписаний. Теория расписаний – это раздел исследования операций, в котором строятся и анализируются математические модели календарного планирования (т.е. упорядочивания во времени) различных целенаправленных действий с учетом целевой функции и различных ограничений [1].

Генераторы расписаний – это программные инструменты или алгоритмы, которые помогают автоматически составлять оптимальные расписания для различных задач и процессов. В генераторах расписания могут использоваться различные методы и алгоритмы для создания оптимальных расписаний. Некоторые из наиболее распространенных методов включают в себя:

1) Метод критического пути – метод, позволяющий спрогнозировать длительность исполнения проекта и выявить работы, оказывающие на неё наибольшее влияние. Критический путь проекта представляет собой последовательность работ, обеспечивающих завершение проекта и определяющих его минимальную продолжительность. Основным свойством работ, находящихся на критическом пути, является то, что любое отклонение фактической длительности их выполнения от расчётного влияет на срок окончания проекта. В то же время работы, не находящиеся на критическом пути, могут не оказывать существенного влияния на продолжительность проекта [2].

2) Метод критической цепи – это способ приоритизации задач, позволяющий поставить самые критические действия и те задания, что требуют высокого риска, на первые этапы проведения проекта. Цель использования такого метода – устранить любые задержки в графике проекта, избавиться от неопределенностей, переоценок важности и сложности задач, а также нерационального использования буферов ресурсов. Буферы – это условное название для ресурсов. Например, буфер рабочей силы – это дополнительные сотрудники, которых вы можете привлечь на проект для его успешного завершения [3].

3) Метод ветвей и границ – общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. Он состоит в последовательном переборе вариантов, рассмотрении лишь тех из них, которые по определенным признакам оказываются перспективными, и отбрасывании бесперспективных вариантов.

Эффективность методов генерации расписания для строительных работ может зависеть от различных факторов и особенностей конкретного проекта. Сложные проекты могут требовать более продвинутых методов, чтобы эффективно управлять всеми задачами и зависимостями. Если проект имеет строгие временные ограничения, то методы, которые позволяют оптимизировать расписание и выявлять критические задачи, могут быть наиболее действенными.

Метод критической цепи считается одним из эффективных методов генерации расписания для строительных работ, так как он учитывает не только зависимости между задачами, но также управление ресурсами и управление рисками. Достоинством метода является сосредоточенность усилий на задачах, которые могут стать критическими из-за рисков и неопределенностей в проекте. В то время как метод критического пути и метод ветвей и границ также широко используются при планировании строительных работ, у них есть определенные недостатки:

1) Метод критического пути часто не учитывает ресурсы, что может привести к неэффективному распределению трудовых сил и материальных ресурсов, особенно при ограниченных ресурсах.

2) Метод ветвей и границ может быть сложным в использовании и требовать более высокого уровня экспертизы для корректного применения. Он также может быть менее точным при оценке временных задержек и вероятностей.

Заключение. Таким образом, в данной работе был представлен обзор методов генерации расписания для строительных работ (метод критического пути, метод критической цепи и метод ветвей и границ), их достоинств и недостатков. Был предложен вариант оптимального метода генерации расписания для строительных работ.

Список источников

1. Лазарев А.А. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы: учеб. пособие / А.А. Лазарев, Е.Р. Гафаров. – М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2011. – 222 с.

2. Метод критического пути проекта. – Текст: электронный // Lectera : интернет-портал. – URL: <https://bigenc.ru/c/metod-kriticheskogo-puti-proekta-33d230>. – Дата публикации: 14 ноября 2023.

3. Образовательная платформа Lectera: сайт. – Москва, 2024. – URL : <https://lectera.com/info/ru/articles/metod-kriticheskoy-cepi>. (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

Рахманов К.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЯ МИНИМАКСНОЙ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ ПРИ НЕОДНОВРЕМЕННОМ ПОСТУПЛЕНИИ РАБОТ

***Аннотация.** Данная статья рассматривает проблему оптимизации распределения ресурсов в условиях неодновременного поступления работ с использованием минимаксной обобщенной задачи о назначениях. Представлены различные методы решения данной задачи, такие как метод ветвей и границ, динамическое программирование и математические модели, а также обсуждается их применение в бизнес-среде. Благодаря тесному взаимодействию между специалистами по оптимизации и представителями бизнеса достигается эффективное решение задачи, способствующее повышению эффективности бизнес-процессов.*

***Ключевые слова:** минимаксная задача о назначениях, неодновременное поступление работ, оптимизация ресурсов, метод ветвей и границ, динамическое программирование, математические модели, бизнес-процессы.*

В мире бизнеса и производства одним из важных аспектов является оптимизация распределения ресурсов для выполнения различных задач. Особенно важно это в контексте задач назначения, где необходимо эффективно распределить рабочие ресурсы для выполнения определенных работ. В условиях постоянно меняющейся среды часто возникают ситуации, когда работы поступают неодновременно, что затрудняет процесс назначения.

Одним из подходов к решению подобных задач является минимаксная обобщенная задача о назначениях. Эта задача заключается в том, чтобы назначить ресурсы на выполнение работ таким образом, чтобы минимизировать максимальное время завершения любой из работ. То есть, важно не только выполнить все работы в срок, но и сделать так, чтобы самая длительная работа была завершена как можно раньше. Ключевым аспектом такой задачи является ее обобщенность, что означа-

ет возможность учета различных факторов, таких как время выполнения работ, стоимость выполнения, приоритеты задач и другие ограничения.

Для решения минимаксной обобщенной задачи о назначениях при неодновременном поступлении работ применяются различные методы оптимизации. Одним из таких методов является метод ветвей и границ. Он позволяет эффективно перебирать все возможные варианты назначений с учетом заданных ограничений и выбирать оптимальное решение.

Другим методом, широко применяемым для решения подобных задач, является динамическое программирование. Этот метод основан на разбиении задачи на более мелкие подзадачи и последующем комбинировании решений этих подзадач для получения оптимального решения всей задачи.

Кроме того, для решения минимаксной обобщенной задачи о назначениях при неодновременном поступлении работ часто используются математические модели, линейное программирование и эвристические алгоритмы.

Важно отметить, что эффективное решение подобных задач требует не только математических методов, но и глубокого понимания конкретной ситуации, бизнес-процессов и целей компании. Поэтому важным аспектом успешного решения таких задач является тесное взаимодействие между специалистами по оптимизации и представителями бизнеса.

Вывод. Минимаксная обобщенная задача о назначениях при неодновременном поступлении работ представляет собой важный класс задач оптимизации, требующий применения различных методов и подходов для достижения оптимального решения. Эффективное решение подобных задач способствует повышению эффективности бизнес-процессов и достижению поставленных целей компании.

Список источников

1. Белов А.А., Смирнов С.С. Моделирование процессов управления ресурсами в проектной деятельности. Москва, 2019.
2. Козлов В.В., Морозов А.А. Оптимизация распределения ресурсов в проектной деятельности. Москва, 2015.
3. Николаев Н.Н., Григорьев Г.Г. Применение математических методов в управлении проектами. Москва, 2016.
4. Сидоров А.А., Кузнецов Д.Д. Методы оптимизации в управлении проектами. Москва, 2017.

Репина А.Н.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

***Аннотация.** Исследование применения метода ветвей и границ в решении задач целочисленного линейного программирования, обсуждая его механизмы, преимущества и ограничения, а также показывая его значимость в оптимизации различных областей, несмотря на вычислительные сложности.*

***Ключевые слова:** метод ветвей и границ, целочисленное линейное программирование, оптимизация, ресурсы, сети, планирование, преимущества, ограничения, вычислительные сложности.*

В области задач оптимизации целочисленное линейное программирование выступает в качестве ключевой модели с разнообразными реальными приложениями, начиная от логистики и распределения ресурсов и заканчивая планированием и составлением графиков производства. Однако эффективное решение задач целочисленного линейного программирования остается сложной задачей из-за их комбинаторного характера, когда переменные должны принимать целочисленные значения. Среди арсенала методов, разработанных для решения задач целочисленного линейного программирования, метод ветвей и границ выделяется как мощный инструмент, способный перемещаться по большим пространствам решений для поиска оптимальных целочисленных решений. В статье рассматривается применение метода ветвей и границ при решении задач целочисленного линейного программирования, выясняются его механизмы, сильные стороны и ограничения.

Целочисленное линейное программирование предполагает оптимизацию линейной целевой функции с учетом ограничений линейного равенства и неравенства с дополнительным условием, что переменные решения должны принимать целочисленные значения. Это требование дискретности значительно усложняет процесс оптимизации, поскольку ограничивает решения дискретным набором, а не непрерывным, что

делает традиционные методы линейного программирования нестандартными.

Метод ветвей и границ — это систематический подход к решению задач целочисленного линейного программирования путем обхода допустимого пространства решений и сокращения ветвей, которые не могут привести к лучшим решениям, чем уже найденные. Алгоритм работает путем итеративного разделения пространства решений на более мелкие подмножества или ветви и ограничения целевой функции внутри этих подмножеств. Ключевые этапы метода ветвей и границ включают в себя:

1) Инициализация - первоначальное смягчение проблемы целочисленного линейного программирования, путем ослабления целочисленных ограничений, для того чтобы получить ослабление линейного программирования.

2) Ветвление - определение дробных значений переменных в решении линейного программирования. Для этого следует перейти к одной из этих переменных, создавая подзадачи с измененными ограничениями, которые обеспечивают целочисленные значения выбранной переменной.

3) Ограничение - решение линейного программирования каждой подзадачи, для получения верхней границы. Обновление нижней границы, используя лучшее целочисленное решение, найденное на данный момент.

4) Обрезка - сокращение ветвей, которые не могут привести к лучшим решениям, чем текущее лучшее решение. Это делается путем сравнения верхней границы ветки с текущим лучшим целочисленным решением. Если верхняя граница меньше или равна текущему лучшему решению, ветвь обрезается.

5) Завершение - циклический процесс предыдущих действий, до того момента, пока не будет найдено оптимальное целочисленное решение или не будет получено лучшее решение.

Метод ветвей и границ находит применение в различных областях, где возникают проблемы целочисленного линейного программирования. Некоторые известные приложения включают в себя:

1) Оптимизация распределения ресурсов в производственных процессах или сценариях управления проектами, где ресурсы необходимо распределять в целочисленных количествах.

2) Проектирование коммуникационных или транспортных сетей с целочисленными ограничениями, такими как количество узлов или ребер.

3) Решение задач планирования, когда задачи необходимо назначать ресурсам с учетом целочисленных ограничений, таких как временные интервалы или персонал.

4) Определение оптимальных мест для таких объектов, как склады или распределительные центры, с учетом целочисленных ограничений на мощности или количества.

Метод ветвей и границ предлагает ряд преимуществ: гарантирует нахождение оптимального решения проблем при наличии достаточных вычислительных ресурсов, может обрабатывать различные типы ограничений, включая целочисленные, двоичные и общие линейные ограничения, подходит как для небольших, так и для крупномасштабных решений задач целочисленного линейного программирования в различных областях.

Однако эффективность метода ветвей и границ во многом зависит от структуры и размера задачи. В частности, он может бороться с очень сложными проблемами с большими пространствами решений из-за быстрого роста числа подзадач.

Метод ветвей и границ является наиболее эффективным в области целочисленного линейного программирования, предлагая системный подход к навигации по сложным пространствам решений, присущим задачам целочисленного линейного программирования. Несмотря на свои вычислительные требования, метод ветвей и границ остается популярным методом решения проблем целочисленного линейного программирования в различных областях, позволяя организациям эффективно оптимизировать распределение ресурсов, проектирование сети, планирование и расположение объектов. Поскольку вычислительные возможности продолжают развиваться, метод ветвей и границ продолжает оставаться жизненно важным инструментом в поиске оптимальных решений сложных задач оптимизации.

Список источников

1. Буздалов М., & Петухов В. Алгоритмы и структуры данных. Лань, 2016.
2. Гурвич В. Методы оптимизации. БХВ-Петербург, 2014.
3. Иванов С. Основы линейного программирования. Москва, 2017.
4. Корнеев В. Линейное программирование. БХВ-Петербург, 2012.
5. Карпов Е. Оптимизация. Питер, 2018.

Тараткин К.Д.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ПО СОДЕЙСТВИЮ ТРУДОУСТРОЙСТВУ СТУДЕНТОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается эффективность разработки модуля АИС «Содействие трудоустройству студентов» для отделов содействия трудоустройству студентов-выпускников в ВУЗах. Рассчитаны трудоемкость, длительность и срок окупаемости проекта, приведен анализ количественных факторов воздействия модуля АИС.*

***Ключевые слова:** автоматизированная информационная система, трудоемкость, трудоустройство, эффективность*

Центры по содействию трудоустройства в учебных заведениях не востребованы и не оказывают должной помощи выпускникам, так как поиск работы через них занимает продолжительное время и требует непосредственного вмешательства сотрудников отдела, а также не всегда обеспечивает необходимый результат

Целью исследования является оценка эффективности разработки модуля АИС «Содействие трудоустройству студентов», а также анализ полученных результатов.

В соответствии с данной целью были сформулированы следующие задачи:

1. определить трудоемкость разработки модуля АИС «Содействие трудоустройству студентов»;
2. рассчитать срок окупаемости данного модуля АИС «Содействие трудоустройству студентов»;
3. анализ количественных факторов воздействия модуля АИС на бизнес-процессы центры содействия трудоустройству студентов-выпускников в ВУЗах.

Оценка трудозатрат и средней численности разработчиков осуществляется на основе соглашения между разработчиком и заказчиком производительности труда программиста. Принимая норматив трудоем-

кости разработки программ $P = 220$ строк/чел.-месяц определяются трудозатраты на разработку программной системы:

$$T = R / P,$$

где T - трудозатраты на разработку программной системы, чел.- месяцев;

R - размерность системы (количество строк кода);

P - норматив трудоемкости разработки программной системы, строк/чел.-месяц.

Согласно подсчетам, размерность системы составит 1131 строк кода.

Трудоемкость равна:

$$T = 1131 / 220 = 5,14 \text{ человеко-месяцев.}$$

Общие затраты на разработку модуля АИС «Содействие трудоустройству студентов» составили 101 186,02 руб.

Экономическую эффективность проекта можно оценить путем сравнения трудозатрат и стоимостных показателей до и после внедрения АИС.

Рассчитаем повышение производительности труда сотрудника отдела трудоустройства, после внедрения АИС:

$$\Delta T = T_0 - T_1,$$

где T_0 - затраты времени на обработку информации до внедрения ИС;

T_1 - затраты времени на обработку информации после внедрения ИС.

Экономия рабочего времени от внедрения системы составит в день:

$$\Delta T = 190 - 50 = 140 \text{ минут.}$$

В год данное время составит $140 * 247$ (кол. рабочих дней) = 34 580 мин. или 576,33 ч.

Рассчитаем экономию эксплуатационных затрат:

$$\Delta C = C_0 - C_1,$$

где C_0 - стоимостные затраты на обработку информации до внедрения ИС;

C_1 - стоимостные затраты на обработку информации после внедрения ИС.

В нашем случае в стоимостные затраты входит расчет с работником отдела по содействию трудоустройству студентов и расход электроэнергии, в ходе работы за год:

$$C = C_{зп} * T,$$

где $C_{зп}$ - зарплата персонала;

T - затраты времени сотрудником отдела на заменяемые системой задачи.

В среднем заработная плата работника отдела «Трудоустройство» в ВУЗе составляет 30 тыс. руб., в час это 170,45 руб.

Из этого следует, что стоимостная экономия составит в год составит:

$$\Delta C = 133\,320,877 - 35\,084,292 = 98\,236,585 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$T_{OK} = K / \Delta C,$$

где К – сумма вложенных средств;

ΔC – сумма полученной экономии.

Срок окупаемости для ВУЗа:

$$T_{OK} = 101\,186,02 / 98\,236,585 = 1,03 \text{ года или } 12,36 \text{ месяцев.}$$

Срок окупаемости в 12,55 месяцев говорит о целесообразности разработки и внедрения системы, т.к. находится в пределах трех лет, что означает высокую эффективность внедрения проектируемой АИС.

Использование информационной системы для отдела по содействию трудоустройства в ВУЗах повысит скорость принятия решений, обеспечит экономию временных, человеческих и материальных ресурсов.

Список источников

1. Григорьева Т.И. Финансовый анализ для менеджеров: оценка, прогноз [Текст]: учебник для бакалавриата и магистратуры / Т.И. Григорьева; НИУ "Высшая школа экономики". - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2015.
2. Илышева Н.Н. Анализ финансовой отчетности. [Электронный ресурс]. Н.Н. Илышева, С.И. Крылов. — Электрон. дан. — М.: Финансы и статистика, 2015. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65905>
3. Коваленко В.В. Проектирование информационных систем: Учебное пособие / В.В. Коваленко. — М.: Форум, 2015. — 976 с.
4. Проблема содействия трудоустройству выпускников. Информационно-аналитический журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://akvobr.ru/problema_sodeistvia_trudoustroistvu_vypusknikov.html. — 10.04.2010
5. Трудоустройство выпускников [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.url: https://cyberleninka.ru/article/n/trudoustroystvo-vypusknikov-vyshshih-uchebnyh-zavedeniy-analiticheskiy-obzor-statisticheskikh-dannyh-i-materialov-issledovaniy/viewer/](http://www.url:https://cyberleninka.ru/article/n/trudoustroystvo-vypusknikov-vyshshih-uchebnyh-zavedeniy-analiticheskiy-obzor-statisticheskikh-dannyh-i-materialov-issledovaniy/viewer/). — 17.06.2020

Туманов И.Д.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ В ЛОГИСТИКЕ И ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. *Статья рассматривает многомерную задачу о рюкзаке как ключевой кейс в оптимизации ресурсов. Обсуждаются основные аспекты решения, включая выбор алгоритмов, учет многомерности и применение в различных областях. Подчеркивается важность эффективного решения и необходимость дальнейших исследований.*

Ключевые слова: *многомерная задача о рюкзаке, оптимизация ресурсов, алгоритмы решения, учет многомерности, применение в различных областях, эффективное решение.*

Задача о ранце в многомерном пространстве представляет собой классическую комбинаторную оптимизацию, нашедшую применение в разнообразных областях, включая логистику и транспорт. Ее суть заключается в нахождении оптимального набора предметов, учитывая ограничения на вместимость. В контексте логистики и транспорта эта задача становится более сложной из-за большого количества переменных, таких как вес, объем, стоимость и другие характеристики каждого груза, а также ограничений, связанных с логистическими процессами и требованиями клиентов. Для эффективного решения задачи о ранце в многомерном пространстве логистики и транспорта необходимо применять математические модели, алгоритмы оптимизации и методы анализа данных. Одним из основных методов моделирования является математическое программирование, представленное несколькими подходами, включая целочисленное программирование, динамическое программирование и эвристические методы. Целочисленное программирование является одним из широко используемых методов решения задачи о ранце в логистике и транспорте. Здесь каждый предмет представляется как целочисленная переменная, принимающая значения 0 или 1, где 1 обозначает включение предмета в рюкзак, а 0 - исключение. Задача состоит в выборе комбинации предметов, максимизирующей целевую функцию (например, общую стоимость груза), с учетом ограничений на

вместимость рюкзака (например, максимальный вес или объем). Динамическое программирование представляет собой еще один метод решения задачи о ранце в многомерном пространстве. Здесь принятие решений базируется на разбиении задачи на более мелкие подзадачи и последующем объединении их решений. Данный метод особенно полезен при большом количестве предметов и ограничений, позволяя эффективно решать задачу даже при высокой вычислительной сложности. Помимо формальных методов оптимизации, таких как целочисленное программирование и динамическое программирование, в логистике и транспорте широко используются эвристические методы. Эвристики представляют собой приближенные алгоритмы, позволяющие быстро находить решения, приближенные к оптимальным. К ним относятся жадные алгоритмы, методы имитации отжига и генетические алгоритмы.

Решение задачи о ранце в многомерном пространстве логистики и транспорта имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при выборе метода оптимизации:

1. Многомерность. В отличие от классической задачи о ранце, в логистике и транспорте необходимо учитывать не только вес и объем грузов, но и другие характеристики, такие как стоимость, сроки доставки и требования клиентов. Это увеличивает размерность задачи и усложняет ее решение.

2. Ограничения. В реальных логистических ситуациях существуют различные ограничения, такие как максимальный вес или объем грузов, требования к срокам доставки и специфические запросы клиентов. Учет этих ограничений является ключевым аспектом при решении задачи о ранце в логистике и транспорте.

3. Динамичность. Логистические задачи часто динамичны и изменяются со временем из-за различных факторов, таких как изменения в спросе, условия доставки или наличие новых грузов. Это требует использования алгоритмов, способных быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и находить оптимальные решения в реальном времени.

Задача о ранце в многомерном пространстве имеет широкое применение в практике логистики и транспорта. Она может использоваться для оптимизации загрузки грузовиков и контейнеров, планирования маршрутов доставки, управления запасами на складах и других логистических процессов. Решение этой задачи позволяет компаниям сокращать расходы на транспортировку, улучшать обслуживание клиентов и повышать эффективность логистических операций.

Задача о ранце в многомерном пространстве представляет собой важный инструмент оптимизации в логистике и транспорте. Решение

этой задачи позволяет компаниям эффективно управлять грузоперевозками, учитывая различные ограничения и требования. Для достижения оптимальных результатов необходимо использовать современные методы математического программирования, алгоритмы оптимизации и методы анализа данных, а также учитывать специфические особенности логистических задач.

Список источников

1. Буздалов М.Ю., & Краснов В.П. (2013). Алгоритмы. Методы современной информатики. Фрагменты. Москва: Бином.
2. Шарыгин И.А. (2015). Алгоритмы и программы. Решение задач. СПб.: БХВ-Петербург.
3. Корнеев В.В. (2018). Математические модели в экономике: Оптимизация. Москва: КноРус.
4. Полищук И.В., & Колмаков Е.В. (2017). Математическое программирование в задачах и примерах. Москва: Эксмо.
5. Лисовенко Л.А., & Пименов В. Н. (2016). Моделирование и анализ бизнес-процессов. Учебник. СПб.: Питер.

УДК 334.021:519.7

Фадеева М.А.

Научный руководитель: Бородин А.В.

Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИ ФИНАНСИРОВАНИЯ НАУКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

***Аннотация.** Разработана предварительная онтология процесса финансирования науки в системе высшего образования Российской Федерации. Показана возможность перехода от онтологической модели к непрерывным и дискретно-событийным динамическим моделям процесса. Полученные результаты могут быть использованы при решении задач повышения эффективности процессов финансирования науки.*

***Ключевые слова:** дискретно-событийное моделирование, МультиМИР, обратная связь, онтология, системно-динамическое моделирование, эффективность, IDEF5, POWERSIM*

Достижение технологического суверенитета невозможно без грамотного распределения ресурсов, в том числе финансовых ресурсов в сферы исследований и разработок [3]. В настоящей работе выявлены как отрицательные, так и положительные обратные связи, возникающие в процессах финансирования науки. Системы с набором таких связей могут демонстрировать неустойчивое поведение, сильную зависимость от параметров. На наш взгляд именно эти характеристики процессов финансирования науки делают данную работу актуальной.

В основу исследования положен метод онтологического анализа IDEF5 [1]. Была разработана предварительная онтология предметной области, включающая сущности формирующие отрицательные аспекты процесса (рис. 1) и сущности, формирующие положительную обратную связь (рис. 2). В качестве параметров модели можно рассматривать модель финансирования (дискретная характеристика: «через фонд заработной платы (ФЗП)», «через институт грантов» и «в рамках хозяйственной деятельности»), а также объем финансирования, проявляющийся через показатель «ущерб».

Важно, что показатель «ущерб», формируемый угрозой нецелевого использования средств, не обязательно является принципиально негативным, он может отражать стремление исследователя к расширению предметной области. И здесь возможно привлечение идей реляционной теории риска [6].

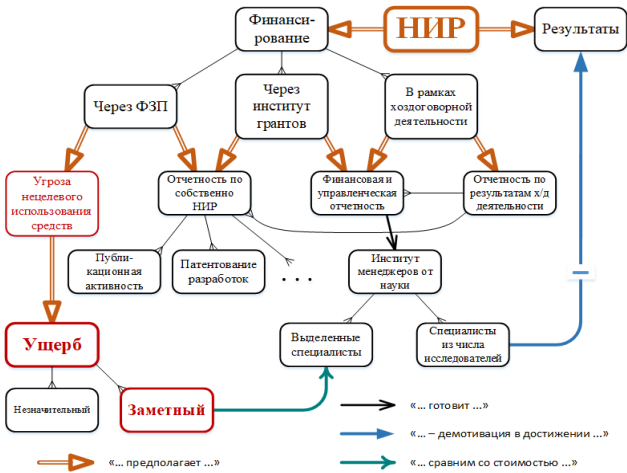


Рис. 1. Предварительная онтология предметной области (отрицательные аспекты)



Рис. 2. Предварительная онтология предметной области (положительные аспекты)

В работе [1] предложен способ трансляции онтологий в дискретно-событийные модели в нотации сетей Петри. Позже автором этой работы был разработан программный продукт моделирования динамики классических сетей Петри со скалярной характеристикой переходов [2], способный, в том числе, и на исследование моделей предметной области финансирования науки. Аналогично может быть реализована трансляция онтологий в непрерывные системно-динамические модели, типа представленных в справочнике по моделированию в среде пакета POWERSIM [4]. Теоретико-рисковый аспект проблемы способен разрешить пакет прикладных программ «МультиМИР» [5].

Подводя итоги, можно отметить формирование, как теоретической базы исследований в области финансирования науки в учреждениях высшего образования современной России, так и системы практических подходов к численному (и/или качественному) моделированию соответствующих процессов. Представленная в данной работе онтология является предварительной, в ходе дальнейших исследований предполагается ее детализация и развитие.

Список источников

1. Бородин А.В. Онтологические модели в экономике безопасности // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия: Социально-экономическая. 2014. № 2. С. 14-19.
2. Бородин А.В. Программа моделирования динамики классических сетей Петри со скалярной характеристикой переходов, версия 1.3. Сви-

детельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020663297, 26.10.2020. Заявка № 2020662379 от 13.10.2020.

3. Бронникова Е.М., Рудницкая А.П., Багдасарова Д.Г. и др. Финансирование науки в России: региональный аспект // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2023. № 4 (65). С. 29-44.

4. Сидоренко В.Н. Системно-динамическое моделирование в среде POWERSIM: Справочник по интерфейсу и функциям. М.: МАКС-ПРЕСС, 2001. 159 с.

5. Уразаева Т.А. О функциональности пакета прикладных программ «МультиМИР» // Современные проблемы и перспективы социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. Йошкар-Ола, 2014. С. 261-265.

6. 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.

УДК 51.77

Фадеева М.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ЛИТТЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

***Аннотация.** Рассмотрена задача нахождения оптимального пути при перемещении через несколько городов с учетом минимальных затрат.*

***Ключевые слова:** метод ветвей и границ, оптимальное решение, алгоритм Литтла*

В нынешнее время задача снижения логистических затрат на перемещение из точки А в точку Б посредством выбора наиболее выгодного пути перемещения особо актуальна. Большинство людей решают эту задачу интуитивно, за неимением других методов решения данной проблемы. В действительности решение данной проблемы является достаточно сложной задачей, для которой на данный момент существует огромное количество способов реализации.

Одним из оптимальных методов решения является алгоритм Литтла, реализующий метод ветвей и границ для решения задачи коммивояже-

ра. Данный алгоритм был предложен в 1963 году Дж. Литтлом, К. Мурти, Д. Суини и К. Кэролом и до сих пор остается востребованным алгоритмом точного решения задачи нахождения гамильтонового цикла минимальной стоимости в полном взвешенном графе [3].

Отличие применения данного метода от классического решения задачи коммивояжера методом перебора состоит в том, что перебор выбирает одно единственное решение, которое кажется лучшим. В отличие от него, метод ветвей и границ концентрируется на том, чтобы отбрасывать заведомо плохие варианты. Как и перебор, метод ветвей и границ гарантирует нахождение лучшего решения, но при этом он может найти его за приемлемое время [4].

Рассмотрим применение алгоритма Литтла для решения задачи коммивояжера на конкретном примере.

Метод ветвей и границ используется для оптимизации доставки продукции по следующим городам: Йошкар-Ола (1), Чебоксары (2), Казань (3), Киров (4), Нижний Новгород (5).

Расстояние между ними в километрах представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Расстояния между адресами компании

ij	1	2	3	4	5
1	∞	92	151	299	341
2	92	∞	158	392	241
3	151	158	∞	314	440
4	299	392	314	∞	578
5	341	241	440	578	∞

В начале был взят в качестве произвольного маршрута:

$$X_0 = (1,2); (2,3); (3,4); (4,5); (5,1).$$

$$\text{Тогда } F(X_0) = 92 + 158 + 314 + 578 + 341 = 1483$$

Следуя алгоритму, были найдены минимальные элементы строк d_i и столбцов d_j , которые называются константами приведения и получена полностью редуцированная матрица (таблица 2).

Таблица 2 – Редуцированная матрица

ij	1	2	3	4	5
1	∞	0	44	44	100
2	0	∞	51	137	0
3	0	7	∞	0	140
4	0	93	0	∞	130
5	100	0	184	174	∞

Сумма констант приведения определяет нижнюю границу H :

$$H = 92+92+151+299+241+0+0+15+163+149 = 1202$$

Далее производится выбор некоторого ребра графа, при котором все возможные варианты маршрута делятся на две группы: те, которые включают выбранное ребро, и те, в которых оно отсутствует. Для обеих групп создается отдельная матрица расстояний. Эти матрицы подвергаются аналогичному преобразованию с выбором ребра. Строящееся при этом дерево решений получается двоичным [1].

После включения ребра (2,5) и сокращения матрицы, она будет иметь вид (таблица 3):

Таблица 3 – Сокращенная матрица после включения ребра (2,5)

ij	1	2	3	4	d_i
1	∞	0	44	44	0
3	0	7	∞	0	0
4	0	93	0	∞	0
5	100	∞	184	174	100
d_j	0	0	0	0	100

Сумма констант приведения сокращенной матрицы:

$$\sum d_i + \sum d_j = 100$$

Нижняя граница подмножества (2,5) равна:

$$H(2,5) = 1202 + 100 = 1302 \leq 1302$$

Поскольку нижние границы подмножества (2,5) и подмножества (2*,5*) равны, то ребро (2,5) включаем в маршрут с новой границей $H=1302$.

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(5,1) = 1302 + 0 = 1302 \leq 1376$$

Чтобы исключить подциклы, запретим переход (1,2). Ребро (5,1) включаем в маршрут с новой границей $H=1302$.

$$\sum d_i + \sum d_j = 102$$

$$H(4,3) = 1302 + 102 = 1404 \leq 1490$$

Ребро (4,3) включаем в маршрут с новой границей $H=1404$.

В соответствии с этой матрицей включаем в гамильтонов маршрут ребра (1,4) и (3,2).

В результате по дереву ветвлений гамильтонов цикл образуют ребра:

$$X1 = (2,5), (5,1), (1,4), (4,3), (3,2).$$

Длина маршрута равна $F(X1) = 1353$

Таким образом, в данной статье показан способ решения задачи коммивояжера с использованием алгоритма Литтла, который доказал эффективность своего применения при сравнительно небольшом коли-

честве данных. При решении конкретной проблемы доставки товаров в примере используются определенные адреса, расстояние между которыми точно известно.

Список источников

1. Гудман С., Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. – М.: Мир, 1981. – 368 с.
2. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. – 2-е изд. б испр и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.
3. Литтл Дж., Мурти К., Суини Д., Кэрл К. Алгоритм задачи коммивояжера // Operat. Res., 11 (1963), p. 972–989.
4. Решение задачи коммивояжера алгоритмом Литтла с визуализацией на плоскости // habr : сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/332208/> (дата обращения: 24.03.2024)

УДК 004.421

Чесноков Д.В.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЖАДНЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ

***Аннотация.** В статье исследуется применение жадного алгоритма для составления расписаний. Анализируются принципы, этапы создания алгоритма, критерии оптимальности и примеры применения. Выявлены основные недостатки жадного алгоритма. В результате исследования выявляются рекомендации по эффективному использованию жадного алгоритма для оптимизации процесса составления расписаний.*

***Ключевые слова:** жадный алгоритм, оптимизация, составление расписаний*

Составление расписания для сотрудников является важным аспектом управления временем и ресурсами на предприятии или в организации. Расписание предоставляет сотрудникам четкие инструкции о том, какие задачи они должны выполнить в определенный срок и позволяет равномерно распределить обязанности между сотрудниками, предот-

вращая перегрузку или недостаточную нагрузку одного или нескольких сотрудников. Оптимизированное расписание способствует улучшению управления проектами в компании и помогает сотрудникам планировать свою работу более эффективно.

Цель работы – исследовать принципы и особенности жадного алгоритма для оптимизации составления расписаний.

Жадный алгоритм является одним из методов оптимизации, который применяется для решения задач планирования и распределения ресурсов. Он основан на жадном выборе наиболее оптимального решения на каждом шаге с целью получения наилучшего возможного результата [1]. В контексте составления расписаний жадный алгоритм позволяет оптимизировать процесс и сократить затраты времени и ресурсов.

Жадный алгоритм для составления расписаний основан на идее выбора на каждом шаге наиболее оптимального варианта из доступных в данный момент. Это позволяет максимизировать производительность и эффективность распределения задач.

Для создания жадного алгоритма необходимо пройти следующие этапы [2]:

- 1) Определить максимально эффективную подструктуру задачи.
- 2) Разработать рекурсивное решение на основе определенной подструктуры задачи.
- 3) Доказать, что на каждом из возникающих этапов выбора один из наиболее эффективных выборов является жадным. Следствием этого является, что каждый выбор может быть жадным.
- 4) Показать, что все возникающие в результате жадного выбора подзадачи, кроме одной, — пустые.
- 5) Разработать рекурсивный алгоритм, который будет реализовывать жадную стратегию.
- 6) Преобразовать алгоритм в итеративный из рекурсивного.

Для применения жадного алгоритма необходимо определить критерий оптимальности, на основе которого будет приниматься решение на каждом шаге [3]. Одним из примеров применения алгоритма для составления расписаний является задача о распределении ресурсов по времени. Например, если у нас есть несколько задач, каждая из которых требует определенного времени и ресурсов, жадный алгоритм позволяет выбрать такой вариант распределения, который минимизирует общее время выполнения задач и обеспечивает оптимальное использование ресурсов. Такой подход позволяет минимизировать затраты времени на выполнение задач и повысить производительность ресурсов.

Недостатки жадного алгоритма для составления расписаний:

1) Склонность к принятию решений, которые могут не привести к оптимальному глобальному решению. Жадный алгоритм оптимизирует только текущий шаг, не учитывая возможные последствия на будущие шаги.

Предположим, у нас есть набор задач, которые нужно распределить между сотрудниками. Жадный алгоритм будет выбирать сотрудника с наименьшей нагрузкой на текущем шаге для выполнения следующей задачи. Однако, это может привести к ситуации, когда на последующих шагах потребуется ресурсы более опытного или квалифицированного сотрудника для выполнения более сложных задач. В этом случае, если на первых шагах жадный алгоритм выбрал менее опытных сотрудников для выполнения задач, это может привести к общему ухудшению качества и производительности работы.

2) Результат работы жадного алгоритма сильно зависит от выбора критерия оптимальности на каждом шаге. Неправильный выбор критерия может привести к неэффективному распределению задач и ресурсов. Например, если на каждом шаге критерием оптимальности является минимизация времени ожидания пациентов, алгоритм может назначать слишком много задач одной медсестре, что может привести к перегрузке, усталости и возможным ошибкам в обслуживании пациентов.

Жадный алгоритм для составления расписаний является мощным инструментом оптимизации процесса планирования и управления ресурсами. Его достоинства включают простоту реализации, быстрые вычисления, локальную оптимальность и применимость к широкому спектру задач. Однако следует помнить и о недостатках жадного алгоритма, таких как неоптимальность глобального решения, жадность выбора, зависимость от правила выбора и невозможность отмены действий.

Для достижения наилучших результатов при использовании жадного алгоритма для составления расписаний необходимо тщательно выбирать критерий оптимальности, проводить анализ задачи и учитывать все возможные варианты развития событий. Только при правильном применении и учете особенностей задачи жадный алгоритм может стать эффективным инструментом в оптимизации процесса составления расписаний.

Список источников

1. Ирина Песцова. Жадные алгоритмы // Образовательный портал «Справочник». 2021. URL : https://spravochnik.ru/informatika/zhadnye_algoritmy/ (дата обращения: 05.04.2024).

2. Маркелов М.М. Метод автоматизированного составления расписания с использованием жадного алгоритма // EESJ. 2022. №1-1 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtomatizirovannogo-sostavleniya-raspisaniya-s-ispolzovaniem-zhadnogo-algoritma> (дата обращения: 05.04.2024).

3. Костенко В.А. Алгоритмы комбинаторной оптимизации, сочетающие жадные стратегии и ограниченный перебор // Известия РАН. Теория и системы управления. 2017. №2. С. 48-56.

УДК 519.876

Шамиданова Е.Д.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАРКОВСКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

***Аннотация.** Марковские модели представляют собой мощный математический инструмент, который широко применяется в области принятия решений в условиях неопределенности и нечеткости. В данной статье мы рассмотрим основные принципы и применения марковских моделей в различных областях, таких как управление проектами, экономика и другие. Будут рассмотрены работы выдающихся ученых, таких как Романенко А.Н., Широков И.Н., Баскаков В.С. и Пугачев А.В., которые внесли значительный вклад в развитие теории и практического применения марковских моделей.*

***Ключевые слова:** марсаковские модели, принятие решений, неопределенность, нечеткость, управление проектами, экономика*

Марковские модели представляют собой математический инструмент, который позволяет анализировать и оптимизировать процесс принятия решений в условиях неопределенности и нечеткости. В данной статье мы рассмотрим основные принципы и области применения марковских моделей, опираясь на работы ведущих ученых в этой области, таких как Романенко А.Н., Широков И.Н., Баскаков В.С. и Пугачев А.В..

Марковские модели основаны на марковских процессах, которые описывают последовательность случайных переходов между состояниями системы. В марковских моделях принятия решений используются

два основных понятия: состояние системы и переходы между состояниями. Состояние системы характеризуется набором параметров, которые влияют на процесс принятия решений. Переходы между состояниями представляют собой вероятностные переходы, которые определяют вероятность перехода системы из одного состояния в другое.

Марковские модели применяются в различных областях, таких как управление проектами, экономика и другие. В управлении проектами марковские модели используются для оптимизации процессов управления проектами, анализа рисков и определения оптимальных стратегий управления проектами. В экономике марковские модели применяются для анализа экономических процессов, прогнозирования и оптимизации экономических решений.

В области марковских моделей значительный вклад внесли ученые Романенко А.Н., Широков И.Н., Баскаков В.С. и Пугачев А.В.. Романенко А.Н. разработал теорию марковских моделей принятия решений в условиях нечеткости и неопределенности, которая позволяет анализировать и оптимизировать процесс принятия решений в условиях неопределенности и нечеткости. Широков И.Н. исследовал применение марковских процессов в принятии решений и разработал методы их оптимизации. Баскаков В.С. исследовал применение марковских моделей в управлении проектами и разработал методы их оптимизации. Пугачев А. В. исследовал применение марковских моделей в экономике и разработал методы их оптимизации.

В данной статье мы рассмотрели основные принципы и области применения марковских моделей, опираясь на работы ведущих ученых в этой области, таких как Романенко А.Н., Широков И.Н., Баскаков В.С. и Пугачев А.В. Марковские модели представляют собой мощный математический инструмент, который позволяет анализировать и оптимизировать процесс принятия решений в условиях неопределенности и нечеткости.

Список источников

1. Романенко А.Н. Марковские модели принятия решений в условиях нечеткости и неопределенности. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015.
2. Широков И.Н. Марковские процессы и их приложения в принятии решений. – СПб.: Питер, 2017.
3. Баскаков В.С. Марковские модели принятия решений в управлении проектами. – М.: Горький университет, 2018.
4. Пугачев А.В. Применение марковских моделей в экономике. – Киев: НПУ, 2016.

Шемчук Г.Д.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В ПРОГРАММИРОВАНИИ: МЕТОД БЛИЖАЙШЕГО СОСЕДА И МЕТОД ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

***Аннотация.** Исследование эвристических алгоритмов, таких как метод ближайшего соседа и метод ветвей и границ, применяемых в программировании для решения различных задач поиска данных. Вопросы Оценки решений, осуществляемых с помощью правила сравнения пути, пройденного на последних и начальных этапах алгоритма.*

***Ключевые слова:** эвристические алгоритмы, метод ближайшего соседа, метод ветвей и границ, программирование, оптимизация, дискретная оптимизация, комбинаторная оптимизация, алгоритм, поиск оптимального решения.*

Эвристические алгоритмы — это мощные инструменты в программировании, которые помогают находить оптимальные решения сложных задач. В данной статье мы рассмотрим два популярных эвристических алгоритма: метод ближайшего соседа и метод ветвей и границ. Эти алгоритмы основаны на принципах поиска оптимальных решений и широко используются в различных областях программирования. В статье рассматриваются данные два метода, выясняются их механизмы, некоторые характеристики и ограничения.

Эвристические алгоритмы — это алгоритмы решения задач, которые не являются гарантированно точными или оптимальными, но достаточны для решения поставленных задач. Они позволяют ускорить процесс решения в тех случаях, когда точное решение не может быть найдено. Эвристические алгоритмы широко применяются в искусственном интеллекте, антивирусных программах, компьютерных играх и других областях.

Эвристический алгоритм метода ближайшего соседа основан на сравнении новых элементов с уже существующими данными. Он работает следующим образом:

1) При появлении новой записи для прогнозирования находятся отклонения между этой записью и подобными наборами данных.

2) Определяется ближайший сосед — элемент с наименьшим отклонением.

3) На основе найденного соседа принимается решение о принадлежности новой записи к определённому классу.

Преимущества эвристического алгоритма метода ближайшего соседа: простота использования полученных результатов, решения не уникальны для конкретной ситуации, их можно использовать для других случаев, целью поиска является не гарантированно верное решение, а лучшее из возможных. В качестве недостатков же можно выделить: метод не создаёт моделей или правил, обобщающих предыдущий опыт, выбор меры «близости» (метрики) влияет на результаты классификации, высокая зависимость результатов классификации от выбранной метрики, при использовании метода возникает необходимость полного перебора обучающей выборки, что приводит к вычислительной трудоёмкости.

Эвристический алгоритм метода ветвей и границ — это общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. Метод основан на развитии метода полного перебора и использует отсеивание подмножеств допустимых решений, чтобы исключить заведомо неоптимальные варианты.

Алгоритм включает две основные процедуры: ветвление и нахождение оценок (границ). Ветвление разбивает множество допустимых значений переменной на подобласти (подмножества) меньших размеров, которые можно рекурсивно обрабатывать. Полученные подобласти образуют дерево, называемое деревом поиска или деревом ветвей и границ.

Процедура нахождения оценок заключается в поиске верхних и нижних границ для решения задачи на подобласти допустимых значений переменной. Основная идея метода заключается в том, что если нижняя граница значений функции на подобласти A дерева поиска больше, чем верхняя граница на какой-либо ранее рассмотренной подобласти B, то A может быть исключена из дальнейшего рассмотрения (правило отсева).

Метод ветвей и границ используется для решения некоторых NP-полных задач, включая задачу коммивояжёра и задачу о ранце.

Преимущества эвристического алгоритма метода ветвей и границ: подходит для решения различных типов задач, включая частично целочисленные, позволяет находить оптимальные решения за разумное время, допускает использование различных стратегий ветвления и оценки,

легко программируется и может быть интегрирован с другими методами оптимизации. В качестве недостатков можно выделить: выбор стратегии ветвления и оценки может зависеть от опыта и предпочтений разработчика, полученное решение может быть не самым лучшим, а лишь близким к оптимальному, метод ветвей и границ может быть неэффективен для задач с большим количеством переменных и ограничений.

Таким образом, можно отметить, что эвристические алгоритмы играют важную роль в решении сложных задач программирования. Они позволяют находить приближённые решения, основываясь на правдоподобных рассуждениях и опыте. Оба рассмотренных алгоритма имеют свои преимущества и недостатки. Метод ближайшего соседа может давать неоптимальные результаты, но он прост в реализации и эффективен на реальных данных. Метод ветвей и границ обеспечивает более точное решение, но его производительность зависит от функции оценки, которая подбирается эвристически. В целом, эвристические алгоритмы являются мощным инструментом для решения сложных задач программирования. Они помогают разработчикам находить приближённые решения, которые могут быть достаточными для практических целей.

Список источников

1. Вишняков П.О. Планирование маршрутов с использованием модифицированного метода «ближайшего соседа». Математические методы в технике и технологиях — ММТТ. 2014. № 6 (65).
2. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Р., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ. 2 изд. М.: Вильямс, 2012.
3. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. 2011. № 55.
4. Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетический алгоритм определения пути коммивояжера. Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2006. № 1.
5. Костюк Ю.Л. Эффективная реализация алгоритма решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ. Прикладная дискретная математика. Вычислительные методы в дискретной математике, 2010. № 2 (20).

Щербаков И.А.

Научный руководитель: Уразаева Т.А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

Аннотация. Рассмотрена и проиллюстрирована примером из транспортной логистики система методов многомерной условной оптимизации ExC. Предложен альтернативный метод принятия решений на множестве вариантов по множеству показателей, объединяющий возможности всех моделей ExC.

Ключевые слова: логистика, многомерная условная оптимизация, система моделей ExC, задача выбора, альтернатива, критерий наибольшего результата

Практика подтверждает, что методы МЭС (многокритериального экспертного согласования) оказываются эффективными в различных областях деятельности фирмы, будь то выявление потребительских предпочтений, выбор поставщиков, материалов, каналов сбыта, ценовой стратегии, инвестиционных проектов, финансовых решений и других аспектов внутрифирменного управления. Эти методы способны успешно применяться в различных областях, где необходимо обоснованно выбирать оптимальные варианты.

Система МЭС представляет собой набор моделей, которые помогают принимать решения о выборе среди множества вариантов по различным критериям. Входные данные для МЭС представляются в виде матрицы, где каждый элемент - это оценка качества определенного аспекта выбираемых объектов, выставленная экспертами.

Балльные оценки обычно представляются в диапазоне от 0 до 10, где 10 означает высший уровень качества, а 0 - самый низкий. Начальный уровень оценки (несоответствие) часто считается гипотетическим. В практике часто начинают с оценки 1 и выше.

Таблица 1

Авиакомпания	Цена (W1)	Безопасность (W2)	Грузоподъемность (W3)	Избирательность к виду груза (W4)	Качество обслуживания (W5)	Дополнительные услуги (W6)
A1	9	6	8	8	5	7
A2	6	6	7	9	8	7
A3	5	6	5	6	8	5
A4	6	6	5	6	8	8
A5	8	7	7	9	8	8
A6	6	6	7	6	9	6
Эталон	8	7	8	9	8	7

В зависимости от поставленной задачи применяется определенная модель МЭС. Например, можно использовать МЭС для сравнения услуг различных авиакомпаний по различным потребительским характеристикам, оцененным экспертами по шкале баллов (таблица 1).

В качестве эталона, как правило, выбирается компания – лидер рынка перевозок.

1. Модель доминирования. Эта модель предполагает выбор наиболее значимого по мнению принимающего решение показателя. Например, если W1 (цена) считается самым важным, то решением будет альтернатива A1, обладающая наивысшей оценкой по данному показателю.

2. Модель ограничений. В этой модели принимающий решение накладывает ограничения на значения каждого показателя. Решением являются варианты, которые удовлетворяют всем условиям ограничений. Например, если требуется, чтобы W_i было не менее 6, то вариантами, удовлетворяющими условию, будут авиакомпании A2, A5 и A6.

3. Разделительная модель. Аналогично предыдущей модели, но с учетом исключения несущественных показателей. Если ЛПР считает, что W3 и W6 несущественны, то решением будут авиакомпании A2, A4, A5 и A6.

4. Лексикографическая модель. При данной модели показатели ранжируются по важности. Решением является вариант с наивысшей оценкой по самому важному показателю. Если у двух и более вариантов оценки равны, сравниваются вторые по важности показатели и так далее. В данном примере решением является авиакомпания A1.

5. Метод последовательных уступок. Этот метод также основан на ранжировании показателей по важности. Выбирается вариант с наивысшей оценкой по наиболее важному показателю. Если решение не удовлетворяет ЛПР, требования к этому показателю снижаются, и так продолжается далее. В данном примере решением является авиакомпания A5.

6. Метод прямой комплексной оценки. Этот метод предполагает выбор варианта с минимальной суммой отклонений от максимального значения каждого показателя. Решением будет авиакомпания А5.

7. Модель соответствия эталону. Для данной модели критерием принятия решения является минимальное расстояние между исследуемыми и эталонными вариантами в факторном пространстве. Решением в данном случае также является авиакомпания А5.

Интегрированное применение системы МЭС связано с выбором варианта, которые наиболее часто выделяется как решение с использованием различных моделей. В данном примере это авиакомпания А5.

Системы МЭС активно используются при решении задач выбора товаров, поставщиков, покупателей, цен, условий оплаты, инвестиций, кредитов и др. Они отличаются простотой расчетов и удобством использования на ПК. Все большее признание получает вычислительная процедура, построенная на алгоритме:

Выбор и ранжирование системы показателей по важности в соответствии с предпочтениями ЛПР.

- Определить весовые коэффициенты каждого показателя и нормировать полученные результаты их суммой.
- Отобрать альтернативы для сравнения и проранжировать их по предпочтительности по каждому показателю в соответствии с приоритетами ЛПР.
- Определить весовые коэффициенты сравниваемых вариантов по каждому показателю и нормировать полученные результаты их суммой.
- Рассчитать значения обобщенного показателя как значения аддитивно мультипликативной свертки для каждого варианта.
- По критерию наибольшего результата принять решение о выборе варианта.
- Применение данного метода в рассмотренном примере также привело к решению А5.
- Как следует из изложенного, этот метод объединяет возможности рассмотренных вычислительных процедур и позволяет решать реальные задачи выбора без ограничений на число альтернатив, количество и вид используемых показателей.

Список источников

1. Быстров О.Ф. Инвестиционные рейтинги сложных экономических систем: теория, технология расчета, практика. - М.: Изд-во МГОУ, 2007.
2. Малых В.В. Современные методы практического маркетинга. Стратегии, прикладные методы, тренинги и практикум. - М.: Изд-во МПСИ, 2006.

УДК 519.86

Зинина А.А.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

***Аннотация.** Рассматриваются различные подходы и алгоритмы, позволяющие найти решение задачи о назначениях в матричной интерпретации. Дана математическая постановка задачи в виде задачи линейного программирования.*

***Ключевые слова:** задачи о назначениях, венгерский алгоритм, оптимальное решение, матрица*

При решении задачи о наилучшем распределении некоторого числа работ между таким же числом исполнителей ищут оптимальное назначение из условия максимума общей производительности, которая равна сумме производительностей исполнителей или минимума стоимости выполнения работ. Наиболее эффективным методом ее решения является венгерский метод. Задачи о назначениях имеют много интерпретаций: распределение работ между механизмами, распределение целей между огневыми средствами для максимизации математического ожидания числа пораженных целей или среднего ущерба и т.д.

Рассмотрим венгерский метод решения задачи о назначениях. Для решения задачи составляют таблицу. В левой колонке записаны номера кандидатов, в верхней строке – номера работ. В i -й строке и j -м столбце записаны затраты на выполнение i -м кандидатом j -й работы. В венгерском методе используется следующий принцип: оптимальность решения задачи о назначениях не нарушается при уменьшении (увеличении) элементов строки (столбца) на одну и ту же величину. Решение считается оптимальным, если все измененные таким образом затраты $c_{ij} \geq 0$, ($i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$) и можно найти такой набор, что
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = 0.$$

То, что количество работников равно количеству работ, не является ограничением общности, так как всегда можно ввести в модель фиктивных работников или фиктивные работы.

Алгоритм метода состоит из следующих шагов.

1. Получение нулей в каждой строке. В каждой строке определяют наименьший элемент, его значение вычитают из элементов этой строки.

2. Получение нулей в каждом столбце. В преобразованной таблице в каждом столбце определяют минимальный элемент, его значение вычитают из всех элементов этого столбца.

3. Поиск оптимального решения. Просматривают строку, содержащую наименьшее число нулей. Отмечают один из нулей этой строки и зачеркивают все остальные нули этой строки и того столбца, в которой находится отмеченный нуль. Аналогичные операции проводят для всех строк. Если назначение, которое получено при всех отмеченных нулях, является полным, т.е. число отмеченных нулей равно n , то решение является оптимальным, в противном случае следует переходить к шагу 4.

4. Поиск минимального набора строк и столбцов, содержащих все нули.

Для этого необходимо отметить: 1) все строки, в которых не имеется ни одного отмеченного нуля; 2) все столбцы, содержащие перечеркнутый нуль хотя бы в одной из отмеченных строк; 3) все строки, содержащие отмеченные нули хотя бы в одном из отмеченных столбцов. Действия 2) и 3) повторяются поочередно до тех пор, пока есть что отмечать. После этого необходимо зачеркнуть каждую непомянутую строку и каждый помеченный столбец. Цель этого шага – провести минимальное число горизонтальных и вертикальных прямых, пересекающих хотя бы один раз все нули.

5. Перестановка некоторых нулей. Взять наименьшее число из тех клеток, через которые не проведены прямые. Вычесть его из каждого невычеркнутого элемента и прибавить его к элементам, стоящим на пересечении прямых, проведенных на предыдущем шаге. Эта операция не изменяет оптимального решения. Далее весь цикл расчета повторить, начиная с шага 3.

Задача. В распоряжении некоторой компании имеется 4 торговые точки и 4 продавца. Из прошлого опыта известно, что эффективность работы продавцов в различных торговых точках неодинакова. Коммерческий директор компании произвел оценку деятельности каждого продавца в каждой торговой точке.

Продавец	Объемы продаж. Торговые точки				
	1	2	3	4	
A	1	4	6	3	$p_1=1$
B	9	7	10	9	$p_2=7$
C	4	5	11	7	$p_3=4$
D	8	7	8	5	$p_4=5$
	$q_1=1$	$q_2=4$	$q_3=6$	$q_4=3$	

Выполнив шаги 1 и 2 алгоритма, получим следующую матрицу.

	1	2	3	4
A	0	3	2	2
B	2	0	0	2
C	0	1	4	3
D	3	2	0	0

В последней матрице расположение нулевых элементов не позволяет назначить каждому продавцу одну торговую точку. Поэтому необходимо выполнить шаг 4. В результате будут вычеркнуты первый столбец, вторая и четвертая строки. Получим следующую матрицу.

	1	2	3	4
A	0	3	2	2
B	2	0	0	2
C	0	1	4	3
D	3	2	0	0

Наименьший невычеркнутый элемент равен 1 (этот элемент подчеркнут). Этот элемент вычтем из остальных невычеркнутых элементов и прибавляем к элементам, записанным на пересечении прямых. В результате получим следующую матрицу.

	1	2	3	4
A	0	2	1	1
B	3	0	0	2
C	0	0	3	2
D	4	2	0	0

Оптимальное решение, показанное в матрице подчеркнутыми нулями, предлагает первому продавцу первую точку; второму продавцу третью точку; третьему продавцу вторую точку; четвертому продавцу четвертую точку. Соответствующее значение целевой функции равно $1 + 10 + 5 + 5 = 21$.

Список источников

1. Агальцов В.П. Математические методы в программировании: учебник. – М.: ИД «ФОРУМ», 2015. – 240 с.
2. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.
3. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
4. Волков И.К., Загоруйко Е. А. Исследование операций: учеб. для втузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 435 с.

Иванов Р.О.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
 Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА О ЗАГРУЗКЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается решение одной из задач динамического программирования, различные вариации которой встречаются в экономике, прикладной математике, криптографии и логистике.

Ключевые слова: масса, суммарная стоимость, грузоподъёмность

Классическая постановка задачи. В гипотетический рюкзак (самолёт, судно, автомобиль и т.д.) грузоподъёмностью P , загружаются предметы n типов. Предметы каждого типа имеют массу m_i и стоимость c_i , на их количество ограничений нет. Необходимо загрузить рюкзак так, чтобы суммарная стоимость взятых предметов была максимальна. Обозначим через u_i количество предметов типа i , помещённых в рюкзак (неизвестные величины). Общая задача имеет вид следующей задачи целочисленного линейного программирования.

Максимизировать функцию $z = c_1u_1 + c_2u_2 + \dots + c_nu_n$ при условии, что $m_1u_1 + m_2u_2 + \dots + m_nu_n \leq P$; $u_1, u_2, \dots, u_n \geq 0$ и целые.

Пусть $f_i(x_i)$ – максимальная суммарная прибыль от этапов $i, i+1, \dots, n$ при заданном состоянии x_i . Рекуррентное уравнение определяется с помощью следующей процедуры. Выразим $f_i(x_i)$ как функцию $f_{i+1}(x_{i+1})$ в виде $f_i(x_i) = \max_{\substack{u_i=0,1,\dots,\left[\frac{P}{m_i}\right] \\ x_i=0,1,\dots,P}} \{c_iu_i + f_{i+1}(x_{i+1})\}$, $i=1,2,\dots,n$, где $f_{n+1}(x_{n+1}) \equiv 0$.

Выразим x_{i+1} как функцию x_i для гарантии того, что левая часть последнего уравнения является лишь функцией x_i . По определению $x_i - x_{i+1}$ – вес, загруженный на этапе i , т.е. $x_i - x_{i+1} = m_iu_i$ или $x_{i+1} = x_i - m_iu_i$. Значит, рекуррентное уравнение имеет вид:

$$f_i(x_i) = \max_{\substack{u_i=0,1,\dots,\left[\frac{P}{m_i}\right] \\ x_i=0,1,\dots,P}} \{c_iu_i + f_{i+1}(x_i - m_iu_i)\}, \quad i=1,2,\dots,n.$$

Задача. В 4-тонный самолёт загружаются предметы 3-х наименований. Приведённая таблица содержит данные о весе одного предмета m_i

(в тоннах) и прибыли c_i (в тысячах долларов), получаемой от одного загруженного предмета. Как необходимо загрузить самолёт, чтобы получить максимальную прибыль.

Предмет i	m_i	c_i
1	2	31
2	3	47
3	1	14

Решение. Этап 3. Точный вес, который может быть загружен на этапе 3 (предмет наименования 3) заранее неизвестен, но он должен принимать одно из значений от 0 до 4 (т.к. $P = 4$). Состояния $x_3 = 0$ или $x_3= 4$ представляют собой крайние случаи, когда предметы 3-го наименования не загружаются вообще или загружают самолёт полностью. Остальные значения x_3 предполагают частичную загрузку самолёта.

Задача решается перебором всех возможных и допустимых вариантов загрузки самолёта. В следующих таблицах сравниваются допустимые решения для каждого возможного значения состояний x_1, x_2, x_3 .

На этапе 3 функциональное уравнение запишется:

$$f_3(x_3) = \max_{u_3} \{14u_3\}, \max\{u_3\} = [4/1] = 4.$$

Таблица 1

x_3	$14u_3$					Оптимальное решение	
	$u_3= 0$	$u_3= 1$	$u_3= 2$	$u_3= 3$	$u_3= 4$	$f_3(x_3)$	u_3^*
0	0	–	–	–	–	0	0
1	0	14	–	–	–	14	1
2	0	14	28	–	–	28	2
3	0	14	28	42	–	42	3
4	0	14	28	42	56	56	4

Этап 2. На этапе 2 функциональное уравнение запишется:

$$f_2(x_2) = \max_{u_2} \{47u_2 + f_3(x_2 - 3u_2)\}, \max\{u_2\} = [4/3] = 1.$$

Таблица 2

x_2	$47u_2 + f_3(x_2 - 3u_2)$		Оптимальное решение	
	$u_2= 0$	$u_2= 1$	$f_2(x_2)$	u_2^*
0	0+0	–	0	0
1	0+14	–	14	0
2	0+28	–	28	0
3	0+42	47+0	47	1
4	0+56	47+14	61	1

Этап 1. На этапе 1 функциональное уравнение запишется:

$$f_1(x_1) = \max_{u_1} \{31u_1 + f_2(x_1 - 2u_1)\}, \max\{u_1\} = [4/2] = 2.$$

Таблица 3

x_1	$31u_1 + f_2(x_1 - 2u_1)$			Оптимальное решение	
	$u_1 = 0$	$u_1 = 1$	$u_1 = 2$	$f_1(x_1)$	u_1^*
0	0+0	—	—	0	0
1	0+14	—	—	14	0
2	0+28	31+0	—	31	1
3	0+47	31+14	—	47	0
4	0+61	31+28	62+0	62	2

Оптимальное решение определяется следующим образом. Из условия $P=4$ следует, что первый этап решения задачи при $x_1 = 4$ даёт оптимальное решение $u_1^* = 2$, которое означает, что 2 предмета первого наименования будут загружены в самолёт. Эта загрузка оставляет $x_2 = x_1 - 2u_1^* = 4 - 2 \cdot 2 = 0$. На втором этапе при $x_2 = 0$ получаем оптимальное решение $u_2^* = 0$. При значении $u_2^* = 0$ имеем $x_3 = x_2 - 3u_2^* = 0$. На третьем этапе при $x_3 = 0$ получаем оптимальное решение $u_3^* = 0$.

Следовательно, оптимальным решением задачи является $u_1^* = 2$, $u_2^* = 0$, $u_3^* = 0$. Соответствующая прибыль равна 62 000 долларов.

В таблице для первого этапа необходимо получить оптимальное решение лишь для $x_1 = 4$, так как это последний этап. Но в таблицу включены также вычисления для $x_1 = 0, 1, 2, 3$, которые позволяют провести анализ чувствительности решения. Например, какое будет оптимальное решение, если максимальная грузоподъемность самолета будет 3 тонны вместо 4? Новое оптимальное решение может быть определено, начиная с $x_1 = 3$ на первом этапе и продолжая аналогичным образом, как находили оптимальное решение при $x_1 = 4$.

Список источников

1. Окулов С. М., Пестов О. А. Динамическое программирование: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 296 с.
2. Лежнёв А. В. Динамическое программирование в экономических задачах: учебное пособие. — М.: Лаборатория знаний, 2024. – 176 с.
3. Визгунов Н.П. Динамическое программирование в экономических задачах с применением системы SciLab. – Н. Новгород: ННГУ, 2011. – 70 с.
4. Таха Х.А. Введение в исследование операций. 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
5. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учеб. / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 286 с.

Иванова И.В.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Аннотация. Данная статья посвящена применению метода динамического программирования в решении задач управления запасами. В статье рассматривается принцип работы метода, его основные положения.

Ключевые слова: теория оптимизации, принцип оптимальности Беллмана, математическая модель

Динамическое программирование – это математический метод поиска оптимальных решений по управлению многошаговыми процессами, в которых состояние исследуемых систем изменяется во времени или поэтапно. Теоретической основой метода динамического программирования является принцип оптимальности. Одним из наиболее распространенных видов задач, которые решаются методом динамического программирования, является задача управления запасами.

Задача. Завод может производить ежемесячно до 4 единиц некоторой продукции. Затраты $C(x_j)$ на производство x_j единиц продукции в месяце j указаны в таблице. Каждый месяц завод должен отгрузить 2 единицы продукции своим потребителям. Продукцию можно хранить на складах. Затраты на хранение 1 единицы продукции составляют 1 миллион рублей. Оплата за хранение производится в конце месяца j . Склады могут вместить до 4 единиц продукции. Учитывая, что вначале на складах было 2 единицы продукции, требуется определить оптимальный план производства на 4 месяца.

x_j	0	1	2	3	4	штук
$C(x_j)$	0	7	9	11	13	млн.руб.

Введем обозначения для переменных и констант: n – количество месяцев планового отрезка; x_j – выпуск продукции в месяце j , где $j=1, \dots, n$ (управление); y_j – запасы в конце месяца j , или в начале месяца $(j+1)$ (состояние); d_j – спрос в месяце j , заданная величина. Переменные x_j и y_j связаны следующим балансовым соотношением $y_j = y_{j-1} + x_j - d_j$, где $j = 1, \dots, n$; запасы y_j в конце текущего j -го месяца равны запасам в

предыдущем месяце y_{j-1} плюс x_j произведенных в текущем месяце j изделий и минус d_j проданных изделий. Требуется найти оптимальный план производства $x_1, \dots, x_n$, минимизирующий затраты.

Математическая модель задачи выглядит следующим образом:

$$f_1(y_0) = \min_{x_1, \dots, x_n} \left\{ \sum_{j=1}^n C(x_j) + 1 \cdot (y_{j-1} + x_j - 2) \right\}$$

при ограничениях $y_{j-1} + x_j - 2 = y_j$, $j = 1, \dots, n$; $x_j, y_j \in 0:4$ для любого j ; $y_0 = 2$, $y_n = 0$. В числовом примере $n = 4$. Планировка будет на январь, февраль, март и апрель; $d_j = 2$, $j = 1, \dots, n$, $x_j, y_j \in 0:4$.

Решение. Чтобы решить данную задачу следует записать уравнение Беллмана. Для этого надо сложить затраты в месяце j и затраты на временном отрезке $j + 1, \dots, n$, а затем минимизировать суммарные затраты выбором x_j :

$$f_j(y_{j-1}) = \min_{x_j} \{C(x_j) + 1 \cdot (y_{j-1} + x_j - 2) + f_{j+1}(y_{j-1} + x_j - 2)\}.$$

Решение задачи начинается с последнего месяца – апреля.

Этап 4. Апрель: $f_4(y_3) = \min_{x_4 \in 0:4} \{C(x_4) + 1 \cdot (y_3 + x_4 - 2)\}.$

y ₃	Оптимальное решение	
	$f_4(y_3)$	x_4^*
0	9	2
1	7	1
2	0	0

В конце апреля запасы на складе должны быть равны нулю $y_3 + x_4 - 2 = y_4 = 0$, отсюда $y_3 + x_4 = 2$ и все возможные значения y_3 и x_4 в таблице перечислены. Таких пар всего три. Для каждого возможного значения (y_3, x_4) вычислена целевая функция $f_4(y_3) = C(x_4)$.

Этап 3. Март, апрель: $f_3(y_2) = \min_{x_3 \in 0:4} \{C(x_3) + 1 \cdot (y_2 + x_3 - 2) + f_4(y_2 + x_3 - 2)\}.$

y ₂	$C(x_3) + 1 \cdot (y_2 + x_3 - 2) + f_4(y_2 + x_3 - 2)$					Оптимальное решение	
	$x_3 = 0$	$x_3 = 1$	$x_3 = 2$	$x_3 = 3$	$x_3 = 4$	$f_3(y_2)$	x_3^*
0	—	—	18	19	15	15	4
1	—	16	17	13	—	13	3
2	9	15	11	—	—	9	0
3	8	9	—	—	—	8	0
4	2	—	—	—	—	2	0

Этап 2. Февраль, март, апрель:

$$f_2(y_1) = \min_{x_2 \in 0:4} \{C(x_2) + 1 \cdot (y_1 + x_2 - 2) + f_3(y_1 + x_2 - 2)\}.$$

y_1	$C(x_2) + 1 \cdot (y_1 + x_2 - 2) + f_3(y_1 + x_2 - 2)$					Оптимальное решение	
	$x_2 = 0$	$x_2 = 1$	$x_2 = 2$	$x_2 = 3$	$x_2 = 4$	$f_2(y_1)$	x_2^*
0	–	–	24	25	24	24	2; 4
1	–	22	23	22	24	22	1; 3
2	15	21	20	22	19	15	0
3	14	18	20	17	–	14	0
4	11	18	15	–	–	11	0

Этап 1. Январь, февраль, март, апрель:

$$f_1(y_0) = \min_{x_1 \in 0:4} \{C(x_1) + 1 \cdot (y_0 + x_1 - 2) + f_2(y_0 + x_1 - 2)\}.$$

y_0	$C(x_1) + 1 \cdot (y_0 + x_1 - 2) + f_2(y_0 + x_1 - 2)$					Оптимальное решение	
	$x_1 = 0$	$x_1 = 1$	$x_1 = 2$	$x_1 = 3$	$x_1 = 4$	$f_1(y_0)$	x_1^*
0	–	–	33	34	30	30	4
1	–	31	32	28	30	28	3
2	24	30	26	28	28	24	0
3	23	24	26	26	–	23	0
4	17	24	24	–	–	17	0

Нахождение оптимального решения, начинается с последнего этапа. По условиям задачи $y_0 = 2$, поэтому из последней таблицы следует, что $x_1^* = 0$, $y_1 = y_0 + x_1^* - 2 = 0$. В таблице этапа 2 в строке $y_1 = 0$ имеют место быть два оптимальных решения. Рассмотрим сначала решение $x_2^* = 4$. Из уравнения $y_2 = y_1 + x_2^* - 2$ следует, что $y_2 = 0 + 4 - 2 = 2$. Переходя к таблице этапа 3 к строчке $y_2 = 2$, становится ясно, что соответствующая компонента решения $x_3^* = 0$, и в таблице этапа 4 надо смотреть на строку $y_3 = y_2 + 0 - 2 = 0$. Эта строка $y_3 = 0$ дает последнюю компоненту решения $x_4^* = 2$. Таким образом, в феврале требуется произвести 4 единицы продукции, а в апреле 2 единицы, при этом за четыре месяца будет затрачено 24 миллиона рублей. Ответ: $x^* = (0, 4, 0, 2)$, $f_1(y_0) = f_1(2) = 24$.

Список источников

1. Окулов С. М., Пестов О. А. Динамическое программирование: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 296 с.
2. Визгунов Н.П. Динамическое программирование в экономических задачах с применением системы SciLab. – Н. Новгород: ННГУ, 2011. – 70 с.
3. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учеб. / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 286 с.

Кожина О.П.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПЛАНЕ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема оптимального планирования выпуска продукции, анализируются различные подходы и методы её решения. Основное внимание уделяется использованию математических моделей и методов оптимизации для определения оптимального плана выпуска продукции с учётом ограничений на ресурсы и экономических показателей.

Ключевые слова: оптимальный план, целевая функция, линейное программирование, оптимальное решение, математическая модель, максимизация прибыли, минимизация затрат

Задача об оптимальном плане выпуска продукции остается актуальной для многих предприятий и организаций в условиях современной рыночной экономики. Задача об оптимальном плане выпуска продукции – одна из классических задач, которая решается с использованием методов линейного программирования. При постановке любой задачи оптимизации необходимо определить количественную характеристику цели, которую хотелось бы достичь в процессе оптимизации – целевую функцию. Это может быть максимум прибыли или минимум издержек.

Для решения задач линейной оптимизации можно использовать надстройку к программе электронных таблиц MS Excel, которая называется «Поиск решения». В общем виде задача линейного программирования имеет следующую формулировку: найти значения n переменных $x_1, x_2, \dots, x_n$, которые обращают в $\min$ ($\max$) линейную функцию следующего вида:

$$F(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + c_0 = \sum_{j=1}^n c_jx_j \rightarrow \min(\max).$$

При этом переменные должны удовлетворять ограничениям:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2, \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m, \end{cases}$$

где $x_j \geq 0$ для $j = \overline{1, n}$.

Проблему о составлении оптимизационного плана можно решить несколькими способами, но наиболее простым является привлечение для решения поставленной задачи программы MS Excel.

Задача. Для изготовления различных изделий A , B и C предприятие использует три различных вида сырья. Нормы расхода сырья на производство одного изделия каждого вида, цена одного изделия A , B и C , а также общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано предприятием, приведены в таблице.

Вид сырья	Нормы затрат сырья на одно изделие (кг)			Общее количество сырья (кг)
	A	B	C	
I	18	15	12	360
II	6	4	8	192
III	5	3	3	180
Цена одного изделия	9	10	16	

Изделия A , B и C могут производиться в любых соотношениях (сбыт обеспечен), но производство ограничено выделенным предприятию сырьем каждого вида. Необходимо составить план производства изделий, при котором общая стоимость всей произведенной предприятием продукции является максимальной.

Приведем решение задачи. Обозначим x_1, x_2, x_3 – количество изделий вида A, B и C соответственно.

Учитывая условия задачи, получаем следующую математическую модель:

$$\begin{cases} 18 \cdot x_1 + 15 \cdot x_2 + 12 \cdot x_3 \leq 360, \\ 6 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 8 \cdot x_3 \leq 192, \\ 5 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 \leq 180, \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Обозначим прибыль от их реализации (целевую функцию) $F = 9 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 + 16 \cdot x_3$.

Найдем требуемое решение, т. е. план производства изделий, при котором общая стоимость всей произведенной предприятием продукции является максимальной.

Можно с помощью «Поиска решения» в программе MS Excel найти оптимальные значения переменных, обеспечивающие максимум (или минимум) целевой функции при заданных ограничениях.

Найдены значения переменных $x_1 = 0$, $x_2 = 8$, $x_3 = 20$. С помощью найденных значений можно получить значение целевой функции, то есть $F = 9 \cdot 0 + 10 \cdot 8 + 16 \cdot 20$. Итог, значение целевой функции $F = 400$.

В процессе поиска оптимального решения MS Excel формирует так называемый отчет об устойчивости, в котором, в частности, выдает интервал изменений коэффициентов целевой функции, внутри которого их изменение не приводит к изменению оптимального решения. Первая таблица отчета об устойчивости «Изменяемые ячейки» содержит столбцы: «Результирующее значение» – по $x_1 = 0$, $x_2 = 8$, $x_3 = 20$; «Нормированная стоимость» – $x_1 = -5$, $x_2 = 0$, $x_3 = 0$; «Целевой коэффициент» – даны исходные значения целевых коэффициентов: прибыль от продажи одного изделия A (9 у.е.), B (10 у.е.), C (16 у.е.); «Допустимое увеличение» – $x_1 = 5$, $x_2 = 10$, $x_3 = 4$; «Допустимое уменьшение» – $x_1 = 10^{30}$, $x_2 = 2$, $x_3 = 8$. Во второй таблице отчета об устойчивости – «Ограничения, правая часть» – аналогичные интервалы устойчивости установлены для запасов ресурсов I, II, III (столбцы «Ограничения, правая часть», «Допустимое, увеличение» и «Допустимое уменьшение»). При изменении запасов ресурсов оптимальное решение будет изменяться.

При движении границ ресурсов координаты угловой точки будут непрерывно меняться, но до тех пор, пока решение будет оставаться в той же угловой точке области допустимых планов. Если ресурс используется не полностью, верхний предел устойчивости равен бесконечности. Колонка «Результирующее значение» содержит значение полного расхода каждого ресурса. Ресурсы I и II будут израсходованы полностью, а ресурс III будет находиться в остатке ($180 - 84 = 96$).

Рассмотрим результат решения задачи. Согласно этому решению, теневые цены на используемые ресурсы I, II, III равны соответственно: 0,22; 1,67; 0. Цена третьего ресурса – нулевая. При решении задачи получаем не рыночные, а особые, теневые цены, которые характеризуют ценность данного ресурса для данного производителя в конкретной производственной ситуации. Исследование задачи об оптимальном плане выпуска продукции позволяет выявить оптимальное соотношение видов продукции для максимизации прибыли или минимизации затрат при наличии ограничений на ресурсы. Полученные результаты могут быть использованы предприятием для повышения эффективности производственных процессов и улучшения финансовых показателей.

Список источников

1. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.

Логинов Г.А.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
 Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье рассматривается задача, нахождения наибольшей прибыли при распределении средств между предприятиями.

Ключевые слова: функция Беллмана, прибыль.

Методом динамического программирования можно решить задачу о распределении средств между предприятиями. Суть задачи состоит в том, сколько средств надо вложить в несколько предприятий для получения наибольшей прибыли. Имеется известное количество средств, которые необходимо оптимальным образом распределить между группой предприятий, чтобы получить максимальную сумму прибыли.

Задача. Распределить $T = 100$ ден. ед. по четырем предприятиям с целью получения максимальной суммарной прибыли. Прибыль с предприятий задается таблицей 1.

Таблица 1

X	g_1	g_2	g_3	g_4
0	0	0	0	0
20	11	24	12	35
40	26	22	28	33
60	31	32	37	36
80	42	41	47	40
100	58	59	53	54

Процесс оптимизации разобьем на n шагов (в задаче $n = 4$). На k – м шаге будем оптимизировать инвестирование не всех предприятий, а только с k – го по n – е. При этом на них расходуются не все средства, а некоторая меньшая сумма $C_k < T$, которая и будет являться переменной состояния системы. Переменной управления на k – м шаге назовем величину x_k средств, вкладываемых в k – е предприятие. В качестве функции Беллмана $F_k(C_k)$ на k – м шаге в задаче можно выбрать максимально возможную прибыль, которую можно получить с предприятий с k – го

по $n - e$ при условии, что на их инвестирование осталось C_k средств. При вложении в $k - e$ предприятие x_k средств получим прибыль $g_k(x_k)$, а система на $(k + 1) - \text{ом}$ шаге перейдет в состояние $C_{k+1} = C_k - x_k$, т.е. на инвестирование предприятий с $(k + 1) - \text{го}$ до $n - \text{го}$ останется C_{k+1} средств. На первом шаге условной оптимизации при $k = n$ функция Беллмана представляет собой прибыль только с $n - \text{го}$ предприятия. При этом на его инвестирование может выделяться количество средств C_k , $0 < C_k < T$. Чтобы получить максимум прибыли с этого последнего предприятия, надо вложить в него все эти средства, т.е. $F_n(C_n) = g_n(C_n)$ и $x_n = C_n$. На каждом из последующих шагов для вычисления функции Беллмана следует использовать результаты предыдущего шага. Максимально возможная прибыль, которая может быть получена предприятиями с $k - \text{го}$ по $n - e$, равна $F_k(C_k)$. Максимум этого выражения достигается на некотором значении x_k , которое и является оптимальным управлением на $k - \text{м}$ шаге для состояния системы C_k .

Функция Беллмана $F_1(C_1)$ представляет собой максимально возможную прибыль со всех предприятий (с $1 - \text{го}$ по $n - e$), а значение x_k , на котором достигается максимум прибыли, является оптимальным количеством средств, которые необходимо вложить в $1 - e$ предприятие. Далее, для всех последующих шагов вычисляется величина $C_k = C_{k-1} - x_k$ и оптимальным управлением на $k - \text{м}$ шаге является то значение x_k , которое доставляет максимум прибыли при соответствующем состоянии системы C_k : $F_k(C_k) = \max \{g_k(x_k) + F_{k+1}(C_k - x_k)\}$.

Шаг 1. $k = 4$. Предполагаем, что все средства 100 ден. ед. переданы на инвестирование четвертого предприятия. В этом случае максимальная прибыль составит $F_4(C_4) = 54$, см. таблицу 2.

Таблица 2

C_4							$F_4(C_4)$	$x_4^*(C)$
x_4	0	20	40	60	80	100		
0	0						0	0
20		35					35	20
40			33				33	40
60				36			36	60
80					40		40	80
100						54	54	100

Шаг 2. $k = 3$. Определяем оптимальную стратегию инвестирования в третье и четвертое предприятия. При этом рекуррентное соотношение Беллмана будет иметь вид, представленный в таблице 3.

Шаг 3. $k = 2$. Определяем оптимальную стратегию инвестирования во второе, третье и четвертое предприятия. При этом рекуррентное со-

отношение Беллмана будет иметь вид, представленный в таблице 4.

Таблица 3

C_3	$x_4^*(C)$						$F_3(C_3)$	$x_3^*(C)$
x_3	0	20	40	60	80	100		
0	0						0	0
20	35	12					35	0
40	33	47	28				47	20
60	36	45	63	37			63	40
80	40	48	61	72	47		72	60
100	54	52	64	70	82	53	82	80

Таблица 4

C_2	$x_3^*(C)$						$F_2(C_2)$	$x_2^*(C)$
x_2	0	20	40	60	80	100		
0	0	0	0				0	0
20	35	24		0			35	0
40	47	59	22				59	20
60	63	71	57	32			71	20
80	72	87	69	67	41		87	20
100	82	96	85	79	76	59	96	20

Шаг 4. $k = 1$. Определяем оптимальную стратегию инвестирования в первое и остальные предприятия. При этом рекуррентное соотношение Беллмана будет иметь вид, представленный в таблице 5.

Таблица 5

C_1	$x_2^*(C)$						$F_1(C_1)$	$x_1^*(C)$
x_1	0	20	40	60	80	100		
0	0						0	0
20	35	11					35	0
40	59	46	26				59	0
60	71	70	61	31			71	0
80	87	82	85	66	42		87	0
100	96	98	97	90	77	58	98	20

По данным таблицы 5 максимальный доход при распределении 100 ден. ед. между четырьмя предприятиями составляет $F_1 = 98$. Оптимальный план инвестирования предприятий $X = (20, 20, 40, 20)$, обеспечивающий максимальный доход $F(100) = 98$ ден. ед.

Список источников

1. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учеб. / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 286 с.

Самулина К.С.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается сетевое планирование как метод управления проектами, основанный на построении сетевой модели, позволяющей оценить время выполнения работ, определить критические пути и управлять ресурсами.

Ключевые слова: сетевое планирование, сетевая модель, работа, событие, критический путь

Сетевое планирование – метод управления, который основывается на использовании математического аппарата теории графов и системного подхода для отображения и алгоритмизации комплексов взаимосвязанных работ, действий или мероприятий для достижения четко поставленной цели. Сетевое планирование основывается на разработанных практически одновременно и независимо методе критического пути МКП (CPM – Critical Path Method) и методе оценки и пересмотра планов ПЕРТ (PERT – Program Evaluation and Review Technique).

Методы сетевого планирования применяются для оптимизации планирования и управления сложными разветвленными комплексами работ, требующими участия большого числа исполнителей и затрат ограниченных ресурсов.

Задача сетевого планирования состоит в том, чтобы графически, наглядно и системно отобразить и оптимизировать последовательность и взаимозависимость работ, действий или мероприятий, обеспечивающих своевременное и планомерное достижение конечных целей. Для отображения и алгоритмизации действий или ситуаций используются экономико-математические модели, которые принято называть сетевыми моделями, простейшие из них – сетевые графики. С помощью сетевой модели руководитель работ имеет возможность системно и масштабно представлять весь ход работ или оперативных мероприятий, управлять процессом их осуществления, а также маневрировать ресурсами.

В сетевом моделировании имеются два основных элемента – работа и событие. Работа – это активный процесс, требующий затрат ресурсов, либо пассивный, приводящий к достижению намеченного результата.

Решение. Основным временным параметром сетевого графика является продолжительность критического пути. Расчет критического пути включает два этапа.

Первый называется прямым проходом. Вычисления начинают с исходного события и продолжают до тех пор, пока не будет достигнуто завершающее событие. Для каждого события определяется одно число, представляющее ранний срок его наступления. На втором этапе, называемом обратным проходом, вычисления начинают с завершающего события и продолжают, пока не будет достигнуто исходное событие. Для каждого события вычисляется поздний срок его наступления.

Рассмотрим прямой ход: $t_{pn}(i)$ – ранний срок начала всех операций, выходящих из события i . Если $i = 0$, то $t_{pn}(0) = 0$; $t_{pn}(j)$ – ранний срок начала всех операций, входящих в j . Тогда $t_{pn}(j) = \max_i \{t_{pn}(i) + t(i, j)\}$ для всех (i, j) , где $t(i, j)$ – продолжительность операции (i, j) ;

$$t_{pn}(1) = t_{pn}(0) + t(0,1) = 0 + 2 = 2; \quad t_{pn}(2) = t_{pn}(0) + t(0,2) = 0 + 3 = 3;$$

$$t_{pn}(3) = \max_{i=1,2} \{3 + 3, 2 + 2\} = 6; \quad t_{pn}(4) = \max_{i=2,3} \{3 + 2, 6 + 0\} = 6;$$

$$t_{pn}(5) = \max_{i=3,4} \{6 + 3, 6 + 7\} = 13; \quad t_{pn}(6) = \max_{i=3,4,5} \{6 + 2, 6 + 5, 13 + 6\} = 19.$$

Если $i = n$, где n – завершающее событие сети, то $t_{no}(n) = t_{pn}(n)$ и является отправной точкой обратного прохода;

$$t_{no}(j) = \min_j \{t_{no}(j) - t(i, j)\} \text{ для всех операций } (i, j);$$

$$t_{no}(6) = t_{pn}(6) = 19; \quad t_{no}(5) = t_{no}(6) - t(5,6) = 19 - 6 = 13;$$

$$t_{no}(4) = \min_{j=5,6} \{19 - 5, 13 - 7\} = 6; \quad t_{no}(3) = \min_{j=4,5,6} \{19 - 2, 13 - 3, 6 - 0\} = 6;$$

$$t_{no}(2) = \min_{j=3,4} \{6 - 3, 6 - 2\} = 3; \quad t_{no}(1) = t_{no}(3) - t(1,3) = 6 - 2 = 4;$$

$$t_{no}(0) = \min_{j=1,2} \{3 - 3, 4 - 2\} = 0.$$

Используя результаты вычислений при прямом и обратном проходах, можно определить операции критического пути. Операция (i, j) принадлежит критическому пути, если она удовлетворяет условиям:

$$t_{pn}(i) = t_{no}(i); \quad t_{pn}(j) = t_{no}(j); \quad t_{pn}(j) - t_{pn}(i) = t_{no}(j) - t_{no}(i) = t(i, j).$$

Критический путь включает операции (0,2), (2,3), (3,4), (4,5), (5,6).

Список источников

1. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учеб. / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 286 с.

Шатунова А.Н.

Научный руководитель: Пайзерова Ф.А., канд. физ.-мат. наук, доцент
 Поволжский государственный технологический университет

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье рассматривается задача определения оптимальной стратегии замены оборудования как важного показателя эффективности производственных процессов, снижения издержек, увеличения производительности и общей конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: функция Беллмана, оптимальные сроки замены

Одной из важных экономических проблем является определение оптимальной стратегии замены оборудования. Критерием оптимальности может служить прибыль от эксплуатации оборудования или суммарные затраты на эксплуатацию в течение рассматриваемого промежутка времени. Введем обозначения: $r(t)$ – стоимость продукции, производимой за один год на единице оборудования возраста t лет; $u(t)$ – ежегодные затраты на обслуживание оборудования возраста t лет; $s(t)$ – остаточная стоимость оборудования возраста t лет; p – покупная цена оборудования. Рассмотрим период N лет, в пределах которого требуется определить оптимальный цикл замены оборудования.

Введем функцию Беллмана $f_N(t)$ – максимальный доход, получаемый от оборудования возраста t лет за оставшиеся N лет цикла использования оборудования. Возраст оборудования отсчитывается в направлении течения процесса. Так, $t = 0$ соответствует случаю использования нового оборудования. Временные же стадии процесса нумеруются в обратном направлении по отношению к ходу процесса. Так, $t = 1$ относится к одной временной стадии, остающейся до завершения процесса, а $t = N$ относится к началу процесса.

На каждом этапе N – стадийного процесса должно быть принято решение о сохранении или замене оборудования. Выбранный вариант должен обеспечивать получение максимальной прибыли. Функциональные уравнения, основанные на принципе оптимальности, имеют вид:

$$f_N(t) = \max \left[\begin{array}{l} r(t) - u(t) + f_{N-1}(t+1) \\ s(t) - p + r(0) - u(0) + f_{N-1}(1) \end{array} \right], \quad f_1(t) = \max \left[\begin{array}{l} r(t) - u(t) \\ s(t) - p + r(0) - u(0) \end{array} \right].$$

В первом уравнении функция $r(t) - u(t)$ есть разность между стоимостью произведенной продукции и эксплуатационными издержками на N -й стадии процесса. Функция $f_{N-1}(t+1)$ характеризует суммарную прибыль от $(N-1)$ оставшихся стадий для оборудования, возраст которого в начале осуществления этих стадий составляет $(t + 1)$ лет. Нижняя строка характеризуется следующим образом: функция $s(t) - p$ представляет чистые издержки по замене оборудования, возраст которого t лет. Функция $r(0)$ выражает доход, получаемый от нового оборудования возраста 0 лет. Последняя функция $f_{N-1}(1)$ представляет собой доход от оставшихся $(N-1)$ стадий, до начала осуществления которых возраст оборудования составляет один год. Аналогичная интерпретация может быть дана второму уравнению для одностадийного процесса. Эти уравнения являются рекуррентными соотношениями, которые позволяют определить величину $f_N(t)$ в зависимости от $f_{N-1}(t+1)$. Расчет начинают с использования второго уравнения. Данные уравнения позволяют оценить варианты замены и сохранения оборудования с тем, чтобы принять тот из них, который предполагает больший доход.

Задача. Определить оптимальный цикл замены оборудования при следующих исходных данных: $p = 10$, $s(t) = 0$, $f(t) = r(t) - u(t)$, представленных в таблице 1.

Таблица 1

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$f(t)$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0

Решение. Уравнения запишем в следующем виде:

$$f_N(t) = \max \begin{bmatrix} f(t) + f_{N-1}(t+1) \\ -p + f(0) + f_{N-1}(1) \end{bmatrix}; \quad f_1(t) = \max \begin{bmatrix} f(t) \\ -p + f(0) \end{bmatrix}.$$

Для $N = 1$

$$f_1(0) = \max \begin{bmatrix} f(0) \\ -p + f(0) \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 10 \\ -10 + 10 \end{bmatrix} = 10,$$

$$f_1(1) = \max \begin{bmatrix} f(1) \\ -p + f(0) \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 9 \\ -10 + 10 \end{bmatrix} = 9, \dots,$$

$$f_1(12) = \max \begin{bmatrix} f(12) \\ -p + f(0) \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 0 \\ -10 + 10 \end{bmatrix} = 0.$$

Для $N = 2$

$$f_2(0) = \max \begin{bmatrix} f(0) + f_1(1) \\ -p + f(0) + f_1(1) \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 10 + 9 \\ -10 + 10 + 9 \end{bmatrix} = 19,$$

$$f_2(1) = \max \begin{bmatrix} f(1) + f_1(2) \\ -p + f(0) + f_1(1) \end{bmatrix} = \max \begin{bmatrix} 9 + 8 \\ -10 + 10 + 9 \end{bmatrix} = 17.$$

Вычисления продолжаем до тех пор, пока не будет выполнено условие $f_1(1) < f_2(t)$, т.е. в данный момент оборудование необходимо заменить, так как величина прибыли, получаемая в результате замены оборудования, больше, чем в случае использования старого. Результаты расчетов помещаем в таблицу, момент замены отмечаем звездочкой, после чего дальнейшие вычисления по строчке прекращаем.

Можно не решать каждый раз уравнение, а вычисления проводить в таблице (см. таблица 2). Например, вычислим $f_4(t)$:

$$f_4(0) = f(0) + f_3(1) = 10 + 24 = 34 > f_3(1) = 24;$$

$$f_4(1) = f(1) + f_3(2) = 9 + 21 = 30; \quad f_4(2) = f(2) + f_3(3) = 8 + 18 = 26;$$

$$f_4(3) = f(3) + f_3(4) = 7 + 17 = 24; \quad f_4(4) = f(4) + f_3(5) = 6 + 17 = 23.$$

Дальнейшие расчеты для $f_4(t)$ прекращаем, так как $f_4(4) = 23 < f_3(1) = 24$.

Таблица 2

$f_N(t)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	$N-1$	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
$f_1(t)$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0
$f_2(t)$	19	17	15	13	11	9	9*						
$f_3(t)$	27	24	21	18	17	17*							
$f_4(t)$	34	30	26	24	24*								
$f_5(t)$	40	35	32	31	30	30*							
$f_6(t)$	45	41	39	37	36	35	35*						
$f_7(t)$	51	48	45	43	41	41*							
$f_8(t)$	58	54	51	48	48*								
$f_9(t)$	64	60	56	55	54	54*							
$f_{10}(t)$	70	65	63	61	60	60*							
$f_{11}(t)$	75	72	69	67	66	65	65*						
$f_{12}(t)$	82	78	75	73	72	72*							

По результатам вычислений находим оптимальный цикл замены оборудования. Для данной задачи он составляет 4 года.

Ответ: для получения максимальной прибыли от использования оборудования оптимальный цикл состоит в замене оборудования через каждые 4 года.

Список источников

1. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учеб. / Под общ. ред. А.В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 286 с.

УДК 351.72

Белянина Ю.Э.

Научный руководитель: Колесникова Т.Г., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ФЕДЕРАЛЬНОМ
КАЗНАЧЕЙСТВЕ**

***Аннотация.** Дан краткий обзор используемых технологий искусственного интеллекта, применяемых в Федеральном казначействе Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** ифровые технологии, искусственный интеллект (ИИ), казначейское обслуживание бюджета, Федеральное казначейство*

В статье рассматривается вопрос применения искусственного интеллекта в работе Федерального казначейства Российской Федерации. Цель работы заключается в кратком обзоре технологий ИИ, применяемых в исследуемом государственном органе.

Основная информация получена с помощью коммуникационной сети «Интернет» путем сбора, анализа, отбора и проверки на достоверность.

«Что касается цифровых решений, продолжаем работу по их внедрению во все сферы, в том числе на основе искусственного интеллекта. За последние два года средний уровень его использования в отраслях экономики и государственного управления вырос в 1,5 раза» - сказал премьер-министр Российской Федерации Михаил Мишустин в ходе пленарной сессии форума Digital Almaty 2024.

Федеральное казначейство – не исключение, здесь также активно используются цифровые технологии. Этот государственный орган имеет исключительный опыт работы с колоссальным объёмом информации с использованием современных информационных технологий. Данные практики стали основой для актуальной дискуссии о развитии систем интеллектуальной поддержки принятия решений и мониторинга, исследования данных и машинного обучения.

Лабораторией искусственного интеллекта Казначейства уже внедрены распознавание речи для управления дашбордами и в контакт-центрах.

Второе важное дело — прогнозирование остатков на счетах Федерального Казначейства, которое разработано на уровне прототипа и уже внедряется. Заместитель руководителя Федерального казначейства сообщил, что Казначейство посредством управления ликвидностью на остатках заработало в бюджет по итогам прошлого года свыше 400 млрд. рублей. Соответственно, стоит задача максимально эффективно управлять остатками на лицевых счетах при помощи алгоритмов искусственного интеллекта. Эффективность модели зависит от количества критериев и признаков, которые она включает. В данном случае в целях повышения эффективности в Казначействе начали использовать биржевые индексы, взаимозависимости между транзакциями внутри бюджетного процесса [1].

Компания NAUMEN и ИТ-филиал ФКУ «Центр по обеспечению деятельности Казначейства России» запустили интеллектуального помощника на платформе Naumen Erudite в чате личного кабинета на портале ГАС «Управление». Чат-бот круглосуточно предоставляет консультации по работе с порталом и проблемах при авторизации, а также помогает оформлять заявки на получение технической поддержки. В настоящее время бот-помощник, применяющий технологии искусственного интеллекта, успешно справляется с 60% обращений в чат.

Бот помогает участникам бюджетного процесса и процессов по выполнению национальных проектов в режиме диалога получать техническую поддержку, узнавать решения по заявкам и отправлять их на доработку. Кроме того, чат-бот отвечает на часто задаваемые вопросы пользователей, например, про продление ЭЦП, заполнение и подачу отчетов, возможности ГАС «Управление» и особенностях работы с порталом.

Уровень автоматизации будет расти благодаря дообучению чат-бота и расширению его навыков. Дополнительно обучают бота специалисты Контактного центра Федерального казначейства: они работают с историей диалогов чат-бота, отбирая данные и запуская процесс дообучения. [2]

Так, искусственный интеллект широко применяется в казначейском обслуживании бюджета для автоматизации рутинных задач, улучшения точности и скорости обработки финансовых данных, анализа трендов и прогнозирования бюджетных расходов. Некоторые из способов, которыми искусственный интеллект может быть использован в казначейском обслуживании бюджета, включают:

1. Автоматизация бюджетного планирования и отчетности: ИИ может помочь обрабатывать большие объемы финансовых данных, распознавать паттерны и тенденции, а также создавать точные бюджетные прогнозы.

2. Обнаружение мошенничества и ошибок в финансовых операциях: ИИ может анализировать транзакции и выявлять аномалии, которые могут указывать на мошенническую деятельность или ошибки в финансовых операциях.

3. Оптимизация управления ликвидностью и инвестированием: ИИ может помочь предсказывать потребности в ликвидности, оптимизировать управление кассовыми потоками и принимать решения об инвестировании бюджетных средств.

4. Персонализированный сервис для клиентов: Использование чат-ботов и других коммуникационных технологий на базе ИИ для предоставления персонализированных консультаций и поддержки клиентов в области управления бюджетом.

5. Автоматизация процессов управления долгами: ИИ может помочь оптимизировать процессы управления долгами, а также предсказывать риски и управлять обязательствами более эффективно.

В целом, применение искусственного интеллекта в казначейском обслуживании бюджета действует положительно, значительно улучшая эффективность, точность и прозрачность финансовых операций.

Список источников

1. Албычев А.С. Об эволюции ИТ-ландшафта и пяти приоритетах цифровизации Казначейства [Электронный ресурс] // TAdviser Summit 2023 : материалы конф. Москва. 30.05.2023. URL: <https://clck.ru/3A2XPG>
2. Официальный сайт Naumen. URL: <https://www.naumen.ru/events/news/5353/>

Валдаевская Ю.Э.

Научный руководитель: Милкова О.И., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Аннотация. *Определена роль и тенденции развития технологий искусственного интеллекта в сфере энергетики. Рассмотрены возможности и потенциальные риски в практике применения систем искусственного интеллекта для повышения надежности и экономической эффективности систем энергоснабжения.*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, энергетика, управление сетями, оптимизация потребления*

Актуальность исследования теоретических и прикладных аспектов применения систем искусственного интеллекта обосновывается необходимостью адаптации отрасли энергетики к вызовам современного общества, где цифровизация и автоматизация играют все более важную роль. Использование искусственного интеллекта позволяет улучшить управление энергетическими системами, повысить энергоэффективность, сократить затраты и обеспечить более стабильное и надежное энергоснабжение. С каждым годом накапливается опыт применения и всё более широкого внедрения технологий искусственного интеллекта в разных отраслях экономики России, включая энергетику, что позволяет исследовать последствия, новые возможности и потенциальные риски данного процесса.

Искусственный интеллект помогает оптимизировать процессы производства и распределения энергии, при этом повышая энергоэффективность и безопасность. Внедрение искусственного интеллекта приводит к положительным результатам, помогая оптимизировать работу систем и предотвращать аварии, что, в свою очередь, ведёт к экономии денежных средств энергоснабжающей организации.

Особую значимость имеет применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в повышении энергоэффективности, позволяя получить следующие преимущества:

- автоматизация - ИИ автоматизирует процессы, уменьшая роль человека и повышая точность и эффективность работы систем;
- оптимизация - разработка решений для сокращения энергопотребления и оптимизации работы систем энергетики за счет анализа большого массива данных;
- прогнозирование - ИИ с применением алгоритмов машинного обучения прогнозирует спрос на энергию, помогая лучше планировать ее производство и распределение;
- управление нагрузкой - ИИ оптимизирует производство энергии и управляет нагрузкой, предотвращая перегрузки и снижая её потери [1].

Оптимизация производства, повышение эффективности, прогнозирование спроса, автоматизация производства – всё это позволяет снизить затраты и улучшить финансовые показатели организаций отрасли электроэнергетики, а также обеспечить более эффективное использование ресурсов и сокращение негативного влияния на окружающую среду.

По данным PricewaterhouseCoopers, экономический эффект от внедрения интернета вещей в электроэнергетике до 2025 года может составить 530 млрд. рублей и более, из них треть суммы, порядка 180 млрд. рублей, можно сэкономить за счет ликвидации потенциальных потерь электроэнергии [2].

Внедрение искусственного интеллекта в электроэнергетику – сложный процесс, который имеет не только преимущества, но и сопряжен с определенными рисками и негативными эффектами, среди которых следует отметить недостаток данных и их низкое качество, этические вопросы, вопросы информационной безопасности и конфиденциальности [3].

Для эффективной работы ИИ требуется большое количество данных, которые должны быть точными и пригодными к дальнейшей обработке, иначе могут привести к неверным выводам и решениям поставленных задач.

Что касается этических вопросов, в случае аварии или неплатежа потребителя, искусственный интеллект не может учитывать социальные и морально-этические аспекты. Соответственно решение этой задачи требует дополнительной нормативно-правовой проработки разработки алгоритма применения искусственного интеллекта в данной сфере.

Информационная безопасность и конфиденциальность являются главными источниками рисков использования ИИ в энергетике, что обусловлено особой стратегической значимостью отрасли в функционировании социально-экономической системы страны. Поэтому при использовании искусственного интеллекта необходимо обеспечить высокий уровень защиты и безопасности данных.

Таким образом, искусственный интеллект предлагает инновационные методы и решения по улучшению эффективности управления сетями, обладает способностью обрабатывать большое количество разнообразных данных и на основе этого предлагать решения, что позволяет достигнуть более точной регулировки энергопотребления и предсказывать возможные проблемы в сетях. Также искусственный интеллект помогает решить одну из ключевых задач, стоящих перед энергетическими компаниями, а именно: оптимизация потребления электроэнергии. Правильное применение систем ИИ позволяет сохранять экологическую устойчивость и укреплять безопасность эксплуатации энергетических систем, это открывает новые горизонты для развития энергетического сектора и создания устойчивого будущего. При этом не следует забывать о возможных рисках использования искусственного интеллекта. Недостаточная защита данных и возможность взлома систем могут привести к серьезным негативным эффектам. Поэтому внедрение искусственного интеллекта должно сопровождаться усилением кибербезопасности и надежной защитой от внешних атак.

В целом, внедрение искусственного интеллекта в электроэнергетику представляет собой сложный и многогранный процесс, который требует учета множества факторов и потенциальных рисков, возникающих при его применении. Тем не менее, при правильном подходе и использовании, искусственный интеллект может значительно улучшить эффективность и надежность работы энергосистемы страны.

Список источников

1. AI в развитии энергетики [Электронный ресурс] – URL: <https://neuralpoint.ru/razvitie-ai/ai-v-razvitii-energetiki/> (дата обращения 22.03.2024)
2. Атомная энергия 2.0. [Электронный ресурс] - URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2020/12/23/110061> (дата обращения 22.03.2024)
3. Искусственный интеллект в электроэнергетике: преимущества, вызовы и перспективы [Электронный ресурс] - URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/elektroenergetika-i-iskusstvennyj-intellekt/> (дата обращения 22.03.2024)

Веткина Ю.Г.

Научный руководитель: Закирова О.В., канд. экон. наук, доц.
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗВИТИИ РЕГИОНА

***Аннотация.** Данная статья рассматривает важность использования искусственного интеллекта в развитии региона. Описываются основные области, где применение ИИ может принести заметные результаты, такие как улучшение экономики, инфраструктуры, образования, здравоохранения, туризма и культуры. Исследуются преимущества и возможности, которые предоставляет использование этой технологии для улучшения качества жизни жителей и стимулирования инноваций в региональных экономиках. Основной упор делается на анализе применения ИИ для увеличения эффективности бизнес-процессов, повышения конкурентоспособности и принятия обоснованных решений в различных отраслях экономики региона.*

Целью данного исследования является выявление потенциала искусственного интеллекта для улучшения экономических показателей региона.

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, развитие региона, эффективность, оптимизация процессов, инфраструктура, образование, здравоохранение, туризм, культура*

Искусственный интеллект (ИИ) становится все более важным инструментом в развитии региональных экономик и обществ. Этот технологический прорыв предоставляет регионам новые возможности для оптимизации процессов, улучшения услуг и привлечения инвестиций. В данной статье мы рассмотрим, как использование искусственного интеллекта способствует развитию региона и какие преимущества это приносит.

Улучшение экономики региона: искусственный интеллект может помочь в оптимизации производственных процессов и повышении эффективности использования ресурсов. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные и выявлять пути оптимизации в различных отраслях, таких как сельское хозяйство и производство.

Улучшение инфраструктуры и транспорта: один из ключевых способов использования ИИ для развития региона - это оптимизация инфраструктуры и транспортной системы. Искусственный интеллект позволяет собирать и анализировать данные о движении, планировать маршруты, и оптимизировать транспортные потоки. Это помогает снизить заторы на дорогах, улучшить общественный транспорт и сделать регион более доступным для жителей и туристов. Например, в нашей республике внедрена виртуальная кнопка вызова для помощи маломобильным гражданам, а также система бесконтактной оплаты по биометрии.

Развитие образования и науки: использование ИИ в образовании способствует созданию персонализированных образовательных программ и улучшает методы обучения. Аналитика данных позволяет определить потребности рынка труда и адаптировать учебные планы под них. В научных исследованиях ИИ помогает обрабатывать большие объемы данных, ускоряя процесс открытий и инноваций.

Повышение качества здравоохранения: в здравоохранении ИИ может использоваться для диагностики болезней, оптимизации лечебных процедур и анализа медицинских данных. Это позволяет улучшить качество медицинского обслуживания и сделать его более доступным для населения региона. Примером может служить часть цифровой трансформации – медицинские платформенные решения республиканского и федерального уровня. Внедряются персональные медицинские помощники, искусственный интеллект не в части консультаций врача, а в части диагностических исследований, то есть вводится второй контроль непосредственно за врачом, если есть сомнения в тех или иных изображениях.

Развитие туризма и культуры: Алгоритмы ИИ могут анализировать предпочтения туристов и рекомендовать интересные маршруты и мероприятия.

Заключение.

Таким образом, анализируя применение искусственного интеллекта в различных отраслях, можно сделать вывод об эффективности использования ИИ в развитии экономики региона и привнесении множества преимуществ. От повышения производительности и результативности до улучшения качества жизни жителей, ИИ играет важную роль в современном развитии региональных экономик. Регионам, которые активно инвестируют в искусственный интеллект, обеспечено успешное будущее, способствующее инновациям и устойчивому развитию.

Список источников

1. Антонова Е.И. Оптимизация транспортных процессов с использованием искусственного интеллекта в регионе // Транспорт и логистика. – 2019. – № 5. – С. 32–39.
2. Бурнашев Р.Ф., Нематуллаева Н.Б. Особенности информационных образовательных технологий XXI века // Science and Education. – 2021. – Т. 2.
3. Иванов И.И. Применение искусственного интеллекта в управлении производством // Экономика и управление. – 2018. – № 3. – С. 12–21.
4. Козлов Д.М. Роль искусственного интеллекта в стратегическом развитии региональной экономики // Экономическая стратегия. – 2017. – № 1. – С. 45–52.
5. Петрова А.С. Влияние использования искусственного интеллекта на экономический рост региона // Экономические науки. – 2019. – № 4. – С. 88–95.
6. Скворцов Е.А., 2020. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве региона // Экономика региона. Т. 16, вып. 2. С. 563–576. DOI: 10.17059/2020-2-17.
7. Сидоров П.Н. Перспективы внедрения искусственного интеллекта в финансовую сферу региона // Финансы и банковское дело. – 2020. – № 2. – С. 76–83.

УДК 338.2

Зиновьева Е.С.

Научный руководитель: Родионова Е.В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

***Аннотация.** В статье исследуются и описывается теоретическая и практическая значимость внедрения технологий искусственного интеллекта в здравоохранении. Сделан акцент на положительных сторонах и возможных рисках внедрения технологий ИИ.*

***Ключевые слова:** здравоохранение, цифровая трансформация*

В настоящее время цифровая трансформация является движущей силой мирового экономического роста и сложно представить любую отрасль экономики без применений технологий и инструментов искусственного интеллекта. Не обошла эта тенденция и область здравоохранения, где активно тестируются и внедряются многие инструменты искусственного интеллекта, такие как телемедицинские технологии, облачные решения, нейросети и другие.

В нашей стране, согласно Национальной стратегии развития искусственного интеллекта в РФ до 2030 года, заявлена необходимость внедрения ИИ во все сферы и области здравоохранения: помощь пациентам, внедрение превентивной медицины, управление медицинской организацией и т.п., в том числе с целью обеспечения технологического суверенитета страны. Внедрение технологий искусственного интеллекта позволит повысить качество оказываемой медицинской помощи населению и увеличить ее доступность.

Предпосылки цифровой трансформации здравоохранения очевидны:

- рост объема медицинских данных – с появлением электронных медицинских записей и других цифровых технологий объем медицинских данных значительно увеличился. Это создает возможности для анализа данных и использования их для улучшения качества медицинской помощи [2];
- рост числа пациентов - цифровые технологии позволяют улучшить доступность медицинской помощи населению;
- рост затрат на отрасль здравоохранения – затраты постоянно растут и с помощью цифровых технологий возможно оптимизировать процессы оказания медицинской помощи и управления медицинской организацией;
- рост потребностей пациентов – в современном мире возрастают и потребности пациентов. Которые хотят получить медицинскую помощь с использованием современных технологий [3,4].

Согласно обзору «Тренды развития искусственного интеллекта в медицине» 78 % медицинских организаций Москвы уже внедрили технологии искусственного интеллекта или планируют сделать это в ближайшем будущем [5]. Чаще всего внедряются технологии, способствующие более быстрой и качественной обработке медицинских данных и записей, в также инструменты, позволяющие анализировать изображения для более качественной и быстрой постановки диагноза пациенту.

Применение технологий искусственного интеллекта в здравоохранении:

1. Создание единого цифрового контура. Сегодня, имея возможность обратиться за медицинской помощью в любую медицинскую организацию (государственную или частную), пациенты и сами медицинские организации сталкиваются с проблемой разобщенности данных о самом пациенте. Применение AI-систем позволят создать единый цифровой контур, с возможностью создания единой цифровой карты пациента, что в свою очередь позволит качественно поставить диагноз и выбрать верную тактику лечения.

2. Большие данные. Массивы данных, которые могут быть проанализированы и использованы для улучшений качества медицинской помощи и даже для профилактики заболеваний.

3. Мониторинг состояния здоровья. ИИ может использоваться для избегания осложнений заболевания. Например, анализ давления и сердечного ритма может помочь избежать возникновения инсульта, инфаркта или иных осложнений системы кровообращения или выявить на начальном этапе.

4. Анализ медицинских изображений. Технологии ИИ позволяют более точно анализировать медицинские изображения (такие как рентгеновские снимки, КТ и МРТ). Что способствует выявлению заболеваний на ранней стадии (например рак) и более эффективному лечению.

5. Телемедицина. Может быть использована для диагностики, мониторинга здоровья и лечения пациента на расстоянии. Это позволяет увеличить доступность медицинской помощи и существенно снизить затраты на здравоохранение.

6. Роботизация и цифровизация процессов управления. Внедрение инструментов ИИ в процессы управления медицинской организацией позволяют увеличить качество управления, скорость принятия управленческих решений и снизить затраты самой медицинской организации.

Вместе с вышеизложенными положительными сторонами внедрения технологий искусственного интеллекта в деятельность медицинской организации существуют и определенные риски. К ним можно отнести возможное нарушение конфиденциальности, поскольку использование ИИ может привести к утечке данных о пациентах, если система не имела качественной защиты или данные пациента использовались не по назначению. Еще одним серьезным риском является достаточно размытое регламентирование деятельности ИИ в системе здравоохранения, что ведет к отсутствию ответственности у разработчиков и пользователей систем ИИ, например при возникновении ошибок.

Внедрение технологий искусственного интеллекта может привести к значительным улучшениям в части оказания медицинской помощи

населению и управлению медицинской организацией, но при этом требуется тщательно стоит обдумать методы минимизации возможных рисков.

Список источников

1. Алиперова Н.В. Искусственный интеллект в здравоохранении: риски и возможности // Здоровье мегаполиса. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-zdravooohranenii-riski-i-vozmozhnosti> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Аксенова Е.И. и др. Организационно-кадровые механизмы повышения эффективности работы медицинских организаций. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2022. – 205 с.
3. Медведева Е.И., Камынина Н.Н. Рынок телемедицинских услуг в России // Здоровье мегаполиса. – 2022. – Т. 3, № 1. – С. 73–78.
4. Александрова О.А. и др. Управленческие кадры в московском здравоохранении: поиск ответов на актуальные вопросы // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2019. – Т. 27, № S. – С. 522–528.
5. Здравоохранение подключает искусственный интеллект // РБК. – URL: <https://plus.rbc.ru/news/60b769367a8aa93e70361a37> (дата обращения: 05.04.2024).

УДК 004.89

Иванова А.Н.

Научный руководитель: Скобелева Н.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ

***Аннотация.** Рассматриваются получаемые эффекты от применения искусственного интеллекта при внедрении информационного моделирования в строительной отрасли.*

***Ключевые слова:** информационное моделирование, строительная отрасль, искусственный интеллект, экономика, применение*

Введение. В современном мире строительная отрасль сталкивается с необходимостью использования новых технологий для решения сложных задач. Одним из таких инновационных подходов является информационное моделирование (Building Information Modeling, BIM), которое позволяет создавать виртуальные модели зданий и сооружений с целью улучшения процесса проектирования, строительства и эксплуатации. При внедрении BIM возникает необходимость использования искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI) для оптимизации процессов и повышения эффективности работы.

В строительной отрасли на искусственный интеллект обращается пристальное внимание. Искусственный интеллект может включать в себя передовые инструменты управления проектами, анализировать риски и оптимизировать строительные процессы. Технологии, основанные на искусственном интеллекте, помогут улучшить протоколы безопасности за счет мониторинга в режиме реального времени и анализа событий. А использование искусственного интеллекта на этапах проектирования и планирования поможет более эффективно использовать ресурсы и принимать экономически эффективные решения.

Искусственный интеллект и передовые технологии анализа данных могут обеспечить экономию средств на строительных проектах на 10–15%. Они помогут упростить процесс проверки проекта. А команды смогут производить более точные оценки, тем самым сокращая бюджеты и отклонения от сроков примерно на 10–20%. При этом время проектирования сократится на 10–30% [1].

Искусственный интеллект уже сейчас помогает в создании генеративного дизайна. Он способен анализировать тысячи чертежей, взяв их в качестве отправной точки, и далее формировать собственные концепции, опираясь на заложенные разработчиками знания. Искусственный интеллект способен расширить границы традиционного дизайна, внедряя нестандартные концепции с элементами инноваций. Архитекторы выбирают оптимальный вариант, и на основе эскизов создается трехмерная модель.

Теперь ни один сложный и крупный проект не обходится без технологии BIM, которая позволяет создавать интерактивные трехмерные модели конструкций на каждом этапе строительного процесса. Это позволяет выявлять конфликты еще на этапе проектирования, уменьшает количество необходимых изменений на стройплощадке, снижает затраты и помогает соблюдать сроки. Совмещение технологий BIM и искусственного интеллекта поможет в решении многих строительных проблем.

Строительные группы устанавливают взаимосвязи и последовательности в 3D-моделях, а инструменты искусственного интеллекта используются для создания различных симуляций графика реализации проектов, сложных инфраструктурных задач, требующих оптимизации различных параметров. С помощью искусственного интеллекта можно изучить разные сценарии.

Применение искусственного интеллекта при внедрении информационного моделирования в строительной отрасли представляет собой актуальную проблему, требующую детального анализа и исследования. Данная статья представляет обзор актуальных исследований по данной теме, а также предлагает собственное экономическое обоснование применения искусственного интеллекта в контексте внедрения BIM.

Исследования показывают, что применение искусственного интеллекта в строительной отрасли может значительно повысить эффективность работы и уменьшить издержки. Например, исследование Крэна [1] и соавторов (2020) показало, что применение системы машинного обучения для анализа данных BIM позволяет сократить время и затраты на проектирование и строительство зданий. По мнению Эдмундса и Блейкли [2] (2019), использование искусственного интеллекта при создании BIM моделей позволяет автоматизировать процессы и улучшить принятие решений. Кроме того, применение искусственного интеллекта позволяет сократить число ошибок и увеличить точность данных, что в свою очередь способствует снижению рисков и увеличению производительности. Исследование Гринфилда и Хилл (2018) показало, что использование AI в BIM способствует улучшению качества проектов и снижению издержек на их исправление [2].

С учетом приведенных результатов исследований, можно сделать вывод о том, что применение искусственного интеллекта при внедрении информационного моделирования в строительной отрасли обосновано экономически. Во-первых, это позволяет снизить затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию зданий за счет оптимизации процессов и повышения производительности. Во-вторых, применение AI способствует улучшению качества проектов и сокращению рисков, что в конечном итоге приводит к повышению прибыльности.

Когда-то считавшиеся предметом научной фантастики роботы и обучающиеся машины уже становятся реальностью. Конечно, повсеместное внедрение робототехники и систем искусственного интеллекта в строительстве не произойдет в одночасье. Высокие первоначальные затраты — наиболее существенный фактор, препятствующий широкому внедрению технологии искусственного интеллекта в строительной отрасли. Но

ведущие компании уже переходят на новую ступень своего развития, понимая, что будущее — за технологиями. В строительной отрасли скорейшее освоение технологий - единственный путь к успешному ведению бизнеса.

Можно отметить, что экономическое обоснование применения искусственного интеллекта при внедрении информационного моделирования в строительной отрасли является важной составляющей успешного развития отрасли. Дальнейшие исследования в данной области позволят более детально изучить потенциал и преимущества использования AI в BIM и разработать эффективные стратегии внедрения новых технологий.

Список источников

1. Крэн Л., Чжан Цзе., Сон Л., Бин Л. Применение машинного обучения для анализа данных BIM в строительной отрасли // Международная конференция по информационным технологиям в строительстве. - 2020.
2. Эдмундс Б., Блейкли Д. Искусственный интеллект в информационном моделировании: перспективы и вызовы // Журнал информационных технологий в строительстве. - 2019.
3. Гринфилд А., Хилл К. Применение искусственного интеллекта в информационном моделировании для улучшения качества проектов // Журнал строительной науки. - 2018.
3. «Как искусственный интеллект меняет строительную отрасль» <https://www.planradar.com/ru/kak-iskusstvennyj-intellekt-menyaet-stroitelnyuyu-otrasl/>

Исаева К.М.

Научный руководитель: Наумова Т.М., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

***Аннотация.** В статье исследуются и описывается теоретическая и практическая значимость стратегического управления. Сделан акцент на основных направлениях стратегического управления деревообрабатывающими предприятиями в условиях цифровой трансформации.*

***Ключевые слова:** деревообрабатывающая отрасль, цифровая трансформация, стратегия развития организации, стратегическое управление организацией*

В соответствии с сегодняшними реалиями мы находимся в режиме постоянной цифровой трансформации. Это побуждает предприятия более активно следить за ситуацией на рынке, планируя и модернизируя при этом свою деятельность. Для деревообрабатывающих предприятий это очень важный вопрос из-за сложности специфики деятельности. Поэтому предприятия данной отрасли нуждаются в стратегическом управлении, которое необходимо для успешного развития организации.

Стратегическое управление компанией – CPM (Corporate Performance Management) или BPM (Business Performance Management) – стратегическое управление предприятием являются одним из трех важнейших уровней управления компанией. CPM (BPM) как целостная концепция управления эффективностью бизнеса была сформулирована аналитиками американской компании Gartner в начале века. Под концепцией CPM (BPM) понимается объединение всех процессов, методов, показателей и систем, необходимых для измерения деятельности компании и управления этими показателями [1].

Существует также другие интерпретации данного термина: «стратегическое управление организацией рассматривается как процесс определения и установления связи организации с ее окружением, состоящий в реализации выбранных целей и в попытках достичь желаемого состо-

яния взаимоотношений с окружением посредством распределения ресурсов, позволяющего эффективно и результативно действовать организации и ее подразделениям» [3].

Также стратегическое управление организацией определяют как: «системное развитие объекта во времени, поэтому для достижения стратегических целей организации с позиций управления необходим взгляд на предприятие как на единую систему, что на практике определяет необходимость координации всех функциональных звеньев и подсистем предприятия, а также согласования стратегических целей текущими результатами деятельности предприятия» [2].

Для успешной работы и развития деревообрабатывающих предприятий требуется учитывать изменения в технологиях, потребительских предпочтениях и рыночной конкуренции. Предприятиям данной отрасли очень важно определить какие стороны своей деятельности они хотят улучшить. Это поможет компании оптимизировать различные процессы производства и управления. Основными направлениями стратегического управления в деревообрабатывающей отрасли, на которые предприятиям следует обратить свое внимание, являются:

1. Производственные технологии. Цифровая трансформация побуждает предприятия деревообрабатывающей отрасли оптимизировать производственные процессы и повышать эффективность производства. Для этого она может внедрять такие технологии как: системы мониторинга, автоматизированные системы, интернет вещей, большие данные для оптимизации процессов и контроля качества, а также много другое для повышения эффективности производства.

2. Управление данными и аналитика. Сбор и анализ данных о производственных процессах, рыночной обстановке, конкурентах, возможностях и потребностях потенциальных клиентов поможет принимать обоснованные стратегические решения.

3. Развитие цифровых рынков и маркетинг. В связи с развитием цифровых технологий также стало возможно улучшение маркетинговых стратегий для продвижения продукции с помощью таких цифровых инструментов как: социальные сети, онлайн-платформы и цифровые рекламы. Данные инструменты помогут использовать цифровые каналы для продажи продукции, а также продвижения бренда, что в свою очередь приведет к расширению клиентской базы и увеличению объема продаж.

4. Управление цепями поставок. Логистические процессы всегда имели большое значение для предприятий деревообрабатывающей отрасли. Цифровая трансформация позволила улучшить управление цепями

поставок, включая отслеживание и оптимизацию логистических процессов внутри предприятия.

5. Управление устойчивым развитием лесного хозяйства. Учитывая важность экологической ответственности цифровые инновации помогут компании в улучшении управления лесоресурсами и рациональном использовании древесины, а также с помощью различных процессов и технологий уменьшат негативное воздействие на окружающую среду.

6. Инновации и развитие продукции. Влияние цифровой трансформации на инновации в деревообрабатывающей отрасли сказывается на качестве выпускаемой продукции и освоении новых видов продукции. Это связано с использованием новых материалов, технологий и дизайна, которые толкают предприятия на производство конкурентноспособной продукции и открытие новых рынков.

7. Развитие кадрового потенциала. Внедрение новых инноваций и их изменения в области деревообработки требует от сотрудников освоения новых навыков. Для этого деревообрабатывающие предприятия разрабатывают стратегию цифрового обучения и развития персонала.

Сегодня предполагается активное использование цифровых технологий для оптимизации процессов производства, управления и маркетинга, которое требует комплексного подхода, внедрения современных технологий и постоянного развития компании в соответствии с рыночными требованиями и тенденциями. Описанные направления стратегического управления в контексте уникальных вызовов и возможностей, с которыми сталкиваются деревообрабатывающие предприятия позволят успешно адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и осуществлять устойчивое развитие в условиях цифровой трансформации.

Список источников

1. Бобылева А.З. Финансовый менеджмент: проблемы и решения. В 2 частях. Ч. 1: учебник для вузов / А.З. Бобылева [и др.]; под редакцией А.З. Бобылевой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 508 с.

2. Лычкина Н.Н. Информационные системы управления производственной компанией : учебник и практикум для вузов / под ред. Н.Н. Лычкиной. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 249 с.

3. Пашкус Н.А. Стратегический маркетинг: учебник и практикум для вузов / Н.А. Пашкус [и др.]. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 225 с.

Калашникова Т.А.

Научный руководитель: Закирова О.В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

***Аннотация.** Эта статья представляет обзор применения искусственного интеллекта (ИИ) в решении экологических проблем, а также в его мониторинге окружающей среды, прогнозировании экологических процессов и разработке эффективных решений, а также ограничения и преимущества его использования.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, окружающая среда, экология, экосистема, прогнозирование, наблюдение, безопасность, промышленность, революция*

Искусственный интеллект играет важную роль в решении экологических проблем, предоставляя новые возможности для наблюдения, способным совершить революцию в экологических исследованиях, предоставив при этом новые инструменты и методы для анализа и моделирования экологических систем. Экологические проблемы связаны с дисбалансом в природной среде и негативным воздействием деятельности человека на окружающую среду.

Роль искусственного интеллекта в решении экологических проблем

Мониторинг окружающей среды: искусственный интеллект может быть задействован для мониторинга окружающей среды путем сбора и анализа информации о качестве воздуха, воды, почвы и других аспектах.

Разработка прогнозов и моделей для изучения экологических процессов: это подход, который позволяет анализировать данные, изучать взаимосвязи и предсказывать будущие изменения в окружающей среде. Алгоритмы машинного обучения и статистические методы позволяют обрабатывать огромные объемы информации и выявлять закономерности, которые помогут принять меры по устойчивому развитию и сохранению экосистем.

Преимущества использования искусственного интеллекта в решении экологических проблем

1. Автоматизация и ускорение процессов: искусственный интеллект может обрабатывать большие объемы данных и выполнять сложные вычисления гораздо быстрее человека.

2. Анализ больших объемов данных: современные технологии сбора данных позволяют получать огромное количество информации об окружающей среде. Искусственный интеллект может обрабатывать и анализировать эти данные, выявлять тенденции и закономерности.

3. Прогнозирование и моделирование: искусственный интеллект можно использовать для создания прогностических моделей и прогнозирования будущих изменений окружающей среды.

Ограничения использования ИИ в решении экологических проблем

1. Недостаток данных: для эффективной работы искусственного интеллекта необходимы большие объемы данных.

2. Непредсказуемость природы: искусственный интеллект может столкнуться с трудностями при анализе и моделировании таких систем, особенно когда влияние различных факторов неочевидно.

3. Зависимость от технической инфраструктуры: искусственный интеллект требует соответствующей технологической инфраструктуры, включая высокоскоростной интернет, мощные вычислительные ресурсы и специализированное программное обеспечение.

Применения искусственного интеллекта в решении экологических проблем

1. **Изменение климата, глобальное потепление:** увеличение доли электроэнергии, вырабатываемой из экологически чистых возобновляемых источников энергии, таких как солнце и ветер; использование технологии искусственного интеллекта позволило прогнозировать выработку энергии солнечными и ветряными электростанциями.

2. **Парниковый газ:** на основе данных, полученных от транспортных средств, оптимизируются навигация и городское движение, повышается безопасность. Использование беспилотных автомобилей с алгоритмами компьютерного зрения и глубоких нейронных сетей.

3. **Стихийные бедствия:** раннее прогнозирование стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций. Искусственный интеллект и математическое моделирование могут помочь заранее предсказать потенциально опасные природные явления и вызванные ими чрезвычайные ситуации.

4. **Отходы и их переработка:** системы сортировки промышленных отходов на основе искусственного интеллекта и компьютерного зрения становятся все более актуальными, позволяя правильно обрабатывать одни виды отходов и перерабатывать другие.

Заключение

Искусственный интеллект не представляет собой одну из человеческих проблем, а лишь решает проблему, созданную людьми. В настоящее время искусственный интеллект не претендует на самостоятельность в принятии решений, но он вполне может стать основой для сбора и классификации данных экспертами, а также для формирования первичных выводов. Таким образом, применение искусственного интеллекта может улучшить понимание и управление экосистемами и внести вклад в охрану природы и устойчивое развитие.

Список источников

1. Гудзенко В., Вареничев А., Громова М. Экологические проблемы газовых гидратов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 11. С. 77–91.

2. Демченко Д. Карта применения технологий искусственного интеллекта: медицина, образование, транспорт и другие сферы [Электронный ресурс] / Дмитрий Демченко // vc.ru – 03.10.2016. – Режим жоступа: <https://vc.ru/p/ai-map>

3. Искусственный интеллект в экологии: решение проблем с помощью новых технологий // Научные Статьи.Ру — портал для студентов и аспирантов. — Дата последнего обновления статьи: 11.11.2023. — Режим жоступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/ii-i-reshenie-ekologicheskikh-problem/>

Кириллова М.А.

Научный руководитель: Стрельникова Н.М., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве на примере мониторинга состояния почвы.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс*

Искусственный интеллект (ИИ) играет важную роль в современном сельском хозяйстве и сельскохозяйственном производстве. Благодаря использованию ИИ в агропромышленном комплексе (АПК), возможно автоматизировать процессы управления фермерскими хозяйствами, повысить производительность и эффективность производства, улучшить качество продукции, оптимизировать затраты на сельскохозяйственные ресурсы и повысить уровень безопасности пищевых продуктов.

ИИ может использоваться для анализа данных сельскохозяйственных предприятий, предсказания урожайности и оптимизации агротехнических процессов. Также он может помочь в создании автономных сельскохозяйственных систем, управляемых датчиками и роботизированными машинами, что позволит снизить трудозатраты и повысить производительность.

В условиях развития современного мира и увеличения количества потребляемой продукции необходимо увеличить сельскохозяйственное производство для удовлетворения спроса на 70% [1].

Задача искусственного интеллекта в АПК заключается в повышении эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства.

Мы можем разделить сельскохозяйственный процесс на несколько частей [2].

Начальный этап – подготовка почвы для посева семян.

Посев семян. На этом этапе необходимо позаботиться о расстоянии между семенами и глубине посадки семян.

Добавление удобрений. Удобрения необходимы для выращивания питательных и здоровых культур и поддержания плодородия почвы.

Орошение помогает сохранить почву влажной и сохранить влажность.

Защита от сорняков. Важно предусмотреть защиту от сорняков, так как сорняки снижают урожайность, увеличивают себестоимость продукции, мешают сбору урожая и снижают качество урожая.

Сбор урожая. Процесс сбора зрелых культур с полей.

Хранение. Эта фаза послеуборочной системы, во время которой продукты хранятся таким образом, чтобы гарантировать продовольственную безопасность вне сельскохозяйственных периодов [1].

Рассмотрим использование искусственного интеллекта в системе мониторинга состояния почвы и урожая на примере технологического стартапа PEAT.

Качество выращиваемой культуры напрямую зависит от типа почвы и ее питания. Основной причиной ухудшения качества почвы является увеличение вырубки леса. Для разрешения данной проблемы немецкий технологический стартап PEAT разработал приложение на основе искусственного интеллекта под названием Plantix, направленное на выявление дефицита питательных веществ в почве, включая вредителей и болезни растений.

Plantix, новаторское мобильное приложение, разработанное PEAT GmbH жизненно важным инструментом для фермеров во всем мире. Используя передовые технологии искусственного интеллекта, Plantix предлагает комплексное решение для диагностики болезней растений, повреждений растений вредителями и дефицита питательных веществ, меняя способы управления фермерами здоровьем сельскохозяйственных культур.

Рост Agtech отмечен появлением программного обеспечения для сельского хозяйства, дополняющего роботов и дронов в точном земледелии. Это программное обеспечение удовлетворяет разнообразные потребности сельского хозяйства, включая обнаружение сорняков, анализ цен и мониторинг оборудования. Ключевые категории включают управление фермами для оперативного планирования, точное земледелие для анализа данных и оптимизации ресурсов, контроль орошения, прогнозирование погоды и управление животноводством. Каждый тип программного обеспечения адаптируется к конкретным требованиям фермы.

Управление фермой помогает в планировании операций, составлении графика посадки/сбора урожая, финансовом отслеживании и мониторинге состояния сельскохозяйственных культур/животноводства. Точное земледелие собирает и анализирует данные датчиков для оптимизации ресурсов. Контроль орошения управляет ирригационными системами для оптимального распределения воды. Прогноз погоды предсказывает погоду для защиты урожая. Управление животноводством отслеживает и контролирует разведение, кормление и здоровье скота [3].

Ключевая технология использования данного приложения заключается в распознавании изображений растений, снимки которых делает непосредственно фермер на смартфон. Данная технология позволяет фермерам оптимизировать урожайность отдельных видов сельскохозяйственных культур в агропромышленном комплексе.

Таким образом, искусственный интеллект в сельском хозяйстве не только помогает фермерам автоматизировать свое хозяйство, но и переходит к точной культивации для повышения урожайности и лучшего качества сельскохозяйственных культур при использовании меньшего количества ресурсов.

Список источников

1. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства. Науч. аналит. обзор / Федоренко В.Ф., Черноиванов В.И., Гольяпин В.Я., Федоренко В.М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 232 с.
2. Смирнов Е.Н., Лукьянов С.А. Формирование и развитие глобального рынка систем искусственного интеллекта // Экономика региона. 2019. Т. 15, вып. 1. С. 57–69.
3. Официальный сайт ПланФикс. URL: <https://planfix.ru/?ysclid=lv199ap7fh5435669>
4. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // [Электронный ресурс]. Режим доступа URL **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

Малов А.В.

Научный руководитель: Смирнова С.Ю., ст. преподаватель
Марийский государственный университет

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ УСЛУГ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

***Аннотация.** Рассмотрим методы и подходы к разработке рекомендательных систем для услуг с использованием нейронных сетей, рассмотрим различные подходы, включая гибридные модели, коллаборативная фильтрация и анализа контента.*

***Ключевые слова:** рекомендательные системы, нейронная сеть, гибридные модели, коллаборативной фильтрации, информационный фильтр, информационный перегруз*

Рекомендательные системы на основе нейронных сетей стали неотъемлемой частью системы. Они играют важную роль в предоставлении персонализированных рекомендаций, которые улучшают удовлетворенность пользователей услугами.

Услуги стали частью мира. Особенно важным аспектом применения рекомендательных систем является их использование в сфере услуг.

В условиях возрастающего разнообразия и доступности услуг, различных видов - от онлайн-покупок и развлечений до образовательных курсов, игр - создание эффективных рекомендаций для пользователей является важной частью системы, которая стремится предоставить наиболее лучшие варианты, основываясь на действиях.

Нейронная сеть, благодаря своей способности анализировать данные, предоставляет мощный инструмент для создания более точных рекомендаций для пользователя.

Методы и подходы для систем, в которых будут показываться рекомендации по услугам, включают в себя гибридные модели, способные объединить преимущества различных типов рекомендательных систем [1], последовательные данные, особенно важно в услугах, где предпочтения пользователей могут динамично изменяться.

С ростом объема данных и разнообразия услуг, предоставляемых в онлайн-пространстве, поиск наиболее подходящих услуг становится все более сложным. Классические методы рекомендаций, такие как колла-

боративная фильтрация и анализ содержания [1], часто оказываются недостаточными для получения более точных рекомендаций, направленных на пользователя.

Современные рекомендательные системы в услугах сталкиваются с несколькими ключевыми проблемами, влияющими на качество и эффективность подачи рекомендаций:

1. Информационный перегруз. С увеличением объема предлагаемых услуг пользователи сталкиваются с информационным перегрузом. Необходимость выбора из огромного числа вариантов усложняет процесс принятия решения.

2. Динамичность предпочтений. Предпочтения пользователей могут меняться во времени и под воздействием различных факторов. Традиционные методы рекомендаций часто неспособны предоставлять актуальные рекомендации. Холодный старт и разреженность данных. Новым пользователям или тем, кто редко пользуется услугами, сложно предложить нужные рекомендации. Это вызвано недостаточностью данных [2].

3. Долгосрочное и краткосрочное поведение. Некоторые услуги могут быть интересны пользователям в долгосрочной перспективе, в то время как другие - лишь на определенный момент времени.

Анализ этих проблем подчеркивает важность инновационных подходов к созданию рекомендательных систем для услуг, основанных на нейронных сетях. Эти сети могут эффективно моделировать сложные взаимосвязи в данных, учитывая динамичность, контекст и индивидуальные особенности пользователей. Подходы, основанные на нейронных сетях, предоставляют потенциал для решения многих из перечисленных выше проблем и создания более точных и адаптивных рекомендательных систем в услугах.

Для преодоления проблем и создания эффективных рекомендательных систем в сфере услуг, основанных на нейронных сетях, есть следующие подходы:

1. Информационный фильтр [2]. На основе контента и контекста: включение анализа контента и учета контекстуальных данных (например, местоположения, времени суток) позволяет предоставлять более точные рекомендации, учитывая индивидуальные предпочтения и текущие потребности пользователя.

2. Гибридные модели: Комбинирование различных методов рекомендаций (коллаборативной фильтрации, анализа контента) с применением нейронных сетей позволяет объединить преимущества разных подходов, улучшая качество рекомендаций [1].

3. Учет холодного старта. Применение методов, таких как контентная ориентация [2], позволяет эффективно рекомендовать услуги для новых или редко взаимодействующих пользователей.

4. Оценка качества рекомендаций. Чтобы система имела высококачественную рекомендации, необходимо постоянно обновлять информацию об интересах пользователя, используя алгоритм рекомендаций.

5. Использование рекуррентных нейронных сетей (RNN): Анализ последовательных данных о действиях пользователей позволяет учитывать динамичность предпочтений и адаптировать рекомендации в реальном времени.

Внедрение данных подходов в разработку рекомендательных систем для услуг на базе нейронных сетей существенно повышает эффективность, точность и качество предоставляемых рекомендаций, снижает информационный перегруз и улучшает пользовательский опыт.

В данной статье рассмотрены проблемы и решения в области рекомендательных систем для услуг, сосредотачивая внимание на инновационных подходах, основанных на нейронных сетях. Введение нейронных сетей в разработку рекомендательных систем предоставляет значительные преимущества в решении сложных задач персонализации и предоставления точных рекомендаций.

Интеграция нейронных сетей в разработку рекомендательных систем для услуг представляет собой выдачу более нужных услуг, а также создание конкурентного преимущества на рынке услуг.

Список источников

1. Павлов П.С. «Методы оценки качества рекомендательных систем» Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2022, с.178-182.

2. Овечкин А.В. «Проектирование рекомендательной системы на основе нейронной сети» StudNet, Ч.5, №4, 2022, с. 2635-2641.

Маркелов К.О.

Научный руководитель: Смоленникова Л.В. канд. экон. наук
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА БИЗНЕС-РЕЗУЛЬТАТЫ

***Аннотация.** Цель данной статьи - исследовать влияние искусственного интеллекта (ИИ) на бизнес-результаты, а также определить факторы, способствующие успешной интеграции ИИ в бизнес-стратегию. Внедрение ИИ в бизнес-процессы становится все более распространенным явлением. ИИ способен оптимизировать операционную деятельность, улучшить качество предоставляемых услуг и продуктов, снизить затраты и повысить производительность. Однако применение ИИ также сопряжено с определенными сложностями, связанными с этическими аспектами, приватностью данных и риском потери рабочих мест. Поэтому необходимо определить, каким образом ИИ может быть наиболее эффективно интегрирован в бизнес-стратегию, чтобы преимущества его использования превосходили потенциальные риски.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), бизнес-результаты, эффективность, производительность, автоматизация*

Искусственный интеллект (ИИ) меняет ландшафт бизнеса, предлагая новые возможности для повышения эффективности, оптимизации процессов и создания инновационных продуктов и услуг. Его влияние распространяется на практически все аспекты деловой жизни, трансформируя привычные подходы.

Одним из ключевых преимуществ ИИ является его способность выступать в роли катализатора инноваций. Технологии ИИ, такие как машинное обучение и глубокое обучение, позволяют анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать рыночные тенденции. Это создает основу для разработки новых бизнес-моделей и продуктов, ориентированных на удовлетворение индивидуальных потребностей каждого клиента [1].

Компании Amazon и Taobao используют персонализированные рекомендации на основе ИИ, предлагая своим клиентам товары и услуги, соответствующие их вкусам и предпочтениям. Alibaba и DBS

внедряют автоматизированные системы обслуживания клиентов, работающие на базе ИИ, повышая эффективность и снижая затраты. Tesla и Waymo являются лидерами в области беспилотных транспортных средств, используя ИИ для решения сложных задач навигации и управления [2].

В финансах ИИ применяется для оценки рисков, обнаружения мошенничества, управления инвестициями и предоставления персонализированных финансовых услуг. В производстве ИИ оптимизирует производственные процессы, снижает затраты, повышает качество продукции и способствует развитию «умных» фабрик.

Помимо содействия инновациям, ИИ оптимизирует бизнес-процессы, повышая производительность труда и снижая затраты. Otto и DBS используют ИИ для управления логистикой, цепочками поставок, прогнозирования спроса и управления запасами. Mastercard и другие финансовые институты применяют ИИ для обнаружения мошенничества и управления рисками.

Автоматизация рутинных задач с помощью ИИ освобождает ресурсы для творческой деятельности и решения сложных проблем. ИИ также поддерживает принятие решений, предоставляя аналитические данные и прогнозы, что позволяет руководителям принимать более обоснованные и эффективные решения. [4]

Экспертные системы, такие как Cardiogram, помогают врачам ставить диагнозы и разрабатывать планы лечения. Образовательные платформы, такие как Профнавигация, помогают людям с выбором профессии и построением карьеры. Системы поддержки принятия решений предоставляют ценную информацию и аналитику для руководителей [3].

Внедрение ИИ ставит перед обществом новые этические и правовые вопросы: конфиденциальность данных, алгоритмическая дискриминация, прозрачность и подотчетность ИИ. В связи с этим необходимо разработать этические рамки и регулирование, обеспечивающие ответственное и эффективное использование ИИ.

ИИ оказывает значительное влияние на бизнес-результаты, способствуя росту эффективности, снижению затрат и повышению конкурентоспособности. Однако успешное внедрение ИИ требует комплексного подхода, учитывающего как технологические возможности, так и этические аспекты, а также готовность к изменению бизнес-процессов. ИИ способен увеличивать доходы, снижать затраты и повышать конкурентоспособность компаний. В связи с этим компании, стремящиеся к успеху в эпоху цифровой трансформации, должны

рассматривать ИИ как стратегический инструмент для достижения своих целей [5].

В рамках исследования был проведен комплексный анализ, включающий анализ научной литературы, бизнес-кейсов и данных о финансовых показателях компаний, применяющих искусственный интеллект (ИИ) в своей деятельности. Полученные результаты позволят разработать рекомендации по эффективному использованию ИИ в бизнесе и минимизации рисков при его внедрении.

Подводя итог вышеизложенному, можно сказать ИИ оказывает значительное влияние на бизнес-результаты, способствуя росту эффективности, снижению затрат и повышению конкурентоспособности. Однако успешное внедрение ИИ требует комплексного подхода, учитывающего как технологические, так и этические аспекты, а также готовность к изменению бизнес-процессов. Компании, стремящиеся к успеху в эпоху цифровой трансформации, должны рассматривать ИИ как стратегический инструмент для достижения своих целей.

Список источников

1. Берджесс Э. Искусственный интеллект — для вашего бизнеса. Руководство по оценке и применению / Эндрю Берджесс; пер. с англ. — Москва: Эксмо, 2022. — 368 с.
2. Цзэн М. Как Alibaba использует искусственный интеллект в бизнесе. Сетевое взаимодействие и анализ данных / Мин Цзэн; пер. с англ. — Москва: Интеллектуальная Литература, 2023. — 320 с.
3. Гатаулина Е.В. Интеллектуальные бизнес-процессы в промышленности / Е.В. Гатаулина, Е.Е. Романова, И.С. Пелымская. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. — 180 с. — URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/125445/1/978-5-91256-595-3_121.pdf (дата обращения: 11.04.2024).
4. Яковлева Е.А. Роль технологий искусственного интеллекта в цифровой трансформации экономики / Е.А. Яковлева, А.Н. Виноградов, Л.В. Александрова, А.П. Филимонов // Экономика и предпринимательство. — 2023. — № 5 (146). — С. 1175-1180. — URL: <https://1economic.ru/lib/117710> (дата обращения: 11.04.2024).
5. Kubatko O. Influence of artificial intelligence on business decision-making / Олександр Kubatko, Стенлі Озімс, В'ячеслав Вороненко // ResearchGate. — 2023. — URL: https://www.researchgate.net/publication/378920444_influence_of_artificial_intelligence_on_business_decision-making (дата обращения: 11.04.2024).

Пегашева А.А.

Научный руководитель: Чернякевич Л.М., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ: ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И РИСКИ

***Аннотация.** Рассмотрены технологии искусственного интеллекта в банковской сфере. Представлены примеры применения ИИ в финансовых организациях и их главные преимущества. Также рассмотрены риски внедрения ИИ в банковском секторе.*

***Ключевые слова:** банковский сектор, искусственный интеллект, финансовые услуги, риски*

Система искусственного интеллекта – это программная система, имитирующая на компьютере процесс мышления человека. Технологии искусственного интеллекта - совокупность технологий, включающая в себя компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта [2].

В сфере внедрения технологий искусственного интеллекта более 30% организаций, осуществляющих деятельность в различных отраслях экономики, применяют технологии искусственного интеллекта для выполнения прикладных задач. Банковский сектор является одним из первых секторов, активно применяющих технологии искусственного интеллекта (ИИ) благодаря своей открытости к технологическим инновациям. Крупнейшие банки России инвестируют в развитие решений на основе ИИ около \$1 млрд в год, что составляет около ₽80 млрд по состоянию на июль 2023 г. [4].

Главные преимущества, которые принесет внедрение ИИ в течение ближайших трех лет: ускоренное получение аналитических выводов, сокращение ручных процессов, улучшение процесса принятия решений, повышение производительности, снижение эксплуатационных затрат, качество продукта, клиентский опыт [2]. Технологии ИИ представляют собой мощный инструмент для кардинального преобразования банковской сферы и оказывают влияние на рост бизнеса, расширение возможностей, повышение эффективности, совершенствование процесса принятия решений (таблица).

Таблица 1 - Примеры применения искусственного интеллекта в финансовых организациях

Сфера применения	Тип ИИ
Чат-боты	ИИ-алгоритмы на основе обработки естественного языка
«Умные» инструменты маркетинга	ИИ-алгоритмы с элементами глубокого обучения для формирования персональных предложений
Алготрейдинг, инвестиционное консультирование и оценка стоимости активов	ИИ-алгоритмы на основе регрессионных моделей для оценки показателей
Скоринг	Приложения на основе ИИ-алгоритмов для проведения кредитного скоринга – оценки платежеспособности клиентов при рассмотрении заявки на кредит
Подтверждение операций, обработка документов	ИИ-алгоритмы, подключенные к сведениям о платежных данных и системе управления рисками для мгновенного принятия решений
Мониторинг транзакций	ИИ-алгоритмы, способные в режиме реального времени отслеживать подозрительные операции и оповещать пользователей
Разработка, оптимизация ПО	Сквозная сервисная функция для бизнес-процессов

Составлено по материалам [2, 4, 5].

На рынке финансовых технологий наиболее популярными технологиями ИИ являются деревья решений (84%) и сверточные нейронные сети (63%). В финансовом секторе 95% компаний внедрили технологии ИИ в основные процессы, при этом наиболее продвинутые решения реализованы в риск-менеджменте (скоринг), а также в функциях по продаже и продвижению банковских продуктов [4].

Помимо очевидных преимуществ, широкое применение искусственного интеллекта в сфере финансовых услуг влечет за собой различные потенциальные риски.

Риски разработки ИИ и искажения работы модели ИИ. Разработчики искусственного интеллекта создают модели для решения практических задач на основе доступных ресурсов. Однако, применение таких моделей может привести к рискам, связанным с ошибками в написании кода, использованием модели не по назначению, недостаточной информацией для обучения и др. [3,4].

Риски аутсорсинга. Зависимость от поставщиков, утечка данных, сложности в интерпретации результатов, комплаенс-риски, репутационные риски, операционные риски и др. [6].

При разработке и внедрении искусственного интеллекта компании сталкиваются с *рисками в области данных и информационной безопасности*, включая утечку персональных и конфиденциальных данных [1,3].

Этические риски и риски нарушения прав потребителей и инвесторов. В международной практике к этическим рискам причисляют проблемы, связанные с предвзятостью, дискриминацией, выявлением ложных корреляций и непрозрачными и непонятными решениями ИИ.

Дополнительно в части рисков использования генеративного ИИ, по мнению экспертов, выделяются следующие риски [3]:

1. Риски конкуренции.
2. Злоупотребление доминирующим положением.
3. Макроэкономические риски и риски финансовой стабильности.
4. Объяснимость результатов.
5. Стадное поведение.
6. Риски ликвидности.

Таким образом, современные технологии искусственного интеллекта, их разработка и внедрение в банковском секторе являются перспективным направлением для обеспечения конкурентных преимуществ, расширения банковских продуктов и услуг, повышения эффективности. Одновременно с потенциальными выгодами финансовые компании работают в областях управления рисками.

Список источников

1. Искусственный интеллект в сфере банковских услуг и управления рисками [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.url: https://www.sas.com/content/dam/SAS/documents/marketing-whitepapers-ebooks/ebooks/ru/artificial-intelligence-banking-risk-management-110364.pdf](https://www.sas.com/content/dam/SAS/documents/marketing-whitepapers-ebooks/ebooks/ru/artificial-intelligence-banking-risk-management-110364.pdf)

2. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утв. указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 (в ред. от 15.02.2024) [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>

3. Применение искусственного интеллекта на финансовом рынке. Доклад для общественных консультаций [Электронный ресурс]. - М., 2023. - Режим доступа: www.url:

https://cbr.ru/Content/Document/File/156061/Consultation_Paper_03112023.pdf

4. Применение технологий искусственного интеллекта на финансовом рынке [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.url:https://www.fintechru.org/analytics/issledovanie-aft-primenenie-tekhnologiy-iskusstvennogo-intellekta-na-finansovom-rynke-rasshirennaya-/](http://www.url:https://www.fintechru.org/analytics/issledovanie-aft-primenenie-tekhnologiy-iskusstvennogo-intellekta-na-finansovom-rynke-rasshirennaya/)

5. Рекомендация об этических аспектах искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.url:https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_rus

6. Управление рисками аутсорсинга на финансовом рынке. Доклад для общественных консультаций [Электронный ресурс]. - М., 2022. - Режим доступа: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/142481/Consultation_Paper_06122022.pdf

УКД 539.376

Рожкова А.А.

Научный руководитель: Скобелева Н. В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

***Аннотация.** В работе рассмотрены основные направления применения технологий искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении, а также информационная база.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, здравоохранение, медицина*

Искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью современной экономики, проникая в различные отрасли и изменяя способы работы и принятия решений. Его теоретическое изучение началось еще в прошлом столетии и продолжается до сих пор. На данный момент не существует единого определения этого понятия, одним из них является следующее: искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопо-

ставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений [5].

В современном мире цифровая трансформация является ключевым фактором мирового экономического роста, и нельзя представить развитие различных отраслей экономики, включая здравоохранение, без использования технологий искусственного интеллекта. Применение ИИ в данной сфере позволяет улучшить диагностику заболеваний, оптимизировать лечение, улучшить качество обслуживания пациентов, а также сократить затраты на медицинское обслуживание. Алгоритмы машинного обучения и нейронные сети позволяют обрабатывать большие объемы данных быстрее и точнее, чем человеческий мозг.

Согласно докладу Минздрава России «Итоги 2020 года», в настоящее время в здравоохранении в сфере внедрения цифровых технологий более 926 тыс. автоматизированных рабочих мест медицинских работников подключены к медицинской информационной системе (МИС); 82,4% медицинских организаций используют МИС; 68,7% медицинских организаций подключены к централизованной подсистеме региональной государственной информационной системы (ГИС) в сфере здравоохранения; каждая пятая медицинская организация обеспечивает гражданам доступ к электронным медицинским документам в личных кабинетах пациента «Мое здоровье» на Едином портале государственных услуг и функций (ЕПГУ) [2] и пр.

Использование искусственного интеллекта в системе здравоохранения активно изучается и развивается в научных исследованиях как в России, так и за рубежом. В настоящее время успешно внедряются новейшие цифровые сервисы для здравоохранения, основанные на искусственном интеллекте. Ученые и специалисты в области медицины активно работают над созданием инновационных систем, которые могут помочь врачам принимать более обоснованные решения, улучшить качество медицинской помощи и повысить эффективность работы медицинских учреждений. Такие исследования включают в себя разработку алгоритмов машинного обучения для анализа медицинских данных, создание систем автоматизации процессов диагностики и лечения, а также использование робототехники и телемедицины для оказания медицинской помощи на расстоянии.

Среди зарубежных исследователей искусственного интеллекта в области здравоохранения следует отметить следующих: профессора

Джеффри Хинтон (США), известного своими разработками в области глубокого обучения и нейронных сетей, активно исследующего применение ИИ в медицине, включая диагностику рака и прочих заболеваний; профессора компьютерных наук и директора Исследовательского центра ИИ в Google Cloud Фей-Фей Ли (США), исследующую применение глубокого обучения и компьютерного зрения в медицине для улучшения диагностики и лечения различных заболеваний; главного научного сотрудника компании PathAI, специализирующуюся на разработке ИИ для анализа медицинских изображений, Маршалл Хэнкок (США), чьи исследования сосредоточены на создании автоматизированных систем диагностики рака с использованием глубокого обучения и пр.

В РФ достаточно большое количество талантливых исследователей данной области знаний, работающих над различными проектами, направленными на улучшение медицинских услуг и расширение возможностей диагностики и лечения. Некоторыми из них: профессор МГУ Андрей Савельев, специализирующийся на применении машинного обучения и нейронных сетей в медицине; директор Исследовательского института ИИ в медицине и биоинформатике, ведущий специалист по разработке алгоритмов машинного обучения для анализа медицинских данных Александр Шлемов, чьи работы направлены на создание инновационных решений для улучшения здравоохранения с использованием ИИ; доцент МФТИ Екатерина Яровая, которая активно работает над разработкой систем для автоматизации диагностики и анализа медицинских изображений с помощью ИИ и многие другие.

Во времена «Индустрии 4.0» искусственный интеллект является одним из важнейших ответвлений ИТ-исследований. В здравоохранении ИИ также играет значительную роль, привнося инновации и улучшения в работу медицинских учреждений. Применение технологий ИИ позволяет оптимизировать процессы диагностики, лечения и управления медицинскими данными.

Список источников

1. Аликперова Н.В. Искусственный интеллект в здравоохранении: риски и возможности / Н.В. Аликперова // Здоровье мегаполиса. – 2023. – Т. 4, вып. 3. – С. 41-49.
2. Булычева Е.В. Искусственный интеллект как новое явление в развитии здравоохранения и медицинского образования (обзор литературы) / Е. В. Булычева // Медицинское образование и профессиональное развитие. – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 76-84.

3. Гусев А.В. Искусственный интеллект в медицине и здравоохранении / А.В. Гусев, С.Л. Добринюк // Здравоохранение в информационном обществе, 2017. – № 4-5. – С. 78-93.

4. Здравоохранение подключает искусственный интеллект // РБК. - URL: <https://plus.rbc.ru/news/60b769367a8aa93e70361a37> (дата обращения: 02.04.2024).

5. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс».

УДК 336, 373, 377

Сазонова Е.С.

Научный руководитель: Скобелева Н.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ

***Аннотация.** В статье приведены примеры применения технологий искусственного интеллекта в образовании.*

***Ключевые слова:** технологии искусственного, образовательное обеспечение, финансовое обеспечение*

С каждым днем искусственный интеллект (ИИ) совершенствуется и выходит на новый уровень. ИИ применяется в медицине, промышленности, машиностроении, сельском хозяйстве, образовании. Именно об ИИ в образовании пойдет речь далее.

Сегодня важно контролировать результативность деятельности образовательной организации с применением технологий ИИ. Проблема в том, что в образовании он мало применим. Актуальной является проблема использования искусственного интеллекта в финансовом обеспечении образовательного учреждения (ОУ).

Целью данной статьи является разработка теоретических основ по совершенствованию финансового обеспечения деятельности образовательных учреждений в условиях повышения финансово-хозяйственной самостоятельности, а также оптимизации некоторых затрат и прибыли от внебюджетной деятельности образовательного учреждения с помощью технологий ИИ.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- исследовать область применения технологий ИИ;
- изучить бизнес-процессы ОУ;
- исследовать область применения технологий ИИ в финансовом обеспечении системы образования;
- сделать выводы по исследованию.

Ключевая роль в финансовом развитии образования отводится государству. Финансовое обеспечение деятельности образовательного учреждения осуществляется в соответствии с законодательством, а именно на основе федеральных нормативов финансового обеспечения образовательной деятельности государственных образовательных учреждений, находящихся в ведении субъектов Российской Федерации, и муниципальных образовательных учреждений - на основе региональных нормативов финансового обеспечения образовательной деятельности. Данные нормативы определяются по каждому типу, виду и категории образовательного учреждения, уровню образовательных программ в расчете на одного обучающегося, воспитанника, а также на иной основе [1], [3].

Качественное образование - это важный фактор развития экономики, а оно всегда будет находиться на низком уровне, если его недостаточно финансировать.

По результатам проведенного исследования было разработано дерево кейса (рис. 1), где выделены некоторые перспективные, взаимосвязанные источники финансирования ОУ, а также область применения технологий ИИ.



Рис. 1. Дерево кейса

Анализ приводит к следующим выводам: если рассматривать каждый источник финансирования отдельно, то можно отметить, что по отдельности они мало эффективны, но если их взять в совокупности, то за счет их увеличения, можно прийти к достижению цели. Потому необходимым элементом развития системы образования является повышение уровня финансово-экономического состояния, достигающееся через увеличение объемов всех источников финансовых ресурсов.

Таким образом, получен ответ на главный вопрос исследования – можно ли использовать технологии искусственного интеллекта в финансовом обеспечении образовательного учреждения? Можно. А чтобы узнать, будет ли это выгодно и окупятся ли такие проекты и в какой срок, нужно проводить специальные финансово-экономические расчеты.

Список источников

1. Федеральный закон от 24.10.2007 N 232-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (в части установления уровней высшего профессионального образования)" // Собрание Законодательства РФ. – 29.10.2007. - №44. – ст. 5280
2. Федеральный закон от 10.07.1992 N 3266-1 "Об образовании" // Собрание Законодательства РФ. – 30.07.1992. - № 30. – ст. 1797
3. Федеральный закон от 08.05.2010 N 83-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений" // Собрание Законодательства РФ. – 10.05.2010. – № 19. – ст. 2291
4. Федеральный закон от 24.04.2020 N 123-ФЗ "О проведении эксперимента по установлению специального регулирования в целях создания необходимых условий для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта в субъекте Российской Федерации - городе федерального значения Москве и внесении изменений в статьи 6 и 10 Федерального закона "О персональных данных" // Собрание Законодательства РФ. – 27.04.2020. - № 17. – ст. 2701
5. Соловьева М.И, Особенности финансирования бюджетных образовательных учреждений [Электронный текст] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-finansirovaniya-byudzhetnyh-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy/viewer> (дата обращения: 05.12.2023)

УДК 004.8

Сорочкина Т.Н.

Научный руководитель: Скобелева Н.В., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЛОГИСТИКЕ

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные аспекты роли искусственного интеллекта в логистике и его преимущества. Основная мысль статьи заключается в том, что использование искусственного интеллекта позволяет сократить расходы, снизить вероятность ошибок и улучшить качество обслуживания в сфере логистики.

Ключевые слова: логистика, искусственный интеллект, цепочки поставок, эффективность

Введение.

В настоящее время в России не существует ни одной компании, не столкнувшейся с трудностями в области логистики. Из-за сложной геополитической обстановки, влияния пандемии и западных санкций, ограничения пропускной возможности рынков и транспортных связей вскрываются проблемы логистического обслуживания.

Применение искусственного интеллекта в логистике главным образом направлено на оптимизацию цепочек поставок, присутствующих в каждой компании данной отрасли, независимо от их размера, и являющихся одной из наиболее значительных статей расходов.

Эффективно организованная логистика позволяет балансировать нагрузки и ресурсы, способствуя улучшению финансового состояния предприятия [1].

Искусственный интеллект в логистике

Искусственный интеллект в логистике – это новейшее направление развития технологий, которое позволяет оптимизировать процессы управления цепями поставок и снижать издержки.

Одной из ключевых возможностей искусственного интеллекта в логистике является автоматизация процессов принятия решений. Автоматические системы могут анализировать данные в реальном времени, выявлять паттерны и предсказывать будущие события, что помогает бизнесу быстро реагировать на изменения рынка и минимизировать риски.

Основные положения искусственного интеллекта, которые могут быть применены для оптимизации цепочки поставок: [2]

1. Использование ИИ и расширенной аналитики для принятия решений на основе данных.

Обработка и анализ данных играют важную роль в развитии технологий оптимизации цепочки поставок. В каждой точке сложной цепочки поставок существует огромное количество доступных для сбора данных. Искусственный интеллект и системы расширенной аналитики позволяют изучать эти данные и извлекать из них преимущества.

К примеру, выбор стратегий по формированию цепочек поставок, созданию распределительных центров или подбору транспорта в зависимости от времени суток на основе анализа обширных данных (погодные условия, дорожные работы, цены на топливо и прочее) позволит достигнуть максимальной эффективности решений.

Один человек или группа людей не способны учесть все многообразие факторов, влияющих на успешность доставки, и потому для принятия

обоснованных управленческих решений информации будет недостаточно.

С помощью алгоритмов и методов прогнозирования эти технологии анализируют большие данные и предоставляют выводы, на основе которых участники цепочки поставок могут быстро принимать решения, повышать прибыльность и предотвращать сбои. Например, такая аналитика помогает компаниям заранее увеличивать запасы на ожидаемые периоды высокого спроса или корректировать план доставки после стихийного бедствия. Во многих приложениях есть средства визуализации, которые превращают полученные с помощью ИИ данные в удобные графики и диаграммы. Эти визуализации помогают сотрудникам быстрее анализировать информацию.

2. Повышение эффективности с помощью автоматизации и оптимизации процессов.

Автоматизация сопряженных с ошибками и трудоемких задач повышает эффективность и скорость в цепочке поставок. Система выполняет автоматизированные операции быстро и точно.

Многие задачи цепочки поставок можно автоматизировать, чтобы сэкономить время и силы сотрудников. Например, на основе данных из заказов на покупку автоматизированные процессы могут заполнять счета, рассылать клиентам подтверждения и информацию для отслеживания заказов, рассчитывать наиболее выгодные маршруты и перевозчиков или уведомлять сотрудников о низком уровне складских запасов. В этой области разработки технологий и логистических систем для цепочки поставок много возможностей.

Например, Ocado – это британский онлайн-супермаркет, который создал высокоавтоматизированный склад. Робот называется "машина-улей-сетка" и может выполнить 65 000 заказов (это означает примерно 3,5 миллиона продуктовых товаров) в течение одной недели. Основными задачами этих машин являются перемещение, подъем и сортировка продуктов питания. Затем работники Ocado упаковывают вещи и отправляют еду. В результате время, необходимое для выполнения онлайн-заказа, сводится к минимуму [3].

3. Автоматизация искусственным интеллектом процессов доставки и транспортировки.

Полезным инструментом в логистике, основанным на искусственном интеллекте, является автоматизация маршрутизации транспорта. ИИ способен анализировать данные о трафике, расстоянии, времени и состоянии дорог, а также учитывать информацию о доставках в реальном времени. Это позволяет оптимизировать выбор наиболее эффективных и

быстрых маршрутов доставки товаров. Такая автоматизация позволяет сократить время доставки и снизить затраты на транспортировку.

Таким образом, роль искусственного интеллекта в логистике весьма значительна. Во-первых, он позволяет автоматизировать и оптимизировать сложные процессы, которые ранее требовали большого количества времени и ресурсов. Во-вторых, искусственный интеллект способен анализировать большие объемы данных за короткое время, что помогает в принятии более точных решений. В-третьих, он способен адаптироваться и учиться на основе новых данных, что позволяет повысить эффективность логистических процессов со временем.

Список источников

1. Как искусственный интеллект делает логистику устойчивее / Электронный ресурс: <https://novobi.ru/ru/blog/sobytiya/268-ai-sustainable-logistic.html>
2. Оптимизация логистики и цепочек поставок с помощью ИИ / Электронный ресурс: Оптимизация логистики и цепочек поставок с помощью ИИ | Горизонты ИИ | Дзен (dzen.ru)
3. Примеры использования искусственного интеллекта логистике / Электронный ресурс: <https://eduardshol.github.io/examples-of-the-use-of-artificial-intelligence-in-logistics.html>

УДК 631.171

Тетерина Н.Ф.

Научный руководитель: Наумова Т.М., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

***Аннотация.** Статья посвящена вопросам внедрения цифровизации и интернета вещей в сельское хозяйство, в высокотехнологичный бизнес за счет взрывного роста производительности и снижения расходов.*

***Ключевые слова:** интернет вещей, цифровое сельское хозяйство, точечное земледелие, цифровые технологии*

Рассматривая задачу в части внедрения технологий искусственного интеллекта в сферу сельского хозяйства, наблюдаем что цифровизация российских сельхозпроизводителей уже стартовала у части российских холдингов, причем как у самых крупных («Русагро» - управление сырьем, долгосрочное хранение, умное производство, системы точного земледелия; «Степь» - системы точного земледелия, агроскаутинг, цифровая транспортная платформа), так и у небольших («Белая Дача фарминг»). Многие предприятия, компании, учитывают отраслевые тренды, и своевременно реагирует на вызовы, используя новые цифровые решения, которые позволяют повысить эффективность бизнес-процессов, но не все сельхозпредприятия могут позволить себе масштабное применение цифровых технологий, так как, во-первых, сказывается нехватка свободных средств, которые можно инвестировать в инновационные инструменты, во-вторых, приходится учитывать существующие кадровые проблемы, сложность обучения сотрудников работе с новыми технологиями [1].

С 2019 года в России реализуется проект «Цифровое сельское хозяйство», разработанный Министерством сельского хозяйства. Среди ключевых этапов ведомственного проекта выделены следующие: разработка и внедрение национальной платформы цифрового государственного управления отраслью сельского хозяйства; создание и внедрение специального модуля «Агрорешения» в национальную платформу управления «Цифровое сельское хозяйство»; формирование единой системы бесперебойной подготовки специалистов сельскохозяйственной отрасли с целью формирования у них необходимых компетенции в области понимания цифрового пути развития аграрного сектора экономики [2].

Основная цель внедрения цифровизации – это минимизация человеческого фактора. Инструменты цифровизации и искусственного интеллекта помогают человеку в оперативном реагировании на возникающие проблемы, приводят в систему базы данных, которые необходимы для принятия взвешенных решений по бизнес-процессу в кратчайший срок [3].

Цифровые инструменты позволяют создавать и обрабатывать огромные объемы данных, обеспечить соблюдение технологической дисциплины и оптимизировать использование ресурсов на каждом этапе производства, что очень важно при принятии оптимальных управленческих решений. Сейчас имеется множество разработок и инновационных технологий, которые позволят оптимизировать и автоматизировать многие производственные процессы в агропромышленном комплексе и эти технологии можно объединить в 4 группы (рисунок 1).

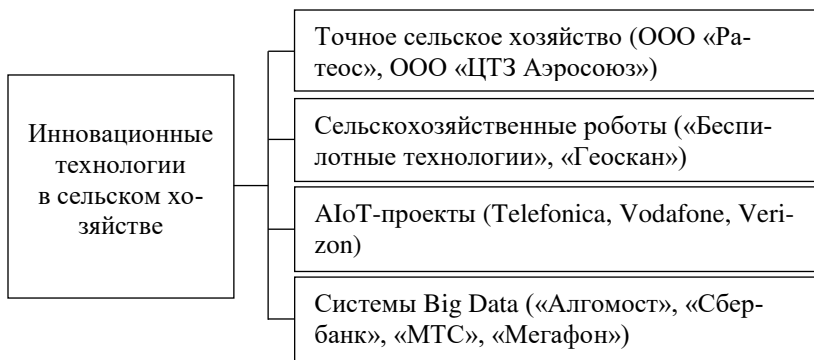


Рис. 1. Группировка сельскохозяйственных инновационных технологий
Источник [3-6].

Предполагается, что рынок технологии к 2030 году достигнет 225 млрд долларов. Для сравнения – на 2023-й прогнозировался рост до 26 млрд. Технологии, объединенные общим названием Интернет вещей (Internet of Things) сочетают фундаментальные открытия в области анализа данных (Data Science, искусственный интеллект, machine learning), инновационных достижений в разработке сенсоров и самоуправляемой (беспилотной) техники, подключенных сетевых решений, систем управления, платформ и приложений.

При комплексном подходе, внедрение технологий цифровой экономики обеспечит экономический эффект и снизит издержки минимум на 23% [8].

Список источников

1. Шокумова Р.Е. Цифровизация роста агропромышленного комплекса в России // Известия Кабардино-балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2021. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-rosta-agropromyshlennogo-kompleksa-v-rossii> (дата обращения: 06.12.2021 г).

2. Варич М.И., Давлетшин Р.Р. Цифровизация сельского хозяйства в рамках проекта развития сельского хозяйства в Российской Федерации до 2025 года // Молодой ученый. 2020. № 2. С. 354–357.

3. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>

4. Геолайн технологии. Умное фермерство, обзор ведущих производителей и технологий. [Электронный ресурс]. URL: <https://geoline-tech.com/smartfarm/> (дата обращения 23.10.2021 г).

5. Control engineering Россия. Сельское хозяйство по-умному. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.controlengrussia.com/otrasleyveresheniya/sel-skoe-hozyajstvo/umnoe-sel-skoe-hozyajstvo/> (дата обращения 26.10.2021 г).

6. Uplab. Технологии Big Data [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uplab.ru/blog/big-data-technologies/> (дата обращения 25.10.2021 г).

7. Интернет вещей в сельском хозяйстве (IoTAg) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (IoTAg) (дата обращения 22.03.2024 г).

8. Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Слинко О.В. Состояние и перспективы цифровизации сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 9. С. 43–48.

УДК 338.46

Шагиев Р.А.

Научный руководитель: Стрельникова Н.М., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

***Аннотация.** Рассматриваются тренды в здравоохранении - внедрение технологий искусственного интеллекта на примере реализации программы «Модернизация первичного звена здравоохранения в Республике Марий Эл».*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, нейросеть, здравоохранение*

Внедрение технологий искусственного интеллекта (далее по тексту – ИИ) в медицине – один из главных трендов в мире здравоохранения. ИИ и нейросети способны в корне изменить всю мировую медицину:

преобразовать систему диагностики, способствовать разработке новых лекарственных препаратов, повысить качество медуслуг в целом и снизить расходы. В перспективе возможности ИИ практически безграничны. Однако прежде чем рассматривать особенности использования технологии в сфере здравоохранения, необходимо разобраться в том, что представляет из себя ИИ [4].

Цель – изучить эффективность внедрения технологии искусственного интеллекта в здравоохранении.

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

1. изучение проекта «Модернизация первичного звена здравоохранения Российской Федерации»,
2. изучение задач проекта и использование ИИ,
3. анализ рисков,
4. предложения по внедрению чат-бота.

Объектом данного исследования является здравоохранение.

Предметом исследования являются технологии искусственного интеллекта в здравоохранении на примере реализации программы «Модернизация первичного звена здравоохранения в Республике Марий Эл».

В Российской Федерации реализуется национальный проект «Здравоохранение», который нацелен на совершенствование оказания медицинской помощи, включая профилактику заболеваний и формирование здорового образа жизни.

В его рамках реализуется региональный проект «Модернизация первичного звена здравоохранения Российской Федерации», цель которого - организация оказания медицинской помощи рядом с местом жительства, обучения или работы исходя из потребностей всех групп населения.

Региональный проект разработан с целью увеличения доступности, повышения качества и оперативности оказания первичной медико-санитарной помощи населению, проживающему в сельской местности и в целях достижения максимального приближения первичной медико-санитарной помощи сельскому населению в малонаселенных пунктах Республики Марий Эл [1].

Разработка ИИ сегодня является приоритетной задачей для многих стран мира. Если рассматривать внедрение умных систем в медицинской сфере, то в первую очередь их польза будет состоять в увеличении точности диагностики различных заболеваний.

Сегодня искусственный интеллект не может решать сложные медицинские задачи: он самостоятельно не придумает и не спроектирует

прибор из будущего, который сможет за пару секунд отсканировать организм человека, выявить любые проблемы и назначить оптимальное лечение. Однако и нынешние возможности очень интересны для врачей, пациентов и клиник [2].

Для достижения поставленных целей предусматривается решение следующих задач:

- оснащение медицинских организаций, на базе которых оказывается первичная медико-санитарная помощь, а также центральных районных и районных больниц оборудованием для оказания медицинской помощи с учетом формы обратной связи и интеграции данных исследований и системы, которая поможет осуществить выбор оптимальной программы дальнейших консультаций при помощи ИИ,

- обеспечение потребности в дорогостоящих диагностических исследованиях, проводимых в амбулаторных условиях, и выделение их из подушевого норматива финансирования оказания первичной медико-санитарной помощи проводимой в амбулаторных условиях при помощи ИИ;

- создание механизма мотивации руководителей и медицинских работников медицинских организаций первичного звена здравоохранения с учетом степени соответствия медицинской организации статусу медицинской организации, внедряющей новую модель оказания гражданам первичной медико-санитарной помощи при помощи ИИ [3].

Список источников

1. Постановление Правительства Республики Марий Эл от 15 декабря 2020 года №465 «Модернизация первичного звена здравоохранения в Республике Марий Эл" на 2021 - 2025 годы (последняя редакция). Дата обращения: 11.04.2024

2. Нормативно-правовое регулирование искусственного интеллекта в здравоохранении России [Electronic resource]. URL: <https://webiomed.ru/blog/normativno-pravovoeregulirovanie-iskusstvennogo-intellekta-vzdravookhranении-rossii> (Дата обращения: 11.04.2024).

3. Кушнерова И.А., Акимов С.С. Перспективы применения искусственного интеллекта в медицине // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии». 2022. С. 249-250.

4. Черная И.П., Просалова В.С., Николаева А.А. Сквозные технологии как цифровые инновации в здравоохранении и медицинском образовании // Теория и практика общественного развития. 2022. № 3. С. 64-73. DOI: <https://doi.org/10.24158/tipor.2022.3.9>

УДК 621.791.18

Андреев Г.В.

Поволжский государственный технологический университет

ДИФфуЗИОННАЯ СВАРКА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

***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 характеристики

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, формирующий газ).

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 поджатия 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 пе-

ремещения 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 621.642

Андреев Г.В.

Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ 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 пиррофорных 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 резервуаров ручными методами;
- вывод емкости из эксплуатации;
- при ручной очистке происходит загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы земли);
- объем нефтеотходов создает проблемы с их последующей транспортировкой, захоронением, повторной переработкой, 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 дна 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 310 °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 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., ст. преподаватель

Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИЙ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФРУКТОВ И КОРНЕПЛОДОВ

***Аннотация.** Предложена конструкция сортировочного устройства, определена его ориентировочная стоимость, проведена его сравнительная оценка.*

***Ключевые слова:** сортировка, фрукты, корнеплоды*

Сортировка – процесс разделения продукции по размерным и качественным признакам. Особую актуальность представляет сортировка фруктов и корнеплодов [1, 2].

Данный процесс также позволяет:

1. улучшить товарные качества яблок и фруктов;
2. получить дополнительную прибыль.

Способы сортировки фруктов и корнеплодов:

1. ручным способом, *недостатки*: низкая производительность, большие занимаемые площади;
2. автоматическим способом, *недостатки*: высокая материалоемкость, высокая цена оборудования, высокая энергоемкость процесса, сложность конструкции, стационарные.

Цель работы. Провести сравнительную оценку существующих сортировочных устройств по размерным признакам.

Предложена конструкция сортировочного устройства по размерным признакам (рис. 1) [3].

Причем опорный стол может быть стационарным или передвижным.

Для определения ориентировочной цены сортировочного устройства, разделим его на блочно-модульные единицы:

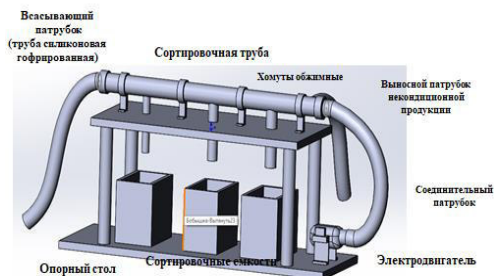


Рис. 1. Сортировочный транспортер

1. сортировочный блок (труба круглого или прямоугольного сечения);
2. энергетический блок (электродвигатель);
3. опорный блок (сортировочный стол);
4. соединительные элементы (труба пластиковая гофрированная, хомуты и т.д.).

Ориентировочная смета на изготовление сортировочного устройства представлена в табл. 1.

Таблица 1

Ориентировочная смета на изготовление сортировочного устройства

Наименование	Количество	Цена, руб.
Электродвигатель мощностью 1750 Вт	1	13800
Труба круглая пластиковая (Воздуховод ERA круглый PBX D150, длина 2м)	1	1143
Хомут для крепления трубы (Хомут на трубу ДМК D150 (с креплением) XKHdXX150-DAFF	5	2825

Труба пластиковая гофрированная прозрачная (Круглый гибкий воздуховод ERA 15PF 2000 мм 150 мм)	1	584
Хомут обжимной 160 (430/0,5мм + нержавейка) Феррум	2	990
Стол из нержавейки с полкой промышленный на колесиках длиной 2500/600/870 мм	1	18400
ИТОГО		37742
Работа (50 % от стоимости комплектующих)		18871
Вспомогательные материалы		7000
ВСЕГО		63 613 (65 700)

Сравнительная характеристика сортировочных устройств:

1. *сортировка картофельная Elkor M 614*: Производительность, т/ч: до 6, потребляемая мощность, кВт: 0,55, напряжение, В: 380, габариты с переборочным столом, мм: 4960*1220*1900, общий вес, кг: 420, исполнение: стационарное. Цена 495 000 руб.

2. *сетчатый калибровщик СК-90*. Производительность, т/ч: до 10, габариты, мм: 2800*2290*2100, мощность, кВт: 2,8, напряжение, В: 380, масса, кг: 570, исполнение: стационарное. Цена 740 000 руб.

3. *разрабатываемая конструкция сортировочной установки (с граничными условиями)*. Габариты, мм: 2500* до 800* до 1100, мощность, кВт: не более 1,75, напряжение, В: 220, масса, кг: не более 150, исполнение: стационарное или мобильное. Цена не более 80 000 руб.

Выводы. Предложенная конструкция сортировочного устройства для фруктов и корнеплодов позволяет:

1. упростить конструкцию;
 2. снизить материалоемкость (использование таких материалов как пластик, пластмасса и т.д.);
 3. уменьшить энергоемкость процесса;
 4. снизить трудоемкость обслуживания (блочно-модульная конструкция);
 5. повысить универсальность (стационарная или подвижная).
- Ориентировочная цена составит не более 80 000 рублей.

Список источников

1. 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.

2. Аль-Офари А.А.Х.Х. Сортировка фруктов на основе технического зрения. // В сборнике: Современное научное знание: теория, методология, практика. Сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции. Смоленск. 2020. - С. 55-59.

3. Патент № 2812464 МПК В07В 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 630*36

Анисимов Н.С.

Научные руководители: Царев Е.М., д-р техн. наук, профессор;

Рукомойников К.П., д-р техн. наук, профессор;

Макаров В.Е., ст. преподаватель;

Багаутдинов И.Н., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

СМЕННЫЙ МОДУЛЬНЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. *Предложена конструкция сменного модульного рабочего органа для лесозаготовительной машины при тушении низовых пожаров.*

Ключевые слова: *лесозаготовительная машина, энергетический модуль, рабочий орган, пожар, технологический модуль, лесное хозяйство, лесозаготовительная отрасль*

Лесное хозяйство — одна из ведущих отраслей экономики России. Ключевой задачей лесного хозяйства является организация рационального использования и сохранения лесов [1].

Общая компоновка лесозаготовительных машин (ЛЗМ) базируется на принципах двухмодульного проектирования, включающий энергетический и технологический модули [2]. Состоит из тягача (энергетического модуля) и навесного оборудования (технологического модуля) [2].

Навесное оборудование современных лесозаготовительных машин включает манипуляторное оборудование и рабочий орган, для выполнения заданных операций. В зависимости от выполняемых операций различают следующие виды рабочих органов лесозаготовительных машин: у форвардеров - клещевой захват, у харвестеров - валочно-сучкорезно-раскряжечные головки, у сучкорезных машин — сучкорезная головка, у валочно-пакетирующих машин — валочная головка.

Цель работы: разработка сменного модульного рабочего органа для лесозаготовительной машины при предупреждении и тушении лесных пожаров.

Был произведен литературный и патентный поиск, где были установлены аналог и прототип. Указаны их недостатки [3].

Лесозаготовительная машина включает в себя энергетический модуль (силовую установку) 1 и технологический модуль в виде рабочего органа 2, предназначенного для тушения лесных пожаров путем создания противопожарных барьеров, возведения противопожарных опушек и созданием временных или постоянных пожарных водоемов (рис. 1) [4].

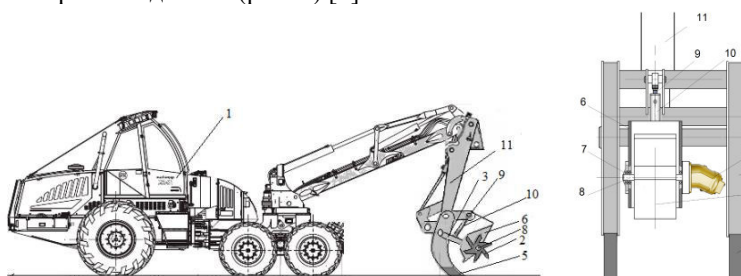


Рис. 1. Лесозаготовительная машина и рабочий орган для тушения пожаров:
1 – силовая установка, 2 – рабочий орган, 3 – П-образная рама, 4 – гидромотор,
5 – упоры, 6 – направляющий кожух, 7 – подшипники, 8 – вал, 9 – тяга,
10 – гидроцилиндр рабочего органа, 11 – манипулятор

Рабочий орган 2 шарнирно установлен внутри П-образной рамы 3 и посредством гидромотора 4 связан с силовой установкой 1. Внизу рамы 3 закреплены упоры 5, вынесенные за центр масс рабочего органа, при этом рабочий орган сверху закрыт направляющим кожухом 6, который на подшипниках 7 установлен на его валу 8 и верхней частью связан посредством тяги 9 с корпусом П-образной рамы 3, при этом рабочий орган 2 при помощи гидроцилиндра 10 имеет возможность изменять положение в вертикальной плоскости, а П-образная рама 3 в целом в

горизонтальной и вертикальной плоскостях при помощи манипулятора 11 силовой установки 1.

Рассмотрим работу лесозаготовительной машины на борьбе с тушением пожаров как прокладка на пути распространения пожара заградительных и минерализованных полос или канав, а также на засыпке кромки огня грунтом.

Перед началом работы при помощи манипулятора 11 упоры 5 заглубляются в грунт. П-образная рама 3 наклоняют вперед до касания рабочим органом 2 земли. Затем включают в работу гидромотор 4 и гидроцилиндр 10. При этом происходит внедрение рабочего органа 3 в грунт, за счет чего происходит отделение срезаемого объема грунта и выброс его за пределы устройства. При этом за счет тяги 9 происходит изменение положения кожуха 6, за счет чего производится регулирование дальности вылета грунта за пределы устройства.

После обработки участка перед собой устройство можно поворачивать относительно оси машины, тем самым можно производить круговую обработку. Лесозаготовительная машина позволяет надежно фиксировать грунтомет в почве, что повышает безопасность работы с ним. После завершения работ на участке его переводят на другой, и цикл повторяется.

Выводы. В результате выполнения работ при предотвращении и тушении низовых пожаров данный сменный модульный рабочий орган расширяет технологические возможности серийных лесозаготовительных машины на базе валочно-пакетирующих. Повышается безопасность труда и обеспечивается равномерность разбрасывания грунта.

Список источников

1. Оноприенко Ю.Г., Диулина И.Е., Бондарева В.В. Перспективные пути развития лесного хозяйства как отрасли российской экономики // В сборнике: Новая наука как результат инновационного развития общества. сборник статей Международной научно-практической конференции: в 17 частях. 2017. С. 32-34.
2. Демидов С.А. История создания и общая компоновка лесосечных машин последних поколений // В сборнике: Наука сегодня фундаментальные и прикладные исследования. Материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 26-29.
3. Малюков С.В., Ступников Д.С., Шанин И.И. Обзор современных конструкций лесопожарных грунтометов // Воронежский научно-технический Вестник. 2018. Т. 3. № 3 (25). С. 37-50.

4. Патент № 2774545 Российская Федерация, МПК А62 С27/00. Пожарный грунтосмет / Царев Е.М., Анисимов С.Е., Рукомойников К.П., Волдаев М.Н., Попов Н.И., Анисимов Н.С., Анисимов И.С., Ожиганов В.Н., заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет, заявл. 05.07.2022, опублик. 09.01.2023, бюл. №1.

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., ст. преподаватель

Поволжский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИЙ ПРОТИВОПРОБУКСОВЫХ УСТРОЙСТВ

***Аннотация.** Предложена конструкция противобуксовочного устройства и определена его ориентировочная стоимость.*

***Ключевые слова:** бездорожье, противобуксовочное устройство, проходимость, ходовое оборудование*

Автомобиль - транспортное средство, используемое для перевозки людей и/или грузов, имеющее от четырёх колёс и более. Состоит из шести основных групп элементов: рамы, рабочего оборудования, силовой установки, трансмиссии, ходового оборудования и системы управления [1].

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].

Конструкции противобуксовочных устройств представлены в табл. 1.

Таблица 1

Противобуксовочные устройства

Тип устройства	Кол-во, шт.	Общий вид	Цена, руб	Недостатки
Ленты (траки) противобуксовочные	1		1200	циклический характер работы
Цепи противоскольжения	на 4 колеса		10000	трудоемкость установки (требуется снятия колеса)
Браслеты противоскольжения	на колесо		3499	трудоемкость установки (требуется снятия колеса)
Антипробуксовочная лента	1		2500	циклический характер работы
Шипы	50 шт. на колесо		800 (за 100 шт.)	сезонность (только зимой)

Цель работы. Разработка конструкции противобуксовочного устройства для увеличения проходимости автомобилей на пневматических шинах по бездорожью за счет увеличения сцепных качеств колеса с поверхностью грунта.

Предложенная конструкция противобуксовочного устройства обладает следующими преимуществами (рис. 1) [3].



Рис. 1 Противобуксовочное устройство:

1 – планки; 2 – Г-образные грунтозацепы; 3, 4 – шарниры; 5, 6 – талрепы; 7 – шпилька; 8 – шестигранник; 9 – центральное отверстие;

Модель противобуксовочного устройства представлена на рис. 2.

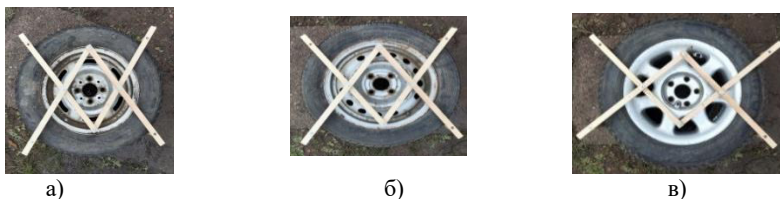


Рис. 2 Модель противобуксовочного устройства (без механизма натяжения): а - радиус колеса R13, б - радиус колеса R14, в - Радиус колеса R15

Ориентировочная смета на изготовление противобуксовочного устройства представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Ориентировочная смета на изготовление
противобуксовочного устройства**

Наименование	Количество	Цена, руб.
Полоса Ст 40 50х5 (отгрузка от 1 метра/5кг)	2 (от 31 до 51 руб./кг)	510
Стальная износостойкая втулка вала направляющая втулка внутренний диаметр 14 мм внешний диаметр 16 мм	4	595
Палец крепления диаметры 14 мм, палец стопорный с чекой	4	570
Вспомогательные материалы (грунтозацепы, шипы на грунтозацепы)		1500
Работы (40 % от стоимости комплектующих)		1270
ВСЕГО		4 661(4 700)

Выводы. Предложенная конструкция противобуксовочного устройства обладает следующими преимуществами:

1. улучшенные сцепные качества с опорной поверхностью дороги;
2. устанавливаются в любой ситуации при остановке автомобиля на любой дороге не снимая колеса;
3. всесезонность;
4. универсальность (для разных диаметров колеса);
5. сокращение времени и затрат на установку и демонтаж.

Ориентировочная стоимость противобуксовочного устройства составит 4 700 руб.

Список источников

1. Фатхуллоев И.Б. Формально-структурный анализ терминопольа "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 автомобилей. Инновации и инвестиции. 2019. № 4. С. 239-244.
3. Патент 2761680 Противопробуксовочное устройство. Российская Федерация, МПК В60В 15/26, В60В 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 658.26

Буркин А.В.

Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ 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, технологиями 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 ком-

прессорные 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 насосные 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 Запад-

ной 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, насос с электроприводом для откачки воды из поверхностных и подземных источников, канализационные насосные станции сточных вод, все энергоемкое оборудование оператора, административные 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: эффективность и надежность; 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.

Буркин А.В.

Поволжский государственный технологический университет

РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА 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 эконо-

номические, 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 шупа – прибора контроля, чаще в виде прутка. Процедура анализа данным способом заключается в изъятии шупа 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 уносить 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 621.311

Зинин К.В.

Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ТЭС 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 – невозполнимые 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 грозит 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 подтопления 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 продол-

жаются десятилетиями, имеют следствием переработку больших масс почвогрунтов, загрязнение вод, заиливание 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 химической очистки, консервации и промывок оборудования, а также систем гидрозолаудаления. 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 соблюдению 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.

Зинин К.В.

Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ 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 перекomпоновки технологического производства.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций. Коэффициент закрепления опе-

раций – 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 одной 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 привлечь 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 технологического процесса 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 620.9

Кельмаков В.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ 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 огром-

ную 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 безопасности. Принципы такой стратегии безопасности предусматривают долгосрочное, надежное и экологически приемлемое энергоснабжение, цены, которые будут оправданы и удовлетворяют 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.

Кельмаков В.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ 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. Основная особенность 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, вследствие 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 этом нить и фон станут одного цвета (нить "исчезнет"). В этот момент яркостная температура нити равна яркостной температуре диагностируемого объекта.

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°C. 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°C . Поэтому для контроля яркостной температуры выше 1400°C 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 измерения, 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 теплотокаторов, 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.

Крюков А.С.

Поволжский государственный технологический университет

ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ СИСТЕМ 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 эффективно-го 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, при-

менение 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 радиотехнологий 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 сектора, 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-Петербургского 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)

Крюков А.С.

Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В 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)

Ломакин А.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ЛИКВИДАЦИЯ 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. Вследствие 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;
- резиноканевые 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 нефтесборщиками, 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 разлива 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 621.642

Ломакин А.Н.

Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ РЕЗЕРВУАРА

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 сооружения, сравнительно большие потери легких фракций из нефтеостатков.

Суть химико-механизированного способа в том, что очистка резервуаров производится 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 устанавливаться размывающие системы или винтовые мешалки.

Одним из типов размывающей системы является система размыва и предотвращения накопления осадка, состоящая из группы пригруженных всерных кольцевых сопел, обвязывающих их трубопроводов, насосного агрегата. Осадок размывается распространяющейся по днищу резервуара нефтью в виде всерной 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) м³/ч на одно сопло.

Однако накопление осадков не всегда удастся 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 621.311

Попов М.А.

Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ 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 ПТФЕ, 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 преимуществам 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).

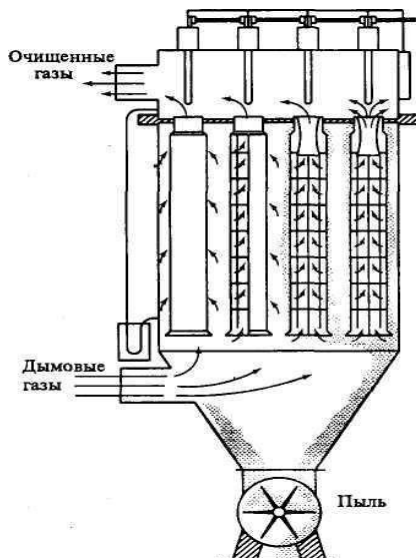


Рис. 1. Принципиальная схема рукавного фильтра

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://allfilters.ru/> (дата обращения: 22.06.2021).

УДК 621.311

Попов М.А.

Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ 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 кон-

вективной 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.

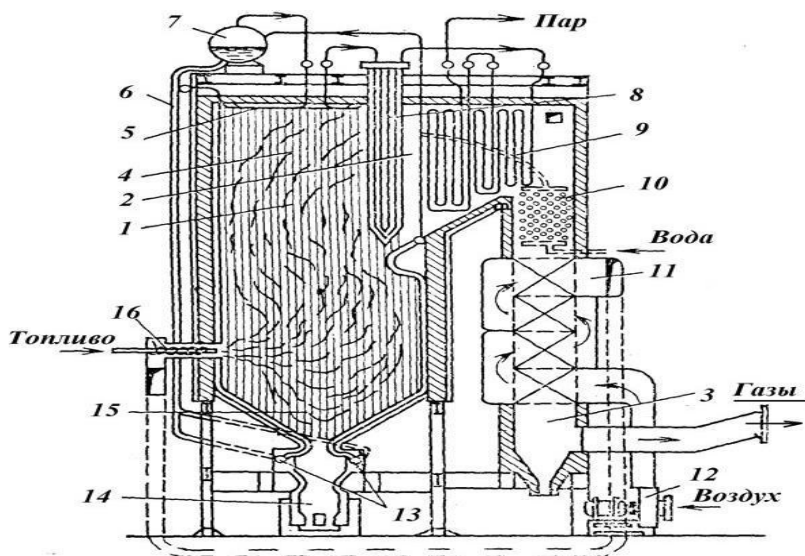


Рис. 1. Схема парового котла: 1 – топочная камера (топка); 2 – горизонтальный газоход; 3 – конвективная шахта; 4 – топочные экраны; 5 – потолочные экраны; 6 – спускные трубы; 7 – барабан; 8 – радиационно-конвективный пароперегреватель; 9 – конвективный пароперегреватель; 10 – водяной экономайзер; 11 – 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 газозвоздушного 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 воздушно-го) 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, изготавливать 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.

Соловьев И.В.

Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ 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, 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 корпуса 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.

Соловьев И.В.

Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ 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 случаев 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 распознавания лица достигли невероятных успехов, они способны отыскать человека в базе из 1 миллиарда изображений менее чем за 0.5 секунды [1], а точность распознавания, 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 данной области 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 требованиями 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 функций, таких как определение пола, возраста, эмоционального состояния и прочее, сможет выполнять система, тем больше она будет 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-vygoty-dlya-vashego-biznesa> (дата обращения: 15.10.2022)

Тимохов Р.С., Тимохова О.М., Шакирзянов Д.И.
Ухтинский государственный технический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Аннотация. В статье рассмотрен метод оптимизации технологии восстановления деталей машин, основанный на применении регрессионного анализа.

Ключевые слова: оптимизация, плазменное напыление, детали машин

Восстановление деталей машин имеет важное значение для экономии ресурсов и повышения эффективности производства. Оптимизация технологии восстановления деталей машин методом регрессионного анализа играет важную роль в обеспечении надежности механизмов машин и повышении эффективности производства. Благодаря такому подходу можно сократить издержки на ремонт деталей машин и улучшить качество выпускаемой продукции.

Цель исследования – поиск оптимальных условий проведения технологического процесса восстановления методом плазменного напыления, обеспечивающие повышение эффективности восстановления и эксплуатационных свойств покрытий.

Регрессионную модель напыления покрытий представим в следующем виде:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n,$$

где b_i – коэффициенты регрессии.

Выбор параметра оптимизации при плазменном напылении керамического теплозащитного покрытия определяется в основном условиями работы покрытия. При значительных термоциклических нагрузках определяющей характеристикой покрытия становится адгезионная (когезионная) прочность.

Основными факторами, влияющими на адгезию керамических покрытий, являются: энтальпия плазменной струи (в первую очередь мощность плазматрона и расход плазмообразующего газа), дистанция напыления и угол напыления (угол между осью плазматрона и плоскостью напыления).

Напыление осуществляется на алюминиевый сплав АК4 с подслоем молибдена толщиной 0,1 мм. Предварительный нагрев отсутствует, так

как поддерживать температуру подогрева подложки в строгих пределах технологически затруднительно. Толщина керамического покрытия, напыляемого порошком двуокиси циркония (грануляция 50...63 мкм), составляет 0,3 мм. Напыление проводится аргонной плазмой на воздухе (без защитной атмосферы). Расход порошка постоянный (2 кг/ч).

Для плакирования выбрана полуреплика 2^{4-1} с определяющим контрастом $J = x_1x_2x_3x_4$. Матрица планирования представлена в таблице 1.

На каждом уровне проведено пять экспериментов, по которым рассчитана дисперсия опыта.

Полученные коэффициенты регрессии позволяют получить следующее уравнение регрессии:

$$y = 42 + 5,2x_1 - 10x_2 + 7,2x_3 - 2x_4 \quad (1)$$

Коэффициенты регрессии статистически значимы, модель процесса адекватна.

Таблица 1 – Матрица планирования

Факторы	Фик- тивная пере- менная	Ди- станция напы- ления, мм	Угол напы- ле- ния, °	Мощ- ность, кВ·А	Давле- ние газа, кгс/см ²	Параметр оптими- зации (проч- ность на отрыв), кгс/см ²
Код	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1
Основной уровень	–	100	60	27	2,5	–
Интервал варьирования	–	25	0,2	3	25	–
Верхний уровень (+)	–	125	2,8	30	120	–
Нижний уро- вень (–)	–	75	2,4	24	170	–
Опыт						
1	+	–	–	–	–	40
2	+	+	+	–	–	34
3	+	–	–	+	–	52
4	+	+	–	+	+	75
5	+	–	+	+	–	25
6	+	+	–	–	+	40
7	+	–	+	–	+	28
8	+	+	+	+	+	38
Коэффици- ент регрес- сии	42	-5,2	-10	+7,2	-2	–

Анализ уравнения (1) показывает, что с ростом дистанции напыления и мощности возрастает адгезионная прочность, увеличение угла напыления и давления (расхода) газа снижает прочность. По степени влияния на адгезионную прочность факторы располагаются в следующий ряд (при когезионном отрыве покрытия на расстоянии 0,05...0,1 мм от подслоя): угол напыления, мощность плазматрона, дистанция напыления, давление плазмообразующего газа.

Получены оптимизационные параметры технологического процесса напыления: угол напыления оптимален в интервале 45...55 град, оптимальная дистанция напыления не превышает 120...130 мм, а давление (расход) газа не должно быть ниже 2 кгс/см² для данной конструкции горелки (МПП-5/68). Мощность следует повышать: чем выше мощность, тем более плотные и прочные покрытия формируются на оптимальных режимах и при умеренном расходе материала (1,5...2 кг/ч). Дальнейшие пути в оптимизации технологии напыления керамики лежат в области создания плакированных материалов и усовершенствования плазматронов.

Таким образом, путем анализа статистических данных и построения математических моделей возможно определение оптимальных параметров процесса восстановления деталей машин, которые максимизируют эффективность и минимизируют затраты.

Список источников

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613680 Российская Федерация. Расчет влияния параметров технологических режимов напыления на температуру основы: № 2021612392: заявл. 24.02.2021; опубл. 11.03.2021 / О. Н. Бурмистрова О.М. Тимохова П.В. Кожевникова В.Е. Кунцев. – EDN ZZTEQC.

2. Тимохова О.М. Исследование влияния технологических режимов наплавки на физико-механические свойства покрытия / О. М. Тимохова, О.Н. Бурмистрова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, № 1-2. – С. 293-296. – EDN ZTPODX.

3. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления: уч. пособие по курсу «Технология конструкций из металлокомпозитов» // М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 360 с.

Тимохова О.М., Михайленко Е.В.

Ухтинский государственный технический университет

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация. Рассмотрена математическая модель явления теплопередачи стенки камеры сгорания двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Установлена математическая модель данного процесса относительно угла поворота коленчатого вала. Построена обратная задача теплопроводности на стенке цилиндра.

Ключевые слова: теплопередача, температура стенок цилиндра, двигатель внутреннего сгорания

Теплообмен между рабочим телом и камерой сгорания в двигателе внутреннего сгорания является одним из наиболее важных параметров для моделирования и анализа цикла. Сгорание топлива происходит при высоких температурах, поэтому для безопасной работы двигателя необходимо поддерживать температуру на контролируемом уровне.

Целью данного исследования является оценка внутренней температуры в зависимости от угла поворота коленчатого вала путем решения обратной задачи теплопроводности [1]. Предполагается, что внутренняя температура является неизвестной функцией угла поворота коленчатого вала, а тепловой поток на внешней поверхности известен.

Физическая модель представлена на рисунке 1.

Были приняты во внимание следующие параметры:

1. цилиндр внутреннего радиуса R_1 и внешний радиус R_2 ;
2. теплофизические свойства постоянны, а теплопередача одномерна;
3. тепловые и физические свойства считаются постоянными;
4. стенка цилиндра рассматривается как тонкий прямоугольный лист.

В этих условиях математическая модель процесса теплопередачи в стенке цилиндра описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 T}{\partial^2 r} &= K \frac{\partial T}{\partial t}, & R_1 < r < R_2, t > 0, \\ T(r, 0) &= h_0(r), & T(R_1, t) = f_0(t), \quad k \frac{\partial T}{\partial t}(R_2, t) = g_0(t), \end{aligned} \quad (1)$$

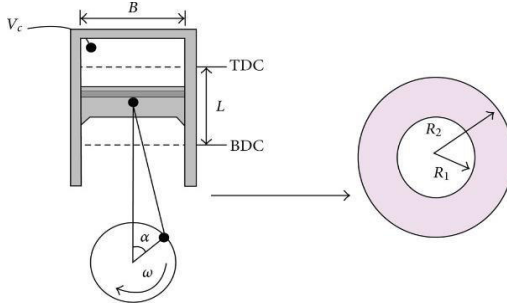


Рис. 1. Простой вид камеры цилиндра двигателя внутреннего сгорания

где $K = \frac{\rho C_p}{k}$, C_p – теплоемкость, ρ – плотность, k – теплопроводность, $h_0(r)$ – начальная температура, $f_0(t)$ – температура внутренней поверхности, $g_0(t)$ тепловой поток на внешней поверхности стенки камеры сгорания; α – угол поворота коленчатого вала, ВМТ – верхняя мертвая точка (положение поршня), НМТ – нижняя мертвая точка (положение поршня), ДС – мертвая точка, V_c объем камеры сгорания. Очевидно, что угол кривошипа меняется со временем; то есть, $\alpha = \alpha(t)$, поэтому имеем:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial T}{\partial \alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt}.$$

В двигателе $\frac{d\alpha}{dt}$ является:

$$\frac{d\alpha}{dt} = W_e = \frac{2\pi}{60},$$

где W_e – угловая скорость двигателя, а N – частота вращения двигателя.

Следовательно, для одного цикла формулу (1) можно представить следующим образом:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} = KW_e \frac{\partial T}{\partial \alpha}, R_1 < r < R_2, -\pi < \alpha < \pi, \quad (2)$$

$$T(r, -\pi) = h(r), \quad T(R_1, \alpha) = f_1(\alpha), \quad k \frac{\partial T}{\partial r}(R_2, \alpha) = g_1(\alpha).$$

Теперь предположим

$$x = \frac{r-R_1}{R_2-R_1}, \quad \tau = \frac{\alpha+\pi}{(R_2-R_1)^2 K \cdot W_e},$$

$$U(x, \tau) = T((R_2 - R_1)x + R_1, (R_2 - R_1)^2 K \cdot W_e \cdot \tau - \pi).$$

Тогда формула (2) сводится к следующей стандартной задаче теплопроводности

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial \tau}, 0 < x < 1, 0 < \tau < \tau_f, \quad (3)$$

$$U(x, 0) = h(x), \quad U(0, \tau) = f(\tau), \quad \frac{\partial U}{\partial x}(1, \tau) = q(\tau),$$

где

$$\begin{aligned}\tau_f &= \frac{2\pi}{(R_2 - R_1)^2 K \cdot W_e}, \\ f(\tau) &= f_1((R_2 - R_1)^2 K \cdot W_e \cdot \tau - \pi), \\ g(\tau) &= \frac{R_2 - R_1}{k} g_1((R_2 - R_1)^2 K \cdot W_e \cdot \tau - \pi).\end{aligned}\quad (4)$$

Поскольку экспериментальные данные недоступны, мы генерируем смоделированные данные переходной температуры $Y(l, \tau)$ используя вычисленную точную температуру U_{exact} следующим образом:

$$Y(1, \tau) = U_{exact}(1, \tau)(1 + 0.02\sigma)$$

где $0,5 < \sigma < 0,5$ является случайным числом.

Закключение

В данной статье представлена новая дифференциальная модель теплопроводности в стенке цилиндра двигателя внутреннего сгорания, с учетом значения угла поворота коленчатого вала. Эту модель можно использовать для оценки теплового потока и температуры на внутренней поверхности стенки цилиндра, а также температуры в других частях двигателя, связанных с камерой сгорания, в зависимости от угла поворота коленчатого вала.

На рисунке 2 показаны результаты после 20 итераций, когда мы используем базисные функции $m = 10$, $m = 20$ для оценки $f(\tau)$.

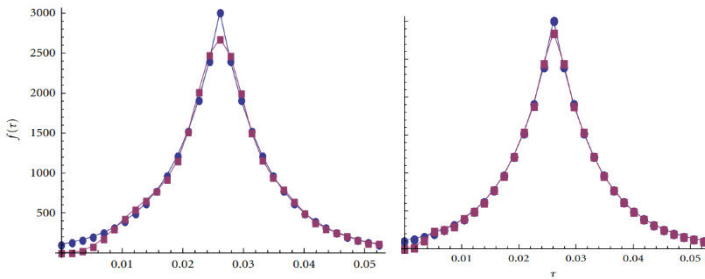


Рис. 2. Сравнение точных и приближенных решений с использованием $m = 10$ и $m=30$ кубических базисных функций В-сплайна

Список источников

1. Алифанов О.М., Артюхин Е.А., Ненарокомов А.В. Обратные задачи в исследовании сложного теплообмена: [монография] / Алифанов О.М., Артюхин Е.А., Ненарокомов А.В.; Моск. авиационный ин-т (МАИ). – М. : Янус-К, 2009. – 299 с.

2. Мацевитый Ю.М., Костиков А.О. Математические аспекты решения геометрических обратных задач теплопроводности: проблемы и пути их решения / Ю. М. Мацевитый, А.О. Костиков. Проблемы машиностроения, 2007, т. 10, № 3, с. 27–34.

УДК 621.81

Халтурин П.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ 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 ста-

диях позволяет предотвратить негативные факторы: от понижения точности оборудования до полного выхода из строя.

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 вихревого 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. *Радикационный 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

Халтурин П.Н.

Поволжский государственный технологический университет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. *Рассмотрены перспективы развития машиностроительной отрасли.*

Ключевые 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 инновации означают незна-

чительные 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.

Хватов К.Е.

Поволжский государственный технологический университет

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ 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 повышения 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-protseсса-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 004.89

Хватов К.Е.

Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО

Аннотация. *Рассмотрены вопросы внедрения нейронных сетей и машинного обучения в производство.*

Ключевые слова: *нейронные сети, инженеринговые 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 инженеринговые технологии производства является актуальной темой, но ее потенциал и пре-

имущества 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 идеальным инструментом 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 использованы 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 ма-

шинного 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., Золотко 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-tehnologicheskikh-protsessov-i-proizvodstv> (дата обращения: 02.11.2023)

УДК 004

Антышев Е.В.

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

МЕТОДЫ ХЕШИРОВАНИЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. *Описан метод хеширования как актуальный инструментом для обеспечения безопасности данных.*

Ключевые слова: *хеш-функции, безопасности данных*

Хеш-функция - это математический алгоритм, который преобразует входные данные произвольного размера в выходные данные фиксированного размера, называемые хеш-значением или дайджестом. Основные свойства хеш-функций включают быстрое вычисление и минимальное количество коллизий, то есть ситуаций, когда разным входным данным соответствует одно и то же хеш-значение.

Коллизии - это ситуации, когда разным входным данным соответствует одно и то же хеш-значение. Хорошая хеш-функция должна иметь минимальную вероятность коллизий, чтобы обеспечить уникальность хеш-значений для различных входных данных.

Стойкость к взлому - это свойство хеш-функций, которое означает, что они устойчивы к различным видам атак, направленных на нарушение их работы. Примеры математических операций, используемых в хеш-функциях, включают в себя следующие методы:

Метод деления: хеш-функция вычисляет остаток от деления хешируемого значения на размер хеш-таблицы. Формула для этого метода выглядит следующим образом: $h(k) = k \bmod m$, где k - ключ, m - размер хеш-таблицы.

Метод умножения: хеш-функция умножает ключ на некоторую константу и извлекает дробную часть результата. Затем она умножает эту дробную часть на размер хеш-таблицы и берет целую часть от результата. Формула для этого метода выглядит следующим образом: $h(k) = m * ((k * A) \bmod 1)$, где A - константа, k - ключ, m - размер хеш-таблицы.

Метод сложения: хеш-функция складывает значения символов ключа и берет остаток от деления на размер хеш-таблицы. Формула для этого метода выглядит следующим образом:
$$h(k) = \left(\sum_{i=0}^{n-1} k[i] \right) \bmod m$$
, где $k[i]$ - символ ключа, n - длина ключа, m - размер хеш-таблицы.

Обзор популярных алгоритмов хеширования:

MD5 (Message Digest Algorithm 5)

MD5 создает 128-битное (16 байт) хеш-значение.

Широко использовался, но считается устаревшим из-за обнаруженных уязвимостей.

Не рекомендуется для криптографических целей.

SHA-1 (Secure Hash Algorithm 1)

SHA-1 создает 160-битное (20 байт) хеш-значение.

Был разработан для криптографических приложений, но также был подвержен уязвимостям.

В настоящее время считается менее стойким к взлому.

SHA-256 (Secure Hash Algorithm 256)

SHA-256 создает 256-битное (32 байта) хеш-значение.

Является частью семейства алгоритмов SHA-2 и считается более стойким к взлому. Широко применяется в криптографических приложениях и блокчейн-технологиях.

Проблемы хеширования.

Коллизии: это ситуации, когда два разных входных значения приводят к одному и тому же хеш-значению. Коллизии могут привести к потере данных и ухудшению производительности.

Криптостойкость: хеш-функция должна быть устойчива к взлому, то есть невозможно было бы найти два разных входных значения, дающих одинаковый хеш. Это важно для обеспечения безопасности данных.

Эффективность: хеш-функция должна работать быстро и эффективно, чтобы обеспечить высокую производительность при работе с большими объемами данных.

Равномерное распределение ключей: хеш-функция должна обеспечивать равномерное распределение ключей по таблице хеширования, чтобы минимизировать количество коллизий и обеспечить быстрый доступ к данным.

Способами разрешения коллизий являются Метод цепочек (внешнее или открытое хеширование) - это способ разрешения коллизий при работе с хеш-таблицами. Он предполагает организацию связанного списка из всех записей, чьи ключи хешируются в одно и то же значение. Этот метод эффективен и имеет четкую структуру. Его удобно использовать,

когда неизвестно количество коллизий на одно хеш-значение, и поиск нужного значения будет происходить за минимальное время.

Метод открытой адресации, также известный как закрытое хеширование, предполагает размещение элементов, вызвавших коллизию, в других ячейках хеш-таблицы. При этом используется последовательность проб, которая определяет, куда поместить элемент в случае коллизии. Этот метод эффективен, когда известно количество коллизий на одно хеш-значение, и при поиске нужного значения будет происходить за минимальное время.

Хеширование является важным инструментом для обеспечения безопасности данных и их целостности. Перспективы развития хеширования связаны с улучшением стойкости к взлому алгоритмов хеширования, разработкой новых алгоритмов и улучшением производительности.

Список источников

1. Документация Microsoft. Режим доступа - <https://learn.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/seccrypto/hashes-and-digital-signatures>
2. Журнал Medium. Режим доступа - <https://aozturk.medium.com/simple-hash-map-hash-table-implementation-in-c-931965904250>
3. Блог Хабр с техническими статьями. Режим доступа - <https://habr.com/ru/articles/724376/>
4. Блог Хабр с техническими статьями. Режим доступа - <https://habr.com/ru/articles/509220/>
5. Энциклопедия Википедия. Режим доступа - <http://tiny.cc/fhblvz>
6. Учебная статья Государственный исследовательский университет в Норфолк Old Dominion. Режим доступа - <https://www.cs.odu.edu/~zeil/cs361/latest/Public/hash/>
7. Образовательный веб сайт Quescol. Режим доступа - <https://quescol.com/data-structure/collision-in-hashing-and-collision-resolution-technique>
8. Айти блог Scilfactory Media Режим доступа - <https://blog.skillfactory.ru/glossary/hashmap/>
9. Технический журнал Teach Cult. Режим доступа - <https://techcult.com/checksum/#:~:text=The%20most%20common%20checksum%20algorithms,values%20for%20two%20different%20files>

Вагизов А.Р.

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

ГЕОМЕТРИЯ ЛОБАЧЕВСКОГО

Аннотация. В статье рассматривается история возникновения, развитие, содержание геометрии Лобачевского, а также ее отличие от Евклидовой геометрии.

Ключевые слова: геометрия Лобачевского, Евклидова геометрия, пятый постулат Евклида, гиперцикл, орицикл, орисфера, плоскость Лобачевского

Геометрия Лобачевского основана на тех же постулатах, что и обычная Евклидова геометрия, за исключением аксиомы о параллельных. Впервые Н.И. Лобачевский сообщил о ней в 1826 году.

Возникновение геометрии Лобачевского связано с 5-м постулатом Евклида – аксиомой о параллельных прямых. Вопрос о 5-м постулате занимал геометров более 2-х тысячелетий и многие ученые пытались доказать его. Но Н.И. Лобачевский в 1829 году впервые ясно заявил, что 5-й постулат не может быть доказан на основе других посылок Евклидовой геометрии. Позже к таким же выводам пришли Янош Бойяи, Карл Фридрих Гаусс. В итоге Лобачевский выступил как первый наиболее яркий пропагандист новой геометрии. Ученый рассматривал ее не как игру ума, а как возможную теорию пространственных отношений.

Геометрия Лобачевского изучает свойства плоскости Лобачевского в планиметрии и пространства Лобачевского в стереометрии. Плоскость Лобачевского – это плоскость (множество точек), в которой определены прямые линии, подчиняющиеся всем аксиомам Евклидовой геометрии, за исключением аксиомы о параллельных прямых, которая заменяется аксиомой Лобачевского.

Евклидова аксиома – на плоскости через точку, не лежащую на данной прямой, можно провести ровно одну прямую, параллельную другой. В геометрии Лобачевского – через точку, не лежащую на данной прямой, проходят по крайней мере две прямые, лежащие в данной прямой в одной плоскости и не пересекающие ее.

Лобачевский строил свою геометрию, отправляясь от основных геометрических понятий и своей аксиомы, доказывал теоремы геометрическим методом, как это делается в геометрии Евклида. Основой служила

теория параллельных линий, так как здесь начинается отличие геометрии Лобачевского от Евклидовой геометрии. Все теоремы образуют так называемую абсолютную геометрию, к которой относится, например, теорема о равенстве треугольников. Вслед за теоремой о параллельных прямых строились другие разделы, включая тригонометрию и начала аналитической и дифференциальной геометрии.

Аксиомы геометрии Лобачевского:

- Не существует подобных, но не равных треугольников – треугольники равны, если их углы равны. Сумма углов всякого треугольника меньше π и может быть сколько угодно близкой к 0.
- Через точку O , не лежащую на данной прямой a , проходит бесконечно много прямых, не пересекающих a и находящихся с ней в одной плоскости.
- Если прямые имеют общий перпендикуляр, то они бесконечно расходятся в обе стороны от него. К любой из них можно восстановить перпендикуляры, которые не достигают другой прямой. Линия равных расстояний от прямой есть не прямая, а особая кривая, называемая эквидистантной или гиперциклом.
- Предел бесконечно растущих окружностей есть не прямая, а особая кривая, называемая предельной окружностью или орициклом. Предел сфер бесконечно увеличивающегося радиуса есть не плоскость, а особая поверхность – предельная сфера, или орисфера. Это послужило Лобачевскому основой для вывода формул тригонометрии.
- Длина окружности не пропорциональна радиусу, а растет быстрее, чем радиус.
- Чем меньше область в пространстве, тем меньше метрические соотношения в этой области отличаются от соотношений Евклидовой геометрии. Например, чем меньше треугольник, тем меньше сумма его углов отличается от π .

Лобачевский применил свою геометрию к вычислению определенных интегралов. В теории функций комплексного переменного геометрия Лобачевского помогла построить теорию автоморфных функций. Также эта геометрия нашла применение в общей теории относительности. Если считать распределение масс материи во Вселенной равномерным, что в космических масштабах представляет допустимое приближение, то оказывается, что пространство имеет геометрию Лобачевского.

При жизни ученого его геометрические идеи не получили признания. Они казались нелепыми и подвергались издевательствам и насмешкам. Потребовалось дальнейшее развитие математических наук, чтобы стала ясность правильности его исследования. Важность значения его

идей для дальнейшего развития математики выявилось только к концу 19 века. В настоящее время в КФУ, в доме, где проживал и работал ученый открылся музей им. Лобачевского, в честь него назван лицей при КФУ, технопарк (иннополис), Нижегородский государственный университет, научная библиотека Казанского университета.

Список источников

1. Большая Российская энциклопедия, 2004-2017 год.
2. Лаптев, Б.Л. «К 150-летию геометрии Лобачевского» монография. Казань, 2001г.
3. Гиндикин, С.Г. Рассказы о физиках и математиках. – 3-е изд., расширенное. М. МЦНМО, 2001. – 448 с.
4. Прасолов, В.В. Геометрия Лобачевского М: МЦНМО, 2014. – 88с.
5. Геометрия Лобачевского // Википедия URL https://ru.wikipedia.org/wiki/Геометрия_Лобачевского (25.02.24)

УДК 519.226.3

Галеев Д.О., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

БАЙЕСОВСКАЯ СТАТИСТИКА В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ И ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Аннотация. В статье предоставлена краткая информация о байесовской статистике и её применении в машинном обучении и искусственном интеллекте.

Ключевые слова: байесовская статистика, теорема Байеса, байесовская сеть, вероятностное программирование

Байесовская статистика - это подход к статистическому моделированию и выводу, основанный на теореме Байеса. Она позволяет оценивать неизвестные параметры модели с использованием априорной информации и данных, полученных из эксперимента.

Теорема Байеса - это основополагающая теорема в вероятностной статистике, которая позволяет обновлять вероятности гипотез на основе новой информации. Она формулируется следующим образом:

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

где $P(A|B)$ - вероятность гипотезы A при наличии некоторого наблюдения B , $P(B|A)$ - вероятность наблюдения B при истинности гипотезы A , $P(A)$ - априорная вероятность гипотезы A , $P(B)$ - вероятность наблюдения B .

Байесовская сеть - это графическая модель, представляющая вероятностные зависимости между переменными. Она состоит из узлов, представляющих переменные, и направленных ребер, представляющих условные зависимости между переменными. Байесовская сеть позволяет моделировать сложные вероятностные взаимосвязи и проводить вероятностные выводы на основе имеющихся данных.

Вероятностное программирование - это методология моделирования и анализа данных, которая объединяет вероятностную статистику и компьютерное программирование. Она позволяет создавать гибкие и мощные модели, которые могут учитывать неопределенность и сложные зависимости в данных. Вероятностное программирование использует языки программирования, которые позволяют описывать вероятностные модели и проводить вероятностные выводы. Это позволяет исследователям и инженерам легко моделировать и решать сложные задачи в различных областях, включая машинное обучение, искусственный интеллект и анализ данных.

Одним из основных применений байесовской статистики в машинном обучении является байесовский вывод. Вместо простого выбора наиболее вероятной модели, байесовский вывод учитывает априорные знания о моделях и обновляет их на основе данных, чтобы получить постериорное распределение вероятностей моделей. Это позволяет учесть неопределенность и получить более надежные и интерпретируемые результаты.

Байесовская статистика также может быть использована для оптимизации гиперпараметров моделей. Гиперпараметры - это параметры модели, которые не определяются непосредственно из данных, а задаются пользователем. Байесовская оптимизация позволяет находить оптимальные значения гиперпараметров, учитывая априорные знания о них и обновляя их на основе результатов экспериментов. Это помогает выбрать наиболее перспективные значения гиперпараметров и улучшить производительность модели.

Байесовская статистика также может быть использована для построения байесовских сетей - графических моделей, которые представляют вероятностные зависимости между переменными. Байесовские

сети могут быть использованы для прогнозирования, диагностики и принятия решений в различных областях, таких как медицина, финансы и инженерия. Они позволяют моделировать неопределенность и учитывать вероятностные зависимости между переменными, что делает их более гибкими и мощными инструментами.

Преимущества байесовской статистики включают возможность учета априорных знаний, способность работать с ограниченными данными и учет неопределенности. Это особенно важно в ситуациях, где данные ограничены или когда требуется учет неопределенности в принятии решений.

В заключение, байесовская статистика представляет собой мощный инструмент для моделирования неопределенности, принятия решений и оптимизации в машинном обучении и искусственном интеллекте. Ее применение может привести к более надежным и интерпретируемым результатам, а также помочь в решении сложных задач, где неопределенность играет важную роль.

Список источников

1. "Pattern Recognition and Machine Learning", автор - Christopher M. Bishop
2. "Bayesian Reasoning and Machine Learning", автор - David Barber
3. "Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques", автор - Daphne Koller and Nir Friedman

УДК 519.22:004.85

Гумаров Т.И., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА В ОБЛАСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается применение методов главных компонент (PCA) и метода опорных векторов (SVM) в области анализа данных и машинного обучения. Подробно описывается математическое обоснование и принципы работы каждого из этих методов, а также их применение в различных областях, таких как классификация, сжатие данных, анализ изображений и другие. Также освещаются аспекты использования математической статистики для оптимизации и обучения моделей на основе этих методов.

Ключевые слова: метод главных компонент, PCA, метод опорных векторов, SVM, анализ данных, машинное обучение, математическая статистика, классификация, сжатие данных, изображения

Математическая статистика имеет широкое применение в области распознавания образов, которое играет важную роль в современных технологиях. Эта область науки изучает методы анализа данных и выдачи выводов на основе статистических данных, полученных из наблюдений или экспериментов. Когда дело доходит до распознавания образов, математическая статистика играет критическую роль в разработке алгоритмов и моделей, которые могут точно определять и классифицировать образы.

Одной из важных задач математической статистики является обработка и анализ больших объёмов данных, которые стали особенно актуальными в свете развития цифровых технологий. Методы статистики позволяют выявлять закономерности, тенденции и аномалии в данных, что даёт возможность принимать обоснованные решения на основе статистических выводов.

Важнейшая задача в области распознавания образов представляет из себя распознавание их на изображениях. Математическая статистика предоставляет широкий спектр методов для обработки изображений, анализа их содержания, выделения важных признаков и классификации объектов на изображениях. Эти методы включают в себя различные алгоритмы машинного обучения, такие как метод опорных векторов, метод главных компонент, нейронные сети, методы кластеризации и многое другое.

Одной из ключевых концепций в математической статистике, используемых в области распознавания образов, является понятие вероятности. Вероятностные модели широко применяются для анализа данных и принятия решений в задачах распознавания образов. Байесовские классификаторы, которые основаны на теореме Байеса, являются популярным инструментом для классификации образов в условиях неопределённости.

Теорема Байеса — одна из основных теорем элементарной теории вероятностей, которая позволяет определить вероятность события при условии, что произошло другое статистически взаимосвязанное с ним событие.

Одним из примеров применения математической статистики в области распознавания образов является метод главных компонент (PCA - Principal Component Analysis), который часто используется для распознавания образов в задачах анализа данных и компьютерного зре-

ния. PCA позволяет сжать информацию, уменьшив размерность данных, сохраняя при этом наибольшую часть изменчивости. Это делает его полезным инструментом для анализа и распознавания образов, так как он может выделить наиболее важные признаки и уменьшить шум в данных.

В компьютерном зрении, PCA может использоваться для снижения размерности изображений, извлечения основных признаков и улучшения качества распознавания объектов. Также PCA может быть использован для сжатия изображений без значительной потери информации.

Другой пример - метод опорных векторов (SVM - Support Vector Machines), который также использует математическую статистику для построения модели, разделяющей различные классы объектов на изображениях. SVM широко используется для распознавания образов в различных областях, включая компьютерное зрение, биомедицинскую обработку изображений, распознавание рукописного текста, биометрию, анализ изображений медицинских снимков и многие другие.

SVM может быть использован для распознавания образов, таких как цифры на изображениях, лица, объекты, животные, растения и т.д. Он обучается на обучающих данных, чтобы разделить классы образов с помощью гиперплоскости в многомерном пространстве признаков. Затем SVM может использоваться для классификации новых образов на основе их признаков.

SVM отлично справляется с задачами распознавания образов благодаря своей способности эффективно работать с данными высокой размерности, способности обрабатывать нелинейные зависимости и хорошей обобщающей способности. В результате SVM является мощным инструментом для распознавания образов в различных прикладных областях.

Давайте рассмотрим каждый из методов подробнее:

Метод главных компонент (PCA) является одним из наиболее широко используемых методов в области анализа данных и обработки изображений. Основная цель PCA заключается в том, чтобы найти новые координаты, которые представляют собой наибольшую вариативность в данных, тем самым позволяя сократить размерность пространства признаков. Этот метод также позволяет выделить наиболее важные характеристики данных и уменьшить влияние шума и ненужных вариаций.

Для применения PCA, вначале вычисляются главные компоненты данных, которые являются ортогональными направлениями в пространстве признаков. Главные компоненты располагаются в порядке убывания их собственных значений, что позволяет выделить наибольшую

вариативность в данных. После этого возможно проецировать данные на главные компоненты, что позволяет сократить размерность данных, сохраняя при этом основные характеристики.

Что касается метода опорных векторов (SVM), здесь математическая статистика применяется для обучения модели и построения оптимальной разделяющей гиперплоскости в пространстве признаков. SVM использует методы оптимизации и статистические алгоритмы для поиска оптимальной разделяющей плоскости, максимизирующей зазор между классами. Далее для классификации новых данных используется распределение объектов по различным классам с целью определения принадлежности каждого объекта к определённому классу.

Следовательно, PCA и SVM представляют собой мощные методы обработки данных и классификации, где математическая статистика используется для поиска структуры и скрытых закономерностей в данных, а также для оптимального разделения классов в многомерных пространствах.

Таким образом в области распознавания образов математическая статистика используется для разработки и анализа различных методов обработки изображений, а также для классификации и распознавания объектов на основе статистических данных. Она имеет обширное практическое применение и играет ключевую роль не только в этой сфере, но и во многих других. Например, в медицине она используется для анализа результатов клинических исследований, выявления связей между различными факторами и прогнозирования заболеваемости. В экономике и финансах математическая статистика помогает оценивать риски инвестиций, анализировать рыночные тенденции и многое другое.

Список источников

1. Распознавание образов 2-е изд. Учебное пособие для вузов/ Юрайт, 2022 г. - 108с.
2. Бишоп С.М. Распознавание образов и машинное обучение/ Вильямс, 2020 г. - 960с.
3. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
4. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

Енин Д.И.

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

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ИСЧИСЛЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** Приводится пример применения интегрального исчисления для решения задачи из сопротивления материалов.*

***Ключевые слова:** интеграл, прогиб балки*

При проектировании сооружений и машин инженеру приходится выбирать материал и поперечные размеры для каждого элемента конструкции так, чтобы он вполне надежно, без риска разрушиться или исказить свою форму, сопротивлялся действию внешних сил, передающихся на него от соседних частей конструкции, т. е. чтобы была обеспечена нормальная работа этого элемента. Данным вопросом занимается сопротивление материалов.

Рассмотрим применение методов численного интегрирования в задаче из сопротивления материалов для определения функции прогибов балок.

Форму изогнутой оси балки или форму упругой линии можно определить при помощи выражения:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ_x}, \quad (1)$$

где M – изгибающий момент в поперечном сечении балки относительно оси x на данном участке, EJ_x – жесткость поперечного сечения балки.

В неподвижной системе координат y, z (рис.1) кривизна балки находится как:

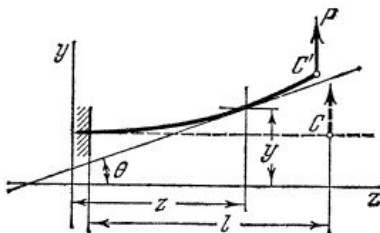


Рис. 1.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{y''}{[1 + y'^2]^{\frac{3}{2}}}. \quad (2)$$

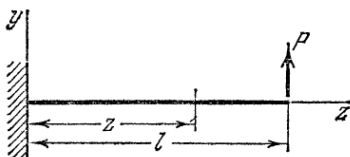
Если ограничиться рассмотрением случая малых перемещений, тангенс угла θ между касательной к упругой линии и осью z (рис. 1)

весьма мал. Поэтому квадратом величины y' по сравнению с единицей можно пренебречь и принять $\frac{1}{\rho} = y''$, откуда

$$y'' = \frac{M}{EJ_x}. \quad (3)$$

Рассмотрим пример определения формы упругой линии изогнутой балки при малых перемещениях.

Пример: составить уравнение упругой линии консоли, нагруженной на конце сосредоточенной силой P (рис. 2).



Поместим начало координат y, z в заделке. Изгибающий момент в сечении z равен $M = P(l - z)$. Подставив это выражение в (3) получаем:

$$y'' = \frac{P}{EJ_x} (l - z).$$

Проинтегрируем полученное уравнение:

$$y' = \frac{P}{EJ_x} \left(lz - \frac{z^2}{2} + C_1 \right),$$

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} + C_1 z + C_2 \right),$$

где C_1 и C_2 — постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий.

В данном случае при $z=0$ имеем $y=0$ и $y'=0$:

$$0 = \frac{P}{EJ_x} \left(l \cdot 0 - \frac{0^2}{2} + C_1 \right), \quad 0 = \frac{P}{EJ_x} \left(l \cdot \frac{0^2}{2} - \frac{0^3}{6} + C_1 \cdot 0 + C_2 \right).$$

Получаем $C_1 = 0$ и $C_2 = 0$.

Тогда

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} \right).$$

Наибольший прогиб имеет место в точке приложения силы P , т. е. при $z=l$, и равен

$$y_{\max} = \frac{Pl^3}{3EJ_x}.$$

Для балки, имеющей несколько участков закрепления, определение формы упругой линии становится затруднительным. Уравнение каждого участка после интегрирования содержит две произвольные постоянные. Если балка имеет n участков, необходимо совместно решить $2n$ уравнений для определения $2n$ постоянных интегрирования. В таких случаях применяются численные методы решения дифференциальных уравнений.

Список источников

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов / В.И. Феодосьев. – 10-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ Им Н.Э. Баумана, 2001. 588с.
2. Александров А.В. и др. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под ред. А.В. Александрова. 2-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2000. 559с.
3. Миролюбов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов [Текст] / И.Н. Миролюбов, С.Н. Енгальцев, Н.Д. Сергивский; - М.: Наука, 1967. 484с.
4. Беляев Н.М. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для студентов вузов / Н.М. Беляев. М.: Наука, 1976. 479с

Зыбина А.С.

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. *Расчеты строительных конструкций, которые необходимы для обеспечения заданных условий эксплуатации и необходимой прочности.*

Ключевые слова: *конструкции, прочность, устойчивость, нагрузки*

Строительные конструкции рассчитывают на силовые и другие воздействия, определяющие их напряженное состояние и деформации, по предельным состояниям.

Предельные состояния – это состояния, при которых конструкции перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям или требованиям при производстве работ.

В расчетах конструкций на действие статических и динамических нагрузок и воздействий, которым они могут подвергаться в течение строительства и заданного срока службы, учитываются предельные состояния:

- первой группы — по потере несущей способности или полной непригодности к эксплуатации конструкций;
- второй группы — по затруднению нормальной эксплуатации сооружений.

Первая группа по характеру предельных состояний разделяется на две подгруппы: по потере несущей способности и по непригодности к эксплуатации вследствие развития недопустимых по величине остаточных перемещений (деформаций).

К предельным состояниям второй группы относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию или снижающие долговечность вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота, колебаний, трещин и т. п.).

Предельные состояния первой группы проверяются расчетом на максимальные (расчетные) нагрузки и воздействия, возможные при нарушении нормальной эксплуатации, предельные состояния второй

группы — на эксплуатационные (нормативные) нагрузки и воздействия, отвечающие нормальной эксплуатации конструкций.

В процессе эксплуатации конструкции подвергаются различным нагрузкам и воздействиям.

Классификация нагрузок и воздействий:

- нагрузки от собственного веса конструкций;
- технологические нагрузки (вес оборудования, складываемых материалов, людей, давление жидкостей, газов, сыпучих материалов и т.д.);
- атмосферные нагрузки (снег, ветер, гололед);
- температурные (технологические и климатические) воздействия;
- монтажные нагрузки;
- сейсмические и взрывные воздействия;
- аварийные нагрузки, возникающие при резком нарушении технологического процесса, поломках оборудования, обрывах проводов линий электропередачи и т. д.

Все эти нагрузки и воздействия вызывают в конструкциях усилия и перемещения и могут быть отнесены к прямым воздействиям. Кроме них на конструкции могут влиять биологические (гниение), химические (коррозия), радиационные и другие воздействия. Эти воздействия приводят к изменению свойств материала, меняют параметры работы элементов и в итоге влияют на несущую способность и долговечность конструкций. Такие воздействия называют косвенными.

Все нагрузки случайны и при математическом описании могут быть представлены в виде случайных величин или случайных функций времени.

Все нагрузки независимо от длительности их действия и вызвавших их причин имеют два значения: нормативное и расчетное.

Нагрузки от веса конструкций зданий относят к постоянным нагрузкам. Технологические, атмосферные и некоторые другие нагрузки считаются временными, так они в какой-то момент времени могут полностью отсутствовать или изменять свои значения. Временные нагрузки разделяют на длительное и кратковременное воздействие на конструкции.

Нормативные значения постоянных нагрузок от веса конструкций определяют, используя проектные размеры конструкций и проектные плотности материалов. Нормативные значения временных нагрузок приводятся в СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Расчетные значения нагрузок определяют по нормативным нагрузкам с учетом их возможного отклонения.

Расчетные значения нагрузок определяют по следующим формулам:

$$N = N_n \gamma_f ; \quad q = q_n \gamma_f ,$$

где γ_f — коэффициент надежности по нагрузкам;

Нормативные нагрузки обозначают с индексом « n », например: N_n , q_n , p_n . Расчетные нагрузки обозначают без индекса (N , q , p).

Коэффициенты надежности по нагрузке учитывают только изменчивость нагрузки и возможность превышения ею нормативных значений. Они не учитывают динамического характера нагрузки или перспективного возрастания нагрузки со временем. Эти факторы при необходимости учитывают отдельно.

Так как на сооружение действует не одна, а несколько нагрузок, при расчете конструкций необходимо выбрать наиболее неблагоприятное их сочетание. Так как вероятность одновременного воздействия на сооружение всех возможных расчетных нагрузок очень мала, образуются излишние запасы несущей способности. Поэтому в нормах на проектирование установлены две категории расчетных сочетаний нагрузок:

- основные сочетания, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;
- особые сочетания, включающие ещё и одну из особых нагрузок.

Расчет удобно проводить на каждую нагрузку отдельно, а затем определять наиболее неблагоприятное сочетание усилий. Если в основное сочетание входит одна временная нагрузка, ее принимают без снижения. При двух и более временных нагрузках основного сочетания их умножают на коэффициент сочетания ψ , учитывающий малую вероятность совместного действия расчетных значений.

Список источников

1. Сербин Е.П. Строительные конструкции. Практикум: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Е.П. Сербин. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 256 с.
2. Зайцев Ю.В., Строительные конструкции заводского изготовления: Учеб. для вузов по спец. «Пр-во строит. изделий и конструкций». — М., 1987
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.

Казанкина А.С.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА «ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ» В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ

Аннотация. Приводится принцип и история «золотого сечения».

Ключевые слова: *«золотое сечение», строительство*

«Золотое сечение» описывает соотношение между частями целого: оно отвечает такому делению целого на две части, при котором отношение большей части к меньшей равно отношению целого к большей части. Эту пропорцию называли по-разному — «золотой», «божественной», «золотым сечением», «золотым числом». Древнейшие сведения о золотой пропорции относятся ко времени расцвета античной культуры. О ней упоминается в трудах великих философов Греции Пифагора, Платона, Эвклида.

Этот принцип был известен ещё в древности, но его точное происхождение неизвестно. Впервые оно было описано в книге Евклида «Начала», которая была написана в III веке до нашей эры. Однако есть предположения, что описание «золотого сечения» существовало еще раньше, в древнем Египте и Вавилоне. В этих культурах были разработаны методы построения правильных многоугольников, которые основаны на «золотом сечении».

В эпоху итальянского Возрождения золотая пропорция возводится в ранг главного эстетического принципа. «Золотое сечение» стало популярным благодаря работам Леонардо да Винчи, который использовал его в своих рисунках и картинах. Он также написал трактат «О божественной пропорции», в котором подробно описал его свойства. Лука Пачоли в 1509 году пишет первое сочинение о золотой пропорции, называя его «божественной». Иоганн Кеплер говорит о ней как о «бесценном сокровище», как об одном из двух сокровищ геометрии.

После И. Кеплера золотое сечение было предано забвению, и около 200 лет о нем никто не вспоминал. Лишь в 1850 году немецкий ученый Цейзинг открыл его снова. В своих «Эстетических исследованиях» он пишет: «Для того чтобы целое, разделенное на две неравные части, казалось прекрасным с точки зрения формы, между меньшей и большей

частями должно быть такое же отношение, что между большей частью и целым». Он называет это законом пропорций и обнаруживает его проявление в пропорциях человеческого тела и животных, в некоторых эллинских храмах, в ботанике и музыке.

Рассмотрим простейший прямоугольный треугольник с отношением катетов 1:2. По теореме Пифагора длина гипотенузы в нем равна $\sqrt{5}$. Во многих сооружениях в древнем мире преобладают пропорции, равные отношениям катетов и гипотенузы прямоугольного треугольника со сторонами 1:2: $\sqrt{5}$.

Рассмотренный треугольник мог послужить Пифагору основой для развития различных математических идей и их подтверждения. Величина гипотенузы такого треугольника, равная $\sqrt{5}$, могла дать начало открытию несоизмеримых или иррациональных чисел. К тому же число «пять» у пифагорейцев считалось священным и служило своеобразным символом их союза.

Соотношения сторон a , b , c такого треугольника очень простые и понятные каждому: $a:b=1:2$, $c:a=\sqrt{5}:1$, $c:b=\sqrt{5}:2$. Однако из этих величин следует отношение $(a+c):b=(1+\sqrt{5}):2$, равное 1,618033.... Это и есть золотая пропорция.

К понятию «золотая пропорция» в наибольшей степени подходит определение «формула красоты». Действительно, эта пропорция обладает наиболее отчетливыми признаками гармоничности прекрасного. Эта пропорция знаменует собой как бы вершину эстетических изысканий, некий предел гармонии природы. Эта пропорция не только является господствующей во многих произведениях искусства, она определяет закономерности развития многих организмов, ее присутствие отмечают почвоведы, химики, геологи и астрономы.

Золотая пропорция отвечает делению целого на две неравные части, следовательно, она отвечает асимметрии, но, при этом она часто более привлекательна, чем симметричные пропорции.

Принцип «золотого сечения» используется в искусстве, архитектуре и науке для создания гармоничных композиций и структур. Он возникает в математике в различных контекстах, например, в теории чисел, геометрии и теории динамических систем.

В современной науке «золотое сечение» продолжает использоваться в различных областях науки и техники. Например, в архитектуре данный принцип используется для создания гармоничных пропорций зданий и сооружений. В древней Греции примером применения идеальной

формулы является храм Парфенон, построенный в пятом веке до нашей эры. Во Франции таким примером выступает Нотр-Дам де Пари. В Москве на Воробьевых горах стоит корпус МГУ, в конфигурации которой четко прослеживается присутствие прямоугольного треугольника с гипотенузой, проходящей через пристройки и угол основания, что в совокупности дает нужное соотношение. Такие же пропорции прослеживаются в Кремлевском здании сената, Доме союзов, Пречистенском дворце или Голицынской больнице.

В Санкт-Петербурге возведён ещё один образец, демонстрирующий преимущества универсальной формулы - Кунсткамера. Здание построено в 1718 г. под руководством немецкого архитектора Георга Маттарнови и предусматривает наличие двух трехэтажных корпусов, с возведенной между ними многоярусной башенной конструкцией куполообразной формы. По всей высоте башни прослеживается четкий равнобедренный треугольник (Рис.1), а соотношения длин корпусных зданий и различных уровней высот также дают результат, равный коэффициенту золотого сечения.

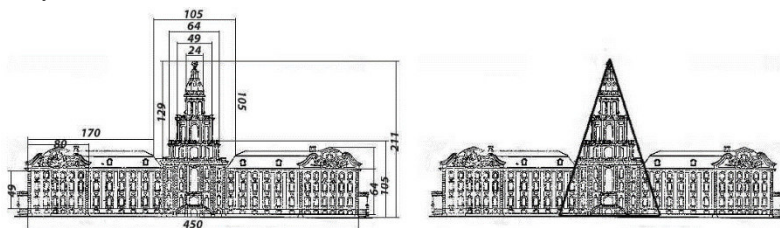


Рис. 1.

Главная достопримечательность Санкт-Петербурга - Исаакиевский собор, также имеет черты идеальных пропорций.

Золотое сечение используется в архитектуре и сегодня, многие архитекторы применяют его для создания идеальных пропорций, на которых будет выстроена дальнейшая композиция фасада. Зачастую архитекторы и не задумываются о применении этого правила, но решения, принятые интуитивно, все равно соответствуют этому канону.

Список источников

1. Васютинский Н.А. Золотая пропорция, Москва, Молодая гвардия 1990 г., 238 стр.
2. Волошинов А.В. Пифагор: союз истины, добра и красоты / А.В. Волошинов. Москва: Просвещение, 1993. 224 с.: ил. ISBN 5-09-003914-3.

Карданов А.В., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

СЛУЧАЙНЫЕ БЛУЖДЕНИЯ

Аннотация. *Случайные блуждания - это математическая концепция в теории вероятностей, в которой точка движется в случайных направлениях и на случайные расстояния, причем направление и длина каждого шага определяются случайно. Это разновидность **Марковского процесса**, то есть каждый шаг не зависит от предыдущих.*

Ключевые слова: случайные блуждания, диффузия, броуновское движение, алгоритм Метрополиса-Гастингса, алгоритм PageRank, методы Монте-Карло

1. Случайные блуждания в физике

В физике случайные блуждания используются для моделирования кажущихся случайными движений частиц. Эта концепция имеет решающее значение для понимания таких явлений, как **диффузия**, когда частицы перемещаются из области с более высокой концентрацией в область с более низкой концентрацией. Она также лежит в основе **броуновского движения**, которое описывает хаотичное движение микроскопических частиц, взвешенных в жидкости, при их столкновении с молекулами жидкости.

Модель случайного движения может применяться и к более сложным системам. Например, в **квантовой механике** квантовые блуждания представляют собой квантовый аналог классических случайных блужданий, которые можно использовать для вычисления близости между узлами и определения топологии сети. Эти модели помогают физикам понять и предсказать поведение систем как на макроскопическом, так и на микроскопическом уровнях.

2. Случайные блуждания в финансах

В финансах теория случайного блуждания предполагает, что цены на акции движутся непредсказуемо и что прошлые цены не могут быть использованы для точного прогнозирования будущих цен. Эта теория подразумевает, что фондовый рынок эффективен и отражает всю доступную информацию, что делает невозможным обыграть рынок, не принимая на себя дополнительный риск. Она оспаривает идею о том,

что трейдеры могут определить время на рынке или использовать технический анализ для выявления и извлечения прибыли из закономерностей или тенденций в ценах на акции.

Теория была популяризирована экономистом Бертоном Малкиэлом в его книге 1973 года "Случайная прогулка по Уолл-стрит". Малкиэл утверждал, что попытки выиграть у рынка, используя фундаментальный или технический анализ для прогнозирования цен на акции, являются пустой тратой времени. Вместо этого он предложил инвесторам покупать и держать широкий индексный фонд.

Теория случайного блуждания имеет важные последствия для инвесторов, предполагая, что долгосрочная инвестиционная стратегия покупки и владения диверсифицированным портфелем может быть наилучшим подходом. Она напоминает инвесторам о том, как важно сохранять дисциплинированность, терпение и сосредоточенность на своих долгосрочных инвестиционных целях.

3. Случайные блуждания в компьютерных науках

Случайные блуждания в разработке алгоритмов

Случайные прогулки являются фундаментальным инструментом при разработке рандомизированных алгоритмов. Они позволяют эффективно исследовать большие пространства, что особенно полезно в задачах оптимизации и алгоритмах поиска. Например, алгоритм **Метрополиса-Гастингса** использует случайные прогулки для выборки из сложных вероятностных распределений, что очень важно для статистической физики и байесовской статистики.

Алгоритм PageRank

Одним из самых известных применений случайных блужданий в информатике является алгоритм **PageRank** компании Google. Он моделирует поведение веб-серфера, беспорядочно переходящего по ссылкам, причем вероятность посещения страницы пропорциональна количеству ссылок, указывающих на нее. Этот подход, основанный на случайном переходе, помогает ранжировать веб-страницы в зависимости от их важности и релевантности.

Методы Монте-Карло

Случайные блуждания также являются неотъемлемой частью **методов Монте-Карло**, которые представляют собой вычислительные алгоритмы, основанные на повторяющейся случайной выборке для получения численных результатов. Они используются для моделирования физических и математических систем и находят применение в самых разных областях, включая вычислительную биологию, финансы и инженерию.

Случайные прогулки в криптографии

В криптографии случайные блуждания по графам используются для построения таких криптографических примитивов, как **хэш-функции** и **генераторы псевдослучайных чисел**. Непредсказуемость случайных блужданий способствует безопасности и надежности криптографических систем.

Исследование графиков

Случайные блуждания используются для изучения и анализа графов. Они могут помочь в понимании структуры сетей, обнаружении сообществ, измерении центральности и связности. Это имеет значение для анализа социальных сетей, эпидемиологии и изучения биологических сетей.

Список источников

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Random_walk
2. <https://mathworld.wolfram.com/RandomWalk.html>
3. <https://www.britannica.com/science/random-walk>.
4. <https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/random-walk-model>
5. <https://www.investopedia.com/terms/r/randomwalktheory.asp>

УДК 519.22:004.85

Кислицын Д.Д., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В МАШИННОМ ОБУЧЕНИИ И АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Аннотация. В данной статье рассматривается роль математической статистики в машинном обучении и анализе данных. Описываются основные концепции математической статистики, такие как вероятностные распределения, методы оценивания параметров и проверки гипотез. Приводятся примеры использования математической статистики в машинном обучении, включая классификацию данных, регрессионный анализ и анализ временных рядов. Также обсуждаются некоторые известные теоремы математической статистики, такие как центральная предельная теорема, закон больших чисел, неравенство Маркова и неравенство Чебышева. В заключении подчеркивается важность математической статистики в получении статистически обоснованных результатов и выводов на основе данных.

Ключевые слова: математическая статистика, машинное обучение, анализ данных, вероятностные распределения, оценивание параметров, проверка гипотез, классификация данных, регрессионный анализ, анализ временных рядов, центральная предельная теорема, закон больших чисел, неравенство Маркова, неравенство Чебышева

Машинное обучение и анализ данных являются ключевыми областями в современной информатике и науке о данных. Они позволяют компаниям и организациям извлекать ценную информацию из огромных объемов данных и принимать решения на основе этих знаний. Математическая статистика играет важную роль в этих областях, предоставляя методы и инструменты для анализа и интерпретации данных. В этой статье мы рассмотрим роль математической статистики в машинном обучении и анализе данных, а также основные концепции и примеры использования. Математическая статистика - это наука, которая изучает методы сбора, анализа и интерпретации данных с использованием математических и статистических моделей. Она предоставляет фундаментальные понятия и методы, необходимые для принятия статистически обоснованных выводов на основе данных. Математическая статистика охватывает широкий спектр тем, включая описательную статистику, вероятностные распределения, статистические модели, методы оценивания параметров и проверки гипотез.

Главная цель математической статистики в машинном обучении и анализе данных - это использовать имеющиеся данные для получения информации о закономерностях и зависимостях, скрытых внутри них. Она позволяет оценивать и проверять гипотезы, а также строить модели, которые могут прогнозировать, классифицировать и принимать решения на основе данных.

Выделяют несколько основных концепций математической статистики в машинном обучении и анализе данных:

Вероятностные распределения. Математическая статистика использует вероятностные распределения для моделирования случайных величин и их свойств. Эти распределения позволяют описывать и изучать случайные процессы, которые могут быть использованы для создания статистических моделей данных.

Методы оценивания параметров. Математическая статистика предоставляет методы для оценки неизвестных параметров статистических моделей на основе имеющихся данных. Это позволяет находить оптимальные значения параметров, которые лучше всего соответствуют данным.

Проверка гипотез. Математическая статистика обеспечивает статистические методы для проверки статистических гипотез на основе данных. Это позволяет исследователям делать выводы о генеральной совокупности на основе выборки данных и определять, насколько значимы различия или отклонения от ожидаемых значений.

К примерам использования математической статистики в машинном обучении и анализе данных можно отнести: классификацию данных, регрессионный анализ, анализ временных рядов.

Математическая статистика предоставляет методы классификации данных, такие как логистическая регрессия и метод k -ближайших соседей. Она позволяет обучить модель, которая может классифицировать новые данные на основе имеющихся обучающих данных.

Также математическая статистика позволяет строить модели регрессии для анализа зависимостей между переменными. С помощью регрессионного анализа можно предсказывать значения одной переменной на основе значений других переменных.

Математическая статистика предоставляет методы для анализа временных рядов, такие как авторегрессионные модели (AR) и скользящие средние модели (MA). Это позволяет исследовать временные зависимости и паттерны в последовательных данных.

Одной из важных составляющих математической статистики в машинном обучении является использование различных теорем.

Центральная предельная теорема (ЦПТ): Центральная предельная теорема является одной из основных теорем математической статистики. Она гласит, что сумма большого числа независимых и одинаково распределенных случайных величин сходится к нормальному распределению. Эта теорема важна в машинном обучении, так как позволяет использовать нормальное распределение для построения статистических моделей и проведения выводов о данных.

Закон больших чисел (ЗБЧ): Закон больших чисел является фундаментальной теоремой математической статистики. Он утверждает, что среднее арифметическое большого числа независимых и одинаково распределенных случайных величин сходится к математическому ожиданию этого распределения. Это позволяет использовать выборочные средние для оценки неизвестных параметров моделей.

Неравенство Маркова. Неравенство Маркова является важным результатом математической статистики, которое ограничивает вероятность больших значений случайных величин. Оно позволяет строить оценки сверху для вероятности того, что случайная величина превысит

заданное значение. Это полезно при оценке рисков и проведении статистических тестов.

Неравенство Чебышева: Неравенство Чебышева является другим важным результатом математической статистики, которое связывает разброс случайной величины и вероятность отклонения от ее математического ожидания. Оно позволяет оценивать вероятность того, что случайная величина находится в заданном интервале. Это полезно при анализе выбросов и экстремальных значений.

Теорема Байеса: Теорема Байеса является основной теоремой вероятности, которая позволяет обновлять вероятностные оценки на основе новой информации. Она особенно полезна в байесовском подходе к машинному обучению, где предположения и знания обновляются на основе данных.

Таким образом, математическая статистика является важным фундаментом для машинного обучения и анализа данных. Она предоставляет методы и инструменты, которые позволяют исследователям и практикам получать статистически обоснованные выводы и прогнозы на основе имеющихся данных. Понимание основных концепций математической статистики является необходимым для успешного применения машинного обучения и анализа данных в различных областях, включая бизнес, медицину, науку и другие. В будущем математическая статистика будет продолжать играть важную роль в машинном обучении и анализе данных. По мере того, как объемы данных будут продолжать расти, потребность в статистических методах для анализа и интерпретации данных будет только увеличиваться.

Список источников

1. Введение в математическую статистику 7-е изд./ Роберт В. Хогт и Джозеф В. МакКиннон, 2012 г. – 704с.
2. Теория вероятностей и математическая статистика для инженерно-технических направлений / Энатская Н.Ю., Хакимуллин Е.Р, 2023г. – 399с.
3. Элементы теории функций и функционального анализа. 4-изд./ Колмогоров А.Н., Фомин, С. В, 1976г. – 544с.
4. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>

Коновнина Е.Д.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ БАЙЕСА КАК СПОСОБА ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ

***Аннотация.** в данной работе исследуются возможности применения формулы Байеса для эффективной обработки сообщений.*

***Ключевые слова:** формула Байеса, вероятность события, анализ данных*

• Применение формулы Байеса в анализе данных

Определение: априорное распределение вероятностей – это модель, описывающая предварительные представления о параметрах до получения данных. В Байесовской статистике это позволяет оценивать неизвестные параметры, учитывая имеющиеся данные и предварительные представления.

Выбор априорного распределения зависит от типа модели и параметров для оценки. Априорное распределение может изменяться после получения начальных данных. В таких случаях используют обновленные априорные распределения, учитывающие новые данные.

Определение: Байесовский подход является методом изменения оценок вероятностей на основе данных. Основное представление этого подхода заключается в обновлении априорных вероятностей (начальных данных) на основе новых данных, которые также называются наблюдениями.

Для вычисления апостериорной вероятности на основе начальных вероятностей и наблюдений используется формула Байеса. Формула Байеса выглядит следующим образом:

$$P(A|B) = P(B|A) \times P(A)/P(B),$$

где $P(A|B)$ -апостериорная вероятность гипотезы А, $P(B|A)$ - вероятность наблюдать данные В, если гипотеза А верна, $P(A)$ - начальная вероятность гипотезы А и $P(B)$ - вероятность наблюдать данные В в любом случае.

Таким образом, формула Байеса позволяет нам обновить начальные знания о гипотезе на основе новых данных. Если у нас есть начальные знания о гипотезе, мы можем использовать эти данные, чтобы оценить

апостериорную вероятность гипотезы, когда мы получим дополнительные данные.

- **Рассмотрим на практике**

Допустим, у нас есть сообщение: "Получите бесплатный iPhone только сегодня!" Наша задача - по заданному новому сообщению определить, является ли оно спамом или нет.

Для решения задачи обработки сообщений с помощью формулы Байеса, необходимо провести классификацию сообщения на спам и не спам.

Для этого, нужно использовать наличие ключевых слов или фраз, характерных для спам-сообщений, как например "бесплатный", "iPhone", "только сегодня".

Далее необходимо иметь обучающую выборку, которая включает в себя как спам-сообщения, так и не спам-сообщения.

Рассмотрим следующие данные:

Общее количество сообщений = 1000
Количество спам-сообщений = 200
Количество не спам-сообщений = 800

Количество спам-сообщений, содержащих ключевые слова = 150
Количество не спам-сообщений, содержащих ключевые слова = 50

Теперь можно использовать формулу Байеса для определения вероятности, что сообщение является спамом:

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) = P(\text{Ключевые слова}|\text{Спам}) * P(\text{Спам}) / P(\text{Ключевые слова}).$

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова})$ - вероятность того, что сообщение является спамом при условии наличия ключевых слов. $P(\text{Ключевые слова}|\text{Спам})$ - вероятность наличия ключевых слов при спам-сообщениях = Количество спам-сообщений, содержащих ключевые слова / Количество спам-сообщений. $P(\text{Спам})$ - вероятность спама = Количество спам-сообщений / Общее количество сообщений. $P(\text{Ключевые слова})$ - вероятность наличия ключевых слов = (Количество спам-сообщений, содержащих ключевые слова + Количество не спам-сообщений, содержащих ключевые слова) / Общее количество сообщений.

Теперь можно подставить значения и рассчитать вероятность, что сообщение "Получите бесплатный iPhone только сегодня!" является спамом:

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) = (150 / 200) * (200 / 1000) / ((150 / 200) * (200 / 1000) + (50 / 800) * (800 / 1000))$

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) = 0.3 * 0.2 / (0.3 * 0.2 + 0.0625 * 0.8)$

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) = 0.06 / (0.06 + 0.05)$

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) = 0.06 / 0.11$

$P(\text{Спам}|\text{Ключевые слова}) \approx 0.545$

Таким образом, вероятность того, что сообщение "Получите бесплатный iPhone только сегодня!" является спамом составляет около 54.5%.

Заключение

В заключение можно сказать, что применение формулы Байеса в анализе данных является мощным инструментом для оценки вероятностей и принятия решений на основе имеющихся данных. Этот подход позволяет уточнить предварительные представления о параметрах и получить более точные оценки на основе новых данных.

Список источников

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для бакалавров [Книга].- М.: Юрайт, 2013.
2. Гмурман В.Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику [Книга].- М.: Высшая школа, 1977.

УДК 519.872:004.94.

Коробов И.Н., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация. *Рассмотрены основные виды систем массового обслуживания и особенности их функционирования.*

Ключевые слова: *системы, заявки, модель, канал, очередь*

Все системы массового обслуживания (СМО) делятся на три типа:

- 1) системы с отказами;
- 2) системы с ожиданием;
- 3) системы смешанного типа.

Системы с отказами работают, основываясь на наличии свободных каналов обслуживания. Если на момент прихода заявки есть свободный канал, то заявка обслуживается, в противном случае получает отказ (Рис.1). Математическая модель данных систем сводится к рассмотрению коэффициента пропускной способности системы и основных показателей эффективности СМО (предельная вероятность простоя, предельные вероятности состояний, вероятность отказа СМО (предельная вероятность того, что все n каналов системы будут заняты), относительная пропускная способность (вероятность того, что заявка будет обслужена), абсолютная пропускная способ-

ность (число заявок, обслуживаемых в единицу времени), среднее число занятых каналов), все это определяется по формулам Эрланга.

Пусть имеется n каналов на которые поступает поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживанию имеет интенсивность μ , коэффициент использования пропускной способности системы оценивается величиной

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Состояния системы
S (СМО):

S_0 – в СМО заявок нет;
 S_1 – в СМО находится одна заявка;
 S_2 – заняты два канала, остальные свободны;
 ...
 S_k – в СМО находится k заявок (k каналов заняты, остальные свободны);
 ...
 S_n – в СМО находится n заявок (заняты все n каналов).

Имитационное моделирование СМО - воспроизведение последовательности событий в системе при вероятностном характере параметров системы. Имитация функционирования системы при совершении большого числа событий позволяет произвести статистическую обработку накопленных результатов и оценить значения выходных параметров.

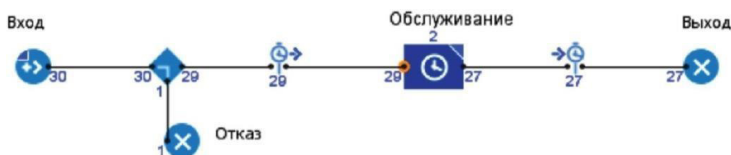


Рис. 1.

Системы с ожиданием принимают заявки вне зависимости от наличия свободных каналов. Так при отсутствии свободных каналов заявка не отклоняется, а помещается в очередь и ожидает освобождения одного из них. Такие системы делятся так же на одноканальные (Рис. 2) и многоканальные (Рис. 3).

Одноканальные системы имеют только один канал обслуживания заявки.

s_0 – канал свободен;
 s_1 – канал занят (обслуживает заявку), очереди нет;
 s_2 – канал занят, одна заявка стоит в очереди;
 ...
 s – канал занят, $(k - 1)$ заявок стоит в очереди;

Если рассматриваются одноканальные системы, то при построении математической модели находят следующие величины: интенсивность потока заявок, интенсивность потока обслуживания, приведенная интенсивность потока заявок (интенсивность нагрузки канала), среднее число заявок в системе, среднее число заявок в очереди (длина очереди), среднее число заявок в канале (обслуживания), среднее время пребывания заявки в системе, среднее время ожидания в очереди, среднее время обслуживания, отношение времени ожидания в очереди к времени обслуживания.

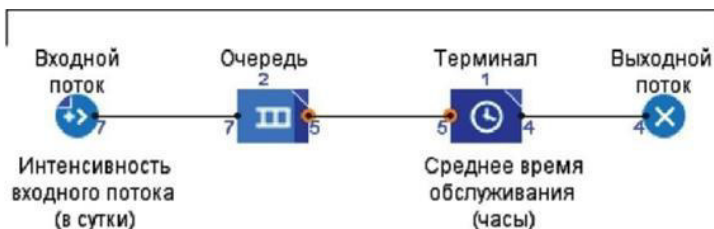


Рис. 2.

Многоканальные системы подразумевают наличие нескольких каналов обслуживания.

- S_0 — в СМО заявок нет (все каналы свободны);
- S_1 — один канал занят, остальные свободны;
- S_2 — заняты два канала, остальные свободны;
- ...
- S_k — занято k каналов, остальные свободны;
- ...
- S_n — заняты все n каналов, (очереди нет);
- S_{n+1} — заняты все n каналов, одна заявка стоит в очереди;
- ...
- S_{n+r} — заняты все n каналов, r заявок стоит в очереди;

Если рассматриваются многоканальные системы, то при построении математической модели находят следующие величины: вероятность того, что система находится в состоянии, когда есть свободный канал, вероятность того, что заявка окажется в очереди, среднее число заявок в очереди (длина очереди), среднее число заявок в системе, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в системе, отношение времени ожидания в очереди к времени обслуживания, относительная пропускная способность — вероятность того, что заявка будет обслужена, абсолютная пропускная способность системы (среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени), среднее число занятых каналов

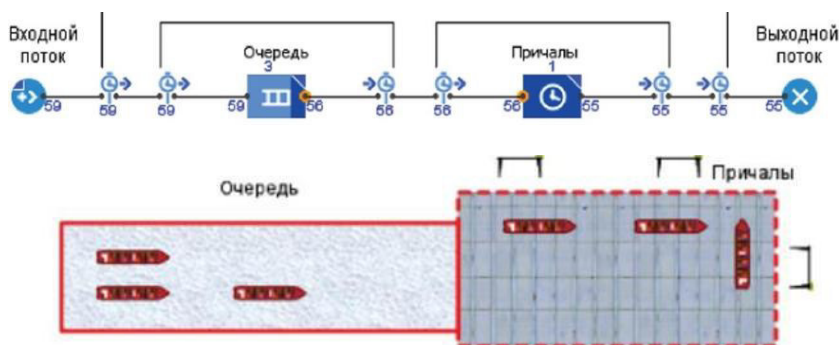


Рис. 3.

Смешанная система содержит элементы как систем с отказом, так и систем с ожиданием. При такой организации СМО существует очередь, в которой заявки ожидают обслуживания, однако если их число превышает определенное количество, то последняя поступившая заявка получает отказ.

СМО с приоритетными заявками.

При необходимости реализовать СМО с приоритетными заявками чаще используется метод двух очередей, когда весь поток заявок делится на приоритетные и непероритетные (Рис.4).



Рис. 4.

В этом случае при нахождении в очереди приоритетных заявок альтернативная очередь блокируется до тех пор, пока обрабатывается эти заявки.

Список источников

1. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания / Л.А. Овчаров. – Москва Машиностроение, 1969. – 324 с.
2. Саульев В.К. Математические модели теории массового обслуживания / В.К. Саульев. – Москва : Статистика, 1979. – 96 с.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, 1987. 336 с.

Лежнин И.З.

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

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ В КРИПТОГРАФИИ

***Аннотация.** Применение клеточных автоматов является актуальной проблемой и имеет большой спектр применения.*

***Ключевые слова:** криптография, шифрование, клеточный автомат*

Согласно сайту Wolfram MathWorld, клеточный автомат представляет собой набор «цветных» ячеек на сетке заданной формы, которая эволюционирует через несколько дискретных временных шагов в соответствии с набором правил, основанных на состояниях соседних ячеек. Затем правила применяются итеративно для необходимого количества временных шагов.

Первый клеточный автомат был создан Джоном Фон Нейманом с целью математического моделирования самовоспроизводящихся систем, из-за невозможности создать и настроить систему роботов и поставки деталей. Автомат Фон Неймана был основан на решетчатой модели для изучения роста кристаллов.

Позже Норберт Винер и Артуро Розенблут для моделирования распространения импульса в сердечных нервных узлах создают математическую модель, основанную на тех же принципах, что и Джон Фон Нейман. Сегодня результаты их работ используют в исследованиях заболеваний сердечно-сосудистой системы.

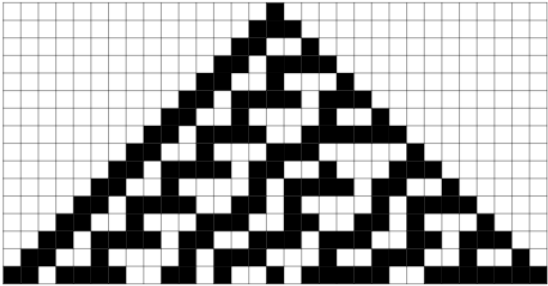
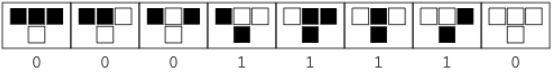
В 1969 Конрад Цузе публикует книгу "Вычислимый космос" в котором выдвигается предположение, что физические законы дискретны и что вселенная может являться клеточным автоматом невообразимых масштабов. Данная работа была одной из первых в области цифровой физики.

В 1970 году Джоном Конвеем создается клеточный автомат под названием "Игра жизнь", который оказывается Тьюринг полным, то есть данная математическая модель могла подобно компьютеру использоваться для различных вычислений.

В 1987 Брайан Сильверман создает клеточный автомат "Wireworld", где клетки представляют собой провода и сигналы, идущие по ним.

Клеточные автоматы могут найти практическое применения в таких сферах науки как: моделирование физических процессов, расчет некоторых термодинамических процессов, моделирование процесса рекристаллизации, криптография, фундаментальная физика:

Клеточный Автомат «Правило 30». Это правило представляет собой фундаментальный элемент клеточного автомата, введенный Стивеном Вольфрамом в 1983 году. Это правило определяет цвет ячейки в зави-



симости от ее цвета и ближайших соседей. Результаты правила 30 кодируются в двоичной системе. Приведенный пример иллюстрирует эволюцию одной черной клетки по правилу 30 после 15 шагов.

Правило 30 интересно своей хаотичностью и использо-

ванием центрального столбца в виде числовой последовательности. В языке программирования Wolfram Language оно служит генератором случайных чисел для больших целых. Интерпретация центрального столбца как двоичных чисел дает последовательность 1, 3, 6, 13, 27, 55, 110, 220, 441, 883, 1766 и так далее. Простые члены этой последовательности включают 3, 13, 883, 237051898781 и так далее.

Существует два вида шифрования информации: симметричные (одноключевые) с одним ключом и ассиметричные (двухключевые) с приватным и публичным ключами

В первом случае используется один заранее сгенерированный ключ, которым обладают и отправитель и получатель.

Во втором получатель генерирует публичный ключ и отправляет отправителю. Отправитель использует публичный ключ для того, чтобы зашифровать информацию и посылает ее получателю. Получатель же, имея зашифрованное сообщение и заранее сгенерированный приватный ключ, может расшифровать сообщение и получить информацию.

В данном случае, в качестве примера, будет использоваться Симметричное шифрование, применяемое методом XOR. А ключ будет генерироваться при помощи клеточного автомата «Правило 30».

Применение КА «Правило 30» в генерации ключа.

Для начала мы должны выбрать «семя» ключа. Т.к. данная программа является лишь примером, можем использовать просто «12345». Далее мы используем класс `std::random_device` для создания 30-ти символьной бинарной последовательности. Далее мы обрабатываем последовательность в КА, а именно проводим не менее 10 итераций. Таким образом, мы имеем 30 символьный ключ, подобрать который довольно сложно, а именно возможно существование 230 таких ключей, также даже при условии, что в одном из сообщений ключ будет подобран, получить из него семя почти невозможно по следующим причинам: `std::random_device` в своей основе использует генератор псевдо случайных чисел под названием «Вихрь Мерсенна», имеющий высокую степень случайности; КА «Правило 30» - необратимый клеточный автомат, т.е. невозможно точно сказать, какое было состояние у ключа на предыдущем цикле, ведь каждому нулю и каждой единице может соответствовать 4 возможных набора значений.

Список источников

1. Тоффоли Т.; Марголюс Н. "Машины клеточных автоматов" Издательство: М.: Мир
2. Вольфрам С. "A new kind of science" Издательство Wolfram Media
3. Малинецкий Г.; Степанцов М. "Клеточные автоматы для расчета некоторых газодинамических процессов" Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1996
4. A.R. Smith III "Simple Computation-Universal Cellular Spaces", Journal of Association for Computing Machinery
5. M. Delorme "An Introduction to Cellular Automata" Cellular Automata, 1999
6. Gray L. "A Mathematician Looks at Wolfram's New Kind of Science." Not. Amer. Math. Soc. 50,
7. Jen E. "Aperiodicity in One-Dimensional Cellular Automata." Physica D 45, 3-18, 1990.Sloane, N. J. A. 200-211, 2003.
8. Sequences A000225/M2655, A051023, A070950, A070952, A092539, A092540, A094603, A094604, A100053, A100054, A100055, and A110240 in "The On-Line Encyclopedia of Integer

Мерквищева О.С.

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

ПРАВИЛЬНЫЕ И ПОЛУПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОГРАННИКИ (ПЛАТОНОВЫ И АРХИМЕДОВЫ ТЕЛА)

***Аннотация.** Статья посвящена правильным и полуправильным многогранникам, также именуемых платоновыми и архимедовыми телами. Изучение правильных и полуправильных многогранников играет значимую роль в математике и имеет практическое применение в различных областях.*

***Ключевые слова:** правильные многогранники, полуправильные многогранники, архимедовы тела, платоновы тела, многогранники*

Геометрия — это раздел математики, изучающий пространственные структуры и взаимосвязи, а также их обобщения. Геометрия как систематическая наука появилась в Древней Греции благодаря Евклиду и его руководству по математике под названием "Начала". В своей книге он дал полное математическое описание правильных многогранников.

Пифагорейцы приписывали существование пяти правильных многогранников структуре материи и Вселенной. Согласно этому мнению, атомы основных элементов должны иметь форму различных тел: вселенная - додекаэдр, земля - куб, огонь - тетраэдр, вода - икосаэдр, воздух - октаэдр [2].

Позднее пифагорейское учение о правильных многогранниках нашло отражение в трудах древнегреческого философа Платона. С тех пор правильные многогранники стали называть платоновыми телами.

Правильные многогранники (платоновы тела) — это выпуклые многогранники, все грани которых являются равными правильными многоугольниками, и в каждой их вершине сходится одинаковое количество ребер.

Существует всего пять типов правильных многогранников: тетраэдр, куб (или гексаэдр), октаэдр, додекаэдр и икосаэдр.

Полуправильные многогранники являются естественным продолжением пяти типов правильных многогранников. Их начал изучать древнегреческий ученый Архимед.

Полуправильные многогранники (архимедовы тела) — это тела, у которых отсутствует только одно из следующих свойств правильных тел:

- 1) все грани являются правильными многоугольниками;
- 2) все грани равны друг другу;
- 3) тело относится к одному из трех существующих типов пространственной симметрии [1, с.52].

Множество архимедовых тел можно разделить на несколько групп. Первая из них состоит из пяти многогранников, которые получаются из платоновых тел в результате их усечения, а именно: усеченный тетраэдр, усеченный гексаэдр (куб), усеченный октаэдр, усеченный додекаэдр и усеченный икосаэдр.

Другая группа состоит всего из двух тел, также называемых квазиправильными многогранниками. Эти два тела называются кубооктаэдром и икосододекаэдром.

В результате усечения кубооктаэдра и икосододекаэдра получаются следующие два многогранника – ромбокубооктаэдр и ромбоикосододекаэдр. Дальнейшее видоизменения могут превратить их в два других многогранника - усеченный кубооктаэдр и усеченный икосододекаэдр.

Наконец, существуют две так называемые "курносые" модификации - одна для куба, другая для додекаэдра. Каждый из них характеризуется слегка повернутым положением граней, что позволяет построить два разных варианта одного и того же "курносого" многогранника.

Названия многогранников пришли из Древней Греции, они указывают на количество граней: "тетра" - 4; "гекса" - 6; "окта" - 8; "додека" - 12; "икоса" - 20.

В эпоху Возрождения художники проявляли большой интерес к формам правильных многогранников. Леонардо да Винчи увлекался теорией многогранников и часто изображал их на своих полотнах. Он проиллюстрировал книгу своего друга Луки Пачоли "О божественной пропорции" изображениями правильных и полуправильных многогранников.

На знаменитой гравюре Альбрехта Дюрера "Меланхолия" на переднем плане изображен додекаэдр. А в 1525 году Дюрер написал трактат, в котором рассмотрел пять правильных многогранников, поверхности которых служат хорошими моделями перспективы [3].

На картине Сальвадора Дали «Тайная вечеря» Христос и двенадцать апостолов помещены в интерьер в форме правильного додека-

эдра. Выбор художником именно этого правильного многогранника не случаен: каждая его грань соответствует одному из апостолов.

Таким образом, правильные и полуправильные многогранники — это удивительные геометрические фигуры, которые обладают своими уникальными свойствами и находят применение в различных областях. Их можно использовать в архитектуре, дизайне, компьютерной графике, кристаллографии и других сферах.

Список источников

1. Давыскиба А.С. Использование 3D-моделирования для изучения полуправильных многогранников / А.С. Давыскиба, М.Н. Симакова. — Текст : непосредственный // Юный ученый. — 2020. — № 4 (34). — С. 52-61.
2. История многогранников [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mnogograns.narod.ru/history.html> (дата обращения 07.04.2024).
3. Символы и значения многогранников в произведениях изобразительного искусства [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://school-science.ru/19/7/55184> (дата обращения 07.04.2024).

УДК 621.736

Подыганов В.И., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

СИММЕТРИЧНЫЕ КРИПТОСИСТЕМЫ

Аннотация. В статье представлена информация о симметричном шифровании, а также рассмотрен алгоритм AES (Advanced Encryption Standard).

Ключевые слова: симметричные криптосистемы, симметричное шифрование

Симметричное шифрование — это способ шифрования данных, при котором один и тот же ключ используется и для кодирования, и для восстановления информации.

Например, простой алгоритм замены букв числами. У отправителя и получателя должна быть одна и та же таблица соответствия букв и чисел для шифрования и расшифрования

Однако его легко взломать — просто, зная частотность букв в языке, можно соотносить самые часто встречающиеся буквы с самыми многочисленными числами зашифрованного текста. А с использованием компьютерных вычислений эти операции занимают доли секунд.

Поэтому современные симметричные алгоритмы считаются надежными, если отвечают следующим требованиям:

выходные данные не должны содержать статистических паттернов исходных данных (как в приведенном мной примере выше);

шифр должен быть нелинейным (то есть в зашифрованных данных не должно быть закономерностей, которые можно отследить).

В зависимости от принципа работы алгоритмы симметричного шифрования делятся на два типа: блочные и потоковые.

Блочные алгоритмы шифруют данные блоками фиксированной длины (например, по 64 или 128 бит). Если все сообщение или его финальная часть меньше размера блока, система дополняет его предусмотренными алгоритмом символами, которые так и называются дополнением.

Потоковое шифрование данных предполагает обработку каждого бита информации с использованием *гаммирования*, то есть изменения этого бита с помощью соответствующего ему бита псевдослучайной секретной последовательности чисел, которая формируется на основе ключа.

AES — блочный симметричный алгоритм шифрования. Он самый популярный, потому что его легко адаптировать под конкретные требования и реализовать. Как одно из преимуществ этого алгоритма — скорость его работы.

Далее описывается то, как работает данный алгоритм.

1. разделяем исходное сообщение на отрезки длиной 128 бит, таким образом получаем блоки;

2. преобразуем этот блок в матрицу 4 на 4, каждая ячейка по 1 байту;

3. замена каждого байта таблицы на другой с помощью специальных подстановок (разработанными создателями алгоритма они максимально не линейны);

4. сдвигаем элементы матрицы построчно влево, причем вторую строку на один влево, третью строку на два, третью на три влево (равно сильно одному вправо);

5. работа со столбцами. Берем каждый столбец, и умножаем на него случайную матрицу с числами, тем самым получая новый столбец с байтами;

6. все этапы, которые называются раундом, таких раундов может быть 10, 12 и 14. После каждого раунда мы записываем секретный ключ.

В конце получаем секретный ключ, с помощью которого можно проделать все этапы в обратном порядке, и получить исходное сообщение.

Считается стойким алгоритмом, но его безопасность зависит от правильной реализации, длины ключа и защиты ключей.

AES восприимчив к атаке «человек посередине» (Man-in-the-Middle) — если злоумышленник перехватит ключ, он сможет расшифровать зашифрованные данные.

В случае использования слабого ключа злоумышленники могут попытаться взломать систему методом прямого перебора ключей.

Из преимуществ, симметричные алгоритмы требуют меньше ресурсов и демонстрируют большую скорость шифрования, чем асимметричные алгоритмы. Большинство симметричных шифров устойчиво к атакам с помощью квантовых компьютеров.

Слабое место симметричного шифрования — обмен ключом. Поскольку для работы алгоритма ключ должен быть и у отправителя, и у получателя сообщения, его необходимо передать; однако его может перехватить третье лицо. На практике во многих системах эта проблема решается шифрованием ключа с помощью асимметричного алгоритма.

Вот небольшой список организаций и проектов, где используется AES: Google Cloud, Snapchat, Facebook Messenger; программы сжатия файлов: 7-Zip, WinRAR, WinZip для предотвращения утечки данных. Библиотеки языков программирования Java, Python и C++; протоколы VPN. А также в протоколах безопасности веб-сайтов для шифрования данных между клиентом и сервером. Например, в HTTPS.

На базе AES разработан алгоритм шифрования MTProto, который используется в мессенджере Telegram.

Симметричное шифрование используется для обмена данными во многих современных сервисах, часто в сочетании с асимметричным шифрованием. Например, мессенджеры защищают с помощью таких шифров переписку, а сервисы для видеосвязи — потоки аудио и видео.

Симметричные алгоритмы не могут применяться для формирования цифровых подписей и сертификатов, потому что секретный ключ при использовании этого метода должен быть известен всем, кто работает с шифром, что противоречит самой идее электронной подписи (возможности проверки ее подлинности без обращения к владельцу)

Симметричное шифрование играет ключевую роль в обеспечении конфиденциальности и безопасности данных в цифровом мире. Оно быстро, эффективно и, при правильном использовании, предлагает высокий уровень безопасности. Однако важно помнить о необходимости безопасной передачи самих ключей и потенциальной уязвимости перед атаками методом грубой силы. Использование современных стандартов, таких как AES, поможет минимизировать эти риски и обеспечить надежную защиту ваших данных.

Список источников

1. Как работает AES (Advanced Encryption Standard) [Электронный курс]. - Режим доступа: <https://vc.ru/dev/656195-kak-rabotaet-aes-advanced-encryption-standard-obyasnenie-dlya-gumanitariev-tipa-menya>
2. Симметричное шифрование: основы, AES vs DES, безопасность [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://sky.pro/wiki/javascript/simmetrichnoe-shifrovanie-osnovy-aes-vs-des-bezopasnost/>
3. Симметричное шифрование [Электронный курс] – Режим доступа: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/symmetric-encryption/>

УДК 621.736

Сапарова К.И., Кулагина С.В.

Поволжский государственный технологический университет

СИММЕТРИЯ И АССИМЕТРИЯ

Аннотация. В статье представлена информация о симметрии и асимметрии, а также о том, как она отражает окружающий нас мир, искусство и творчество человека.

Ключевые слова: симметрия, асимметрия

Первоначальный смысл симметрии – это соразмерность, сходство, подобие, порядок, ритм, согласование частей в целостной структуре. Симметрия и структура неразрывно связаны. Если некоторая система имеет структуру, то она обязательно имеет и некоторую симметрию.

Симметрия является одной из наиболее фундаментальных и одной из наиболее общих закономерностей мироздания: неживой, живой природы и общества. Понятие симметрии проходит через всю многовеко-

вую историю человеческого творчества. Оно встречается уже у истоков человеческого знания; его широко используют все без исключения направления современной науки.

Существуют две группы симметрий.

К первой группе относится симметрия положений, форм, структур. Это та симметрия, которую можно непосредственно видеть. Она может быть названа геометрической симметрией.

Вторая группа характеризует симметрию физических явлений и законов природы. Эта симметрия лежит в самой основе естественнонаучной картины мира: ее можно назвать физической симметрией.

Особое внимание следует заострить на зеркальной симметрии.

Зеркальная симметрия. Каждая симметричная плоская фигура может быть совмещена сама с собой с помощью зеркала. Даже такие сложные фигуры, как пятиконечная звезда или равносторонний пятиугольник, тоже симметричны. Как это вытекает из числа осей, они отличаются именно высокой симметрией.

Существуют языки, в которых начертание знаков опирается на наличие симметрии. Так, в китайской письменности иероглиф означает именно истинную середину.

В архитектуре оси симметрии используются как средства выражения архитектурного замысла. В технике оси симметрии наиболее четко обозначаются там, где требуется оценить отклонение от нулевого положения, например, на руле грузовика или на штурвале корабля.

В трехмерном мире пространственных тел, где мы с вами живем, существуют плоскости симметрии. «Зеркало» всегда имеет на одно измерение меньше, чем мир, который оно отражает. При взгляде на круглые тела сразу видно, что они имеют плоскости симметрии, но вот сколько именно — решить не всегда просто.

На плоскости фигурой с бесчисленным множеством осей симметрии был круг.

Если на плоскости это была плоская спираль, то в нашем мире такими, безусловно, будут спиральный бур или винтовая лестница. Кроме того, существуют еще тысячи асимметричных вещей и предметов в окружающей нас жизни и технике.

Асимметрия внутри симметрии.

Симметрия и асимметрия должны, казалось бы, взаимно исключать одна другую — как черное и белое. Так оно и происходит на самом деле, пока симметрия или ее антипод рассматриваются по отношению к одному и тому же телу.

В науке симметрия определяется как совокупность свойств: порядка, однородности, соразмерности, пропорциональности, гармоничности. Асимметрия же обычно определяется как отсутствие признаков симметрии; как беспорядок, несоразмерность, неоднородность.

К общим определениям понятий симметрии и асимметрии можно подойти исходя из следующих положений:

1. нужно признать, что эти понятия относятся ко всем известным нам атрибутам материи, что они отражают взаимные связи между ними;
2. эти понятия основываются на диалектике соотношения тождества и различия, существующей как между атрибутами материи, так и между их состояниями и признаками;
3. нужно иметь в виду, что единство симметрии и асимметрии представляет собой одну из форм проявления закона единства и взаимоисключения противоположности.

В художественном конструировании широко применяется как симметрия, так и асимметрия, т. е. сочетания и расположение элементов, при котором ось или плоскость симметрии отсутствует. В такой композиции особенно важна зрительная уравновешенность всех ее частей по массе, фактуре, цвету. Они помогают достигать художественной выразительности статичных и динамичных композиций. Мода - как маятник, который, качнувшись в одну сторону, пошел затем в другую.

Асимметрия - один из самых популярных на сегодняшний день элементов в дизайне модной одежды.

Определяет сегодня внутреннее содержание прекрасного в искусстве. Симметрия воспринимается нами как покой, скованность, закономерность, тогда как асимметрия означает движение, свободу, случайность.

Симметрия и асимметрия буквально пронизывают весь окружающий нас мир.

Симметрия и асимметрия: два слагаемых одного целого – красоты.

Список источников

1. Введение - Симметрия и асимметрия [Электронный курс]. - Режим доступа: <https://vuzlit.com/1525189/vvedenie>
2. Симметрия и ассиметрия [Электронный курс]. – Режим доступа: <https://www.art-talant.org/publikacii/74310-simmetriya-i-asimmetriya>
3. Симметрия и асимметрия в искусстве [Электронный курс] – Режим доступа: <https://www.izocenter.ru/blog/simmetriya-i-asimmetriya-v-iskusstve/>

Смирнова А.А.

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

МАТЕМАТИКА В МУЗЫКЕ

***Аннотация.** Музыка подчиняется простым законам и математическим отношениям. Благодаря закону пропорций, музыканты могут создавать музыкальные произведения, которые звучат приятно и гармонично, используя соответствующие соотношения.*

***Ключевые слова:** интервал, колебания, диссонанс, консонанс*

Математика и музыка - две дисциплины, которые, кажется, кардинально противоположны друг другу.

Математика изучает строгие законы чисел, формул и структур, тогда как музыка представляет собой проявление искусства, эмоций и креативности. Тем не менее, существует удивительная связь между этими двумя областями, которая проявляется во многих аспектах музыкального процесса.

Музыка это не только чувства и переживания, выраженных в звуке, это сложная система правил и закономерностей, которая подчиняется строгим законам математики.

Первым человеком, который решил подчинить музыку математике был Пифагор. До него никто не задумывался, почему какие - то музыкальные созвучия приятны на слух, а какие - то звучат резко и раздражающе.

Для своих экспериментов он создал инструмент монохорд (в переводе означает «однострун»), хоть он и назывался так он использовал всего две струны, одна с неизменным тоном, другая при помощи нехитрого механизма меняла свое звучание по воле экспериментатора, изменяя пропорциональное соотношение двух звучащих струн, Пифагор пришел к основополагающему для всей истории музыки выводу. Пропорция имеет прямое отношение к звучанию и качество этого звучания, выражается числом.

Продолжением открытия Пифагора явилась идея разделения созвучия на консонансы и диссонансы. Без этих понятий музыка европейской традиции не могла бы состояться в том виде, в котором мы ее знаем.

Под консонансом понимается созвучие, вызывающее ощущение покоя, гармонии, устойчивости. С точки зрения математики консонансы выражаются более простым отношением чисел. Например, чистая октава 1:2, чистая квинта 2:3, чистая кварта 3:4.

Диссонансы звучат беспокойно, резко, создают ощущение незавершенности и выражаются более сложным числовым отношением. Например, большая септима 8:15, малая секунда 15:16.

Любая сложная мелодия - это чередование консонансов и диссонансов. Диссонансы нужны чтобы подчеркивать движение нашей мелодии.

Еще одно проявление математики в музыке - это интервалы. Если извлечь ноту До и исследовать ее спектрограмму, то можно обнаружить, что в этом звуке есть частоты не только соответствующей ноте До, но и нотам Ре и Ми, и всем остальным. Происходит это от того, что строй на рояле, гитаре и любого другого инструмента может колебаться не только целиком, но и половинами, третьими и четвертями и так далее. Более того все эти колебания выстраиваются в итоговое движение струны и на небольших инструментах это не видно, но если взять, что - то большое например октобас, то все колебания струн, мы можем с легкостью увидеть.

Колебание струны целиком создают основной тон, а колебания частями обертона или просто гармоник их частоты в 2, 3, 4 раза больше основного тона. Обратите внимание на соотношения частот соседних гармоник 1:2, 2:3, 3:4, 4:5 и так далее. Такие соотношения называют интервалами, а конкретно эти октава, квинта, кварта, терция именно этими интервалами можно объяснить многое. Такие соотношения частот отчетливо воспринимают на слух, их можно использовать для разделения всего чистого диапазона на отдельные ноты, поэтому они легли в основу старейших из известных нами музыкальных строев: пифагорейского и натурального. В них все ноты как раз получаются откладыванием интервалом (1:2, 2:3, 3:4 и так далее). Именно на этом этапе появляются 7 известных нот.

В последствии семи ступенями октавы добавилось еще пять и теперь мы это наблюдаем на всех музыкальных инструментах, особенно на клавишных.

Заключение

Таким образом, математика лежит в самом фундаменте музыки. Пусть это не заметно лишь с первого взгляда и мало кто этим вдохновляется, но математика есть в каждом музыкальном произведении и музыка есть благодаря ей.

Список источников

1. Холопов Ю.Н. Гармония: Теоретический курс: Учебник. — СПб.: Издательство «Лань», 2003. - 544 с.
2. Насретдинов А. Музыкальная математика древних. Поиск гармонии: - М.: Издательство Бослен, 2013. – 256 с.

УДК 004.942

Смолякова В.Д.

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

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** рассматриваются примеры применения математического моделирования в различных областях строительства.*

***Ключевые слова:** математическое моделирование, строительство*

Любая задача организации, планирования и управления строительством имеет множество возможных решений. В процессе разработки плана работ строительной организации и плана возведения объекта строительства необходимо сравнивать между собой огромное количество вариантов и выбрать оптимальный в соответствии с выбранными критериями.

В проектировании, организации строительства и управлении им, а также в организации восстановления и эксплуатации зданий и сооружений, широко применяется математическое моделирование. Используя прогнозное моделирование сложных процессов, можно заранее учесть влияние потенциальных изменений на объект управления и разработать план по минимизации рисков.

Под математическим моделированием чаще всего понимают методику использования математических теорий для создания упрощенных и абстрактных моделей сложных процессов, явлений и систем.

Одной из основных задач, которую выполняет математическое моделирование, является возможность в процессе проектирования зданий и сооружений определить их реакцию на внешние факторы. Например,

на ветровые нагрузки, землетрясения, воздействие осадков и пр. То есть имеется возможность проверить проектные инженерные решения на соответствие их функциональной задаче.

Математическое моделирование в строительстве также помогает разрабатывать и применять инновационные подходы и решения. Появляется возможность создавать точные и наглядные модели зданий, которые можно использовать для контроля функционирования и анализа для принятия решений.

С помощью математических моделей можно оптимизировать рабочие процессы, оценить продолжительность каждого этапа строительства. Это позволит установить реалистичные сроки выполнения проектов и избежать задержек. Например, можно с высокой точностью предсказывать отказы техники, спрогнозировав неисправности и поломки. Моделируя режимы эксплуатации техники, можно избежать нежелательных затрат и потерь.

Математическое моделирование позволяет предсказать и оценить качество строительного проекта. С помощью модели можно провести анализ и симуляцию различных сценариев, чтобы выявить потенциальные проблемы или улучшить проект еще до начала физического строительства.

В строительстве можно выделить такие направления математического моделирования, как оптимизация, динамическое и статистическое моделирование.

К основным задачам оптимизации относятся совершенствование форм и характеристик материалов конструкции, уменьшение массы строения, поиск идеального распределения внешних нагрузок.

Целью динамического моделирования является контроль и оценка параметров, влияющих на безопасность здания.

Назначение статистического моделирования состоит в проведении сравнительного анализа, выявлении закономерностей. Целью статистического моделирования является разработка модели, которая может точно предсказать будущие результаты на основе прошлых данных.

Математическое моделирование в строительстве широко применяется в планировании, оценке и управлении проектами и предоставляет инструменты и знания, которые помогают строить будущее более эффективно и безопасно.

Список источников

1. Шепелев И.Г. Математические методы и модели управления в строительстве. М., 1980. 213 с.

2. Соболев В.И. Оптимизация строительных процессов: учеб. пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск, 1999.

3. Измаилов А.Ф. Численные методы оптимизации / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов. - М.: Физматлит, 2003. - 304 с.

4. Карпов В.В. Математические модели задач строительного профиля и численные методы их исследования: учеб. пособие для вузов / В.В. Карпов, А.В. Коробейников. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ 1999. - 188 с.

УДК 004

Федькин И.А.

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

ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

***Аннотация.** Представлена работа, посвященная обзору применения программирования в решении задач с использованием теории вероятностей.*

***Ключевые слова:** программирование, теория вероятностей*

Программирование используется для построения вероятностных моделей каких-либо процессов. В качестве примера можно привести всеми известную задачу подбрасывания кубика, у которого на каждой грани написаны цифры от 1 до 6. И нам необходимо определить вероятность выпадения числа на каждой грани.

Вот пример теоретического определения вероятности:

Допустим кубик подбрасывается бесконечное количество раз, тогда в теории вероятность выпадения каждого числа стремится к $P = 1/6$

Проблема в том, что на практике мы не можем подбрасывать кубик бесконечное количество раз.

Например, нам нужно подбросить кубик n раз. В частности, для реализации данной задачи, был использован язык Python.

Результат работы программы для 10 подбрасываний отображается гистограммой. Например, с используя язык C++ может быть реализовано построение графика нормального распределения. Программа создает вектор точек для функции плотности вероятности нормального распре-

деления. Изменяя параметры в программе можно построить графики для различных распределений и их сравнения.

Так же, **программные системы вероятностного моделирования** включают в себя разнообразные области, начиная от финансов и экономики, заканчивая биологией и технологиями. Вот несколько конкретных примеров:

финансовое моделирование: используется для оценки цен на финансовые опционы, финансовые риски, учитывая случайные колебания цен активов;

медицинское моделирование: моделирование распределения лекарств: Вероятностные модели могут использоваться для анализа того, как различные дозы лекарств распределяются в организме;

прогнозирование погоды: моделирование климата: используется для прогнозирования изменений погоды, учитывая случайные факторы, такие как ветер и атмосферные условия;

биологическое моделирование: моделирование эволюции: используется для анализа динамики эволюционных процессов и изменений в генетических популяциях;

страхование и риски: моделирование вероятности различных событий;

технологии и интернет вещей (IoT): моделирование сетевых протоколов: вероятностные модели могут использоваться для анализа эффективности и надежности сетевых протоколов;

маркетинг и реклама: моделирование поведения потребителей: используется для прогнозирования того, как потребители будут взаимодействовать с продуктами и рекламой.

Эти примеры демонстрируют широкий спектр применения вероятностного моделирования в различных областях. Вероятностные методы позволяют учесть неопределенность, случайность и изменчивость в данных, что делает их мощным инструментом для анализа и принятия решений.

Вероятностные алгоритмы в программировании занимают значимое место и представляют собой класс алгоритмов, которые используют случайные процессы или случайные величины для решения вычислительных задач. Они обычно основаны на теории вероятностей и предназначены для работы с неопределенностью или случайностью в данных или задачах. Вот несколько областей, в которых применяются вероятностные алгоритмы:

машинное обучение: байесовские методы: использование теоремы Байеса для оценки вероятностей классов или параметров моделей. Марковские модели: вероятностные модели, используемые для представления последовательностей событий, где следующее состояние зависит только от текущего состояния;

криптография: рандомизированные алгоритмы: вероятностные алгоритмы используются для создания криптографических хэш-функций, генерации случайных чисел и других криптографических примитивов;

анализ данных и статистика: бутстрэп: статистический метод, использующий случайные выборки с возвращением из наблюдаемых данных для оценки статистических характеристик;

метод Монте-Карло: использование случайных выборок для численного решения математических задач и проведения статистических экспериментов;

оптимизация: методы оптимизации с учетом случайности: вероятностные алгоритмы используются для нахождения глобальных оптимумов в пространствах сложных функций;

компьютерная графика и генерация контента: синтез текстур: использование случайных процессов для генерации реалистичных текстур в компьютерной графике;

процедурная генерация: использование случайности для создания разнообразных и уникальных элементов в компьютерных играх и симуляциях;

биология и генетика: моделирование эволюции: использование случайных процессов для моделирования эволюции организмов и генетических изменений;

интернет вещей (IoT): рандомизированные алгоритмы для доступа к среде: в протоколах передачи данных в IoT применяются вероятностные алгоритмы для управления коллизиями и эффективного использования ресурсов.

Программирование и теория вероятностей тесно взаимосвязаны и могут взаимно дополнять друг друга в различных областях. Использование вероятностных алгоритмов может значительно улучшить решение задач, связанных с неопределенностью или случайностью. Программирование часто используется для создания симуляций случайных событий, позволяет визуализировать вероятностные модели с использованием графиков и диаграмм. Вероятностные методы широко используются в статистике и машинном обучении для создания и обучения моделей. Программирование позволяет эффективно управлять случайностью в создании симуляций, генерации данных и других приложениях, где требуется учет случайных факторов.

Филиппов А.А.

Научный руководитель: Мустафина С.С., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ 5G СЕТЕЙ

Аннотация. В данной статье подробно рассматриваются математические основы сетей 5G. Проводится краткий анализ ключевых концепций и методов, лежащих в основе этой передовой технологии, включая теорию информации, модуляцию и демодуляцию, многолучевое распространение, метод пространственного кодирования сигнала (MIMO) и ортогональное частотное разделение каналов (OFDM). Также уделяется внимание вопросам безопасности и конфиденциальности, математическим методам, используемым для их обеспечения. Эта статья будет полезна как для специалистов в области связи, так и для широкого круга читателей, интересующихся последними достижениями в области технологий связи.

Ключевые слова: 5G сети, теория информации, многолучевое распространение, теорема Шеннона, модуляция, демодуляция, метод пространственного кодирования сигнала (MIMO), Ортогональное частотное разделение каналов (OFDM)

В эпоху цифровизации и глобализации технологии связи играют важную роль в нашем обществе. Одной из самых перспективных технологий сейчас является пятое поколение мобильных сетей. Оно действует на основе стандарта IMT-2020. Преимуществами пятого поколения над предшествующими поколениями является скорость передачи данных, а также низкая задержка подключения и способность сети обслуживать большое количество пользователей одновременно. При помощи 5G сетей даже в очень загруженных областях городов пользователи смогут оставаться подключенными к сети и получать высокоскоростной доступ к интернету без задержек. Это также открывает возможности для применения новых технологий, таких как системы умных автомобилей и умных городов. На данный момент все плюсы ведут к тому, что 5G сети постепенно внедряются все в большем объеме. Однако, не стоит забывать и о минусах данного поколения сети, и одно из главных тут – это необходимость в значительных денежных вложениях в инфраструктуру, включая новые базовые станции и обновление существующих сетей.

Одним из ключевых аспектов 5G является использование волн в диапазоне от 24 ГГц до 47 ГГц, которые обеспечивают высокую пропускную способность и маленькую задержку передачи данных, но эти волны имеют ограниченный радиус действия и их прохождение может быть затруднено различными препятствиями, в связи с этим для развертки 5G сетей требуется установка большого количества новых базовых станций. Чтобы понять принцип работы сети необходимо начать с теории информации.

Теория информации была впервые представлена Клодом Шенноном в 1948 году. Основное понятие, которое вводит теория информации – энтропия. Энтропия – это мера неопределенности или случайности информации. Благодаря Клоду Шеннону был сформулирован закон, который помогает определить максимальную скорость передачи данных, которую можно достичь в канале связи с определенной пропускной способностью и уровнем шума. Этот закон известен как теорема Шеннона, которая записывается следующим образом:

$$C = B * \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right),$$

где C – пропускная способность канала (в битах в секунду), B – ширина полосы пропускания канала (в герцах), S/N – отношение сигнал/шум.

В мобильных сетях теория информации используется для оптимизации передачи данных. С её помощью были разработаны алгоритмы кодирования и декодирования. Кодирование используется для преобразования исходной информации в форму, которую можно легко передать или хранить. Декодирование, в свою очередь, осуществляет процесс восстановления исходной информации из закодированной формы. Для 5G сетей алгоритмы кодирования и декодирования играют важную роль, так как именно пятое поколение связи наиболее подвержено шумам и различным видам помех. Здесь на помощь приходят такие виды алгоритмов кодирования как «турбо-кодирование» – использование процессов с применением повторяющегося действия декодирования для улучшения точности передачи данных и «коды с низкой плотностью проверки на четность» (LDPC), которые используются для увеличения эффективности передачи данных и уменьшения ошибок.

Говоря о мобильных сетях, необходимо затронуть также модуляцию и демодуляцию – это еще две важные концепции, используемые при передаче сигнала. Благодаря модуляции и демодуляции возможно эффективное использование радиочастотного спектра и передача данных на большие расстояния. Основными методами модуляции являются квадратурная модуляция (QAM) и фазовая модуляция (PSK). Квадратурная модуляция – метод, который позволяет одновременно модули-

ровать амплитуду и фазу несущего сигнала. Это позволяет передавать больше информации за каждый символ, что увеличивает пропускную способность сети. Математически данный вид модуляции может быть описан следующей формулой:

$$s(t) = I(t) \cos(2\pi f_0 t) + Q(t) \sin(2\pi f_0 t),$$

где $s(t)$ – квадратурномодулированный сигнал, $I(t)$ – модулирующий сигнал, $Q(t)$ – модулирующий сигнал, f_0 – несущая частота, t – время.

Фазовая модуляция – это метод, который модулирует фазу несущего сигнала. Данный метод обеспечивает хорошую устойчивость к шумам и помехам, что делает его наиболее подходящим для использования в 5G сетях. Математически фазовая модуляция сигнала может быть описана следующей формулой:

$$s(t) = A \cos[2\pi f_c t + k u_m(t)],$$

где $s(t)$ – фазомодулированный сигнал, A – амплитуда сигнала, k – некоторая константа, f_c – частота несущего сигнала, $u_m(t)$ – модулированный информационный сигнал, t – время.

Многолучевое распространение и метод пространственного кодирования сигнала (MIMO) являются ключевыми технологиями, без которых 5G сеть было бы сложно представить, так как многолучевое распространение – это такое явление, при котором радиосигнал от передатчика достигает приемника по нескольким путям из-за отражения, рассеяния и дифракции сигнала на препятствиях в окружающей среде. Хотя это явление и может вызывать интерференцию и ухудшение качества сигнала, помочь с тем, чтобы справиться с этими проблемами и даже обратить их во благо, призван метод пространственного кодирования сигнала (MIMO). Этот метод позволяет увеличить полосу пропускания канала, в котором передача данных и прием данных осуществляются системами из нескольких антенн. Передающие и приёмные антенны разносят так, чтобы интерференция между соседними антеннами была слабой. Это позволяет системе обрабатывать многолучевое распространение и использовать его для увеличения пропускной способности и улучшения качества связи. Модель MIMO описывается следующей формулой с использованием линейной алгебры:

$$\vec{x} = H * \vec{s} + \vec{z},$$

где $\vec{x}$ – вектор полученных сигналов, H – матрица канала, $\vec{s}$ – вектор переданных сигналов, $\vec{z}$ – вектор шума.

Задача системы MIMO – это декодировать полученные сигналы, чтобы восстановить переданные сигналы. Благодаря MIMO 5G может обеспечить более высокую пропускную способность и более низкую задержку по сравнению с предыдущими поколениями сетей.

Немаловажную роль в 5G сетях играет также ортогональное частотное разделение каналов (OFDM). Этот метод разделяет высокоскоростной поток данных на несколько низкоскоростных, более медленных потоков, которые затем передаются одновременно по множеству разных частот. Это позволяет эффективно использовать радиочастотный спектр, а также заметно снизить влияние многолучевого распространения и интерференции на сигнал. Формула для ортогонального частотного разделения каналов:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} s_k e^{j2\pi f_k t},$$

где $s(t)$ – OFDM сигнал, s_k – комплексная амплитуда k -го поднесущего, f_k – частота k -го поднесущего, N – количество поднесущих, j – мнимая единица, t – время. Поднесущая частота – это частота гармонических колебаний, на которой передается дополнительная информация при модуляции этих колебаний сигналами, соответствующими передаваемому сообщению.

В заключение стоит отметить, что 5G – это перспективная технология, которая может принести значительные изменения в жизнь каждого человека. Однако для ее полного использования требуется решить ряд технических и социальных проблем, таких как необходимость замены аппаратуры, проблемы совместимости устройств, вопросы приватности и безопасности. В наш век информационных технологий мобильные сети постоянно развиваются, и по мере их развития появляются новые исследовательские вопросы и проблемы. В любом случае, будущее связи уже здесь, и оно обещает быть захватывающим.

Список источников

1. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014.
2. Тихвинский В.О. Концептуальные аспекты создания 5G / В.О. Тихвинский Г.С. Бочечка // Электросвязь. – 2013.
3. Попков Г.В., Попков В.К., Величко В.В. Математические основы моделирования сетей связи – 2012.

Чендемерова Е.М.

Научный руководитель: Кулагина С.В., ст. преподаватель

ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫИГРЫША В ЛОТЕРЕЮ

Поволжский государственный технологический университет

Аннотация. В статье исследуется вероятность выигрыша в лотерею с использованием математических моделей и статистических методов, анализируется вероятность выигрыша в различных типах лотерей.

Ключевые слова: вероятность, выигрыш, лотерея, математическая модель, статистический метод, шансы на победу

Лотерея представляет собой азартное мероприятие, где результат - распределение денежных средств между участниками - определяется случайной выборкой чисел, обычно обозначенных на лотерейных билетах.

В современной России существует большое количество лотерейных операторов, предлагающих различные виды лотерей с разнообразными призами и правилами.

Какова же вероятность выигрыша в лотерею и роль теории вероятностей?

Выиграть в лотерею – мечта многих, кто хотя бы раз покупал лотерейный билет. Однако шанс на получение главного приза крайне мал, и его можно рассчитать с помощью теории вероятностей. Теория вероятностей – математическая дисциплина, изучающая закономерности и случайные явления. Ключевым понятием в теории вероятностей является "событие" – исход опыта или действия, который может произойти или не произойти. Вероятность события – количественная характеристика, отражающая вероятность его наступления. Чем выше вероятность, тем более вероятно наступление события. Она определяется как отношение числа благоприятных исходов к общему числу возможных исходов:

$$P(\text{события}) = \frac{n}{m}$$

Вероятность выигрыша - это соотношение количества выигрышных комбинаций к числу всех возможных. Количество возможных комбинаций, подчиненных тем или иным условиям выбора и расположения элементов изучает комбинаторика. К различным соединениям, которые изучает комбинаторика, относятся перестановки, сочетания, и размещения.

Сочетанием называется набор элементов, рассматриваемых без учета порядка их следования. Пусть рассматривается множество из n элементов.

Сочетанием из n элементов по k элементов называется любое подмножество, которое содержит k различных элементов данного множества.

$$C_n^k = \frac{n!}{(n-k)!k!}$$

Расчет возможности получения джекпота в лотерее «5 из 36».

Необходимо число свободных ячеек поделить на количество возможных комбинаций. То есть первую цифру можно выбрать из 36, вторую - из 35, третью - из 34 и так далее.

$$C_{36}^5 = \frac{36*35*34*33*32*31}{1*2*3*4*5} = 376992 \text{ комбинаций}$$

Вероятность «сорвать» джекпот в лотерею «5 из 36»:

$$P = \frac{1}{376992} \approx 2,67 * 10^{-6}$$

Выигрыши 2 класса (за 4 номера из 5):

$$C_5^4 * C_{31}^1 = \frac{5*4*3*2}{1*2*3*4} * \frac{31}{1} = 155 \text{ выигрышей}$$

$$P = \frac{1}{376992 \div 155} \approx 0,0041$$

Выигрыши 3 класса (за 3 номера из 5):

$$C_5^3 * C_{31}^2 = \frac{5*4*3}{1*2*3} * \frac{31*30}{1*2} = 4650 \text{ выигрышей}$$

$$P = \frac{1}{376992 \div 4650} \approx 0,0123$$

Таким образом, в лотерее «5 из 36» содержится 4806 выигрышей, т.е. 1 выигрыш приходится на 78 комбинаций. ($\frac{376992}{4806}$)

Число совпадений	Вероятность выигрыша	% успеха
5 совпадений из 5	$2,67*10^{-6}$	0,000267
4 совпадения из 5	0,0041	0,4
3 совпадения из 5	0,0123	1,23

Цена билета со стандартным выбором – 60 рублей. Чтобы поднять свои шансы на выигрыш суперприза до 50%, придется потратить 45 239 040 рублей. Но это туманная перспектива. И не забывайте, что с каждого приза придется заплатить немалый налог.

Расчет вероятности выигрыша в лотерею «Русское лото»

В лотерее имеется 90 бочонков, а в билете зачеркивается 30 номеров. Но правилам лотереи, джекпот выигрывает билет, если на 15 ходу все 15 чисел окажутся в билете. Получается, лотерея 15 из 90 имеет

$$C_{90}^{15} = \frac{90!}{15! \cdot 75!} = 89 \cdot 87 \cdot 86 \cdot 17 \cdot 83 \cdot 82 \cdot 9 \cdot 79 \cdot 11 \cdot 76 = 45795673964460800$$

комбинаций.

Вероятность выигрыша джекпота в Русском лото равняется $\frac{1}{45795673964460800}$.

Стоимость билета «Русского лото» – 150 рублей. Чтобы повысить свои шансы на выигрыш джекпота до 50%, придется потратить 3 434 675 547 334 560 000 рублей. Шансы можно назвать чисто теоретическими.

Заключение

Таким образом, вероятность выиграть в лотерею крайне мала, и игра в нее не является самым эффективным способом увеличения своего состояния. Лучше потратить свои деньги на что-то более рациональное и надежное, чем зависеть от случайности и удачи.

Список источников

1. Топ-7 лучших лотерей в России // Электронная библиотека Epiris:[сайт].– 2024 – URL: <https://epicris.ru/top-7-luchshix-loterej-v-rossii-s-horoshimi-prizami> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Какая вероятность выиграть в лотерею//Новостная газета Sports:[сайт].– 2024 – URL: <https://www.sports.ru/amp/news/1115693333-kakaya-veroyatnost-vyigrat-v-lotereyu-zl/> (дата обращения: 07.04.2024).

УДК 511.1:004.056

Шалагин Л.А.

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

ПРОСТЫЕ ЧИСЛА. РЕШЕТО ЭРАТОСФЕНА

***Аннотация.** Статья посвящена простым числам — натуральным числам больше 1 с двумя делителями (единица и само число). Существуют разные методы их вычисления, например, решето Эратосфена. Простые числа важны в математике и криптографии, лежат в основе надёжных систем шифрования, таких как RSA.*

Ключевые слова: простое число, решето Эратосфена, система RSA

Простые числа - натуральные числа больше 1, которое имеют два делителя: единица и само число. Есть ещё составные числа, они отличаются от простых тем что у них делителей больше двух.

Есть несколько методов вычисления например: числа Мерсенна и тест Люка-Лемера, теорема Ферма и тест Миллера-Рабина. В зависимости от поставленной задачи, могут использоваться различные методы поиска простых чисел.

Но рассмотрим я самый простой в понимании метод “решето Эратосфена” Название алгоритма говорит о принципе его работы: алгоритм осуществляет фильтрацию списка чисел от 2 до n . По мере прохождения списка составные числа исключаются, а простые остаются.

Название «решето» метод получил потому, что, согласно легенде, Эратосфен писал числа на дощечке, покрытой воском, и прокалывал дырочки в тех местах, где были написаны составные числа. Таким образом, дощечка была похожа на решето, через которое «просеивались» все составные числа, а оставались только простые.

Алгоритм работает следующим образом:

1. Создаётся список чисел от 2 до заданного предела N .
2. Определяется первое число в списке (в начале это будет 2) и удаляются все его кратные, кроме самого числа.
3. Переходит к следующему числу в списке и повторяется предыдущий шаг.
4. Продолжается процесс, пока не дойдём до конца списка.
5. По завершении алгоритма все оставшиеся числа в списке будут простыми.

Простые числа широко используются в математике и имеют важное значение. С их помощью получаются все остальные числа при умножении. Однако до сих пор не решена проблема подсчёта всех простых чисел. Простые числа играют ключевую роль в криптографии, где они служат основой для создания надёжных систем шифрования данных.

Например один из таких систем RSA (аббревиатура от фамилий Rivest, Shamir и Adleman), которая обеспечивает безопасное шифрование информации. Это криптографический алгоритм с открытым ключом, основанный на вычислительной сложности задачи факторизации больших полупростых чисел. Он стал первой системой, пригодной как для шифрования, так и для цифровой подписи. Алгоритм используется в различных криптографических приложениях, таких как PGP, S/MIME, TLS/SSL, IPSEC/IKE и других.

$$P_1 * P_2 = X$$

В данной формуле P_1 и P_2 это простые числа, которые являются закрытыми ключами в алгоритме RSA, а X - это полупростое число, которое является открытым ключом.



Список источников

1. Последовательность A080076 в OEIS: простые числа.
2. Курош А.Г. Теория групп. 3-е изд., М.: Наука, 1967.
3. А.И. Кострикин. Введение в алгебру, III часть. М.: Физматлит, 2001
4. Энциклопедический словарь юного математика, 1985.
5. Двуреченский П.А. — RSA — алгоритм шифрования с открытым ключом.
6. Википедия — статья об алгоритме RSA.
7. Cryptography Engineering — глава об алгоритме RSA.
8. RSA Laboratories — сайт, посвященный алгоритму RSA.
9. RSA FAQ — часто задаваемые вопросы об алгоритме RSA.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Акбулатова Г.Р., 116
Актуганова А.В., 364
Акчурин Н.А., 603, 605
Александров Р.Н., 231
Александрова Д.В., 482
Александрова К.Н., 332
Александрова М.Р., 742
Алексеева С.Э., 335
Алексиевич Е.О., 608, 610
Алибеков С.Я., 170
Альмухаметов А.А., 57
Андреев Г.В., 871, 873
Андреев П.О., 277
Андреева М.В., 745
Анисимов И.С., 876
Анисимов М.Ю., 118
Анисимов Н.А., 612, 615
Анисимов Н.С., 879, 882
Анисимов П.Н., 422
Анисимов С.Н., 703, 720, 739
Анисимова А.А., 618, 621
Антонова А.В., 36
Антропова Е.М., 279
Антышев Е.В., 940
Анцупов Н.А., 217
Атласов Р.Р., 282
- Бадибанга Р.К., 747
Бадртдинова А.Е., 515
Бакулина И.Р., 456
Балдин Р.Д., 623
Баранов А.С., 354
Барташевич Е.И., 425
Батухтин А.С., 384
Бахарева Е.В., 60, 428
Бахтина М.А., 625, 628
Бачурина И.А., 62
Белокуров А.С., 66
- Белоус И.А., 173
Белянина Ю.Э., 823
Березина В.А., 485
Березкин А.А., 367
Богатырева С.А., 69
Богданов А.Ю., 561
Болдырева А.П., 369
Большаков И.Ф., 630, 632
Бородин Е.А., 634
Будкина И.М., 284
Будорацкий Д.В., 749
Букал Н.С., 637
Булдакова Ю.М., 69, 72
Буркин А.В., 885, 888
Буркова О.В., 459
Бурмистрова О.Н., 453
Бурмистрова П.Л., 369
- Вавилин Н.А., 372
Вагизов А.Р., 21, 943
Валдаевская Ю.Э., 826
Васильев И.Н., 287
Васильева В.В., 121
Васильева В.О., 124
Вдовкин К.А., 640
Ведерникова О.В., 390
Вершинин А.Э., 24
Вершинин М.В., 290
Веткина Ю.Г., 829
Веюков Е.В., 643, 645, 647, 650
Винокуров Д.А., 72
Владимиров М.Д., 653
Войтенко М.С., 485
- Гаевой Е.И., 75
Галеев Д.О., 945
Галимуллин К.Р., 405
Галкина М.В., 60

- Галлямова А.А., 488
 Гарнышова Е.В., 220
 Гатауллин А.Р., 293
 Гафиатуллина К.Р., 223, 246
 Гилязов Д.Т., 78
 Гилязова Г.Р., 564
 Гиркина М.Г., 3
 Глухова П.Е., 226
 Гордеева Д.В., 375
 Горошников А.Н., 655, 657
 Градобаев Р.А., 176, 178
 Градобоева Т.Е., 126
 Грачев Р.О., 462
 Гребнев Ю.А., 296
 Григоренко А.Ю., 57
 Григорьева А.А., 129
 Григорьева Ю.Б., 36
 Гукалова И.А., 338
 Гумаров Т.И., 947
 Гусева Н.А., 81
- Данилова А.В., 660, 663, 709
 Денисова О.Н., 151, 153
 Дергина А.П., 666, 668
 Деревянных И.В., 491, 494, 515
 Дмитриев А.Г., 670, 711
 Домрачева С.С., 465
 Дудин П.О., 430
 Дюжнев А.В., 228
- Евдокимова К.А., 27
 Егоров Е.Н., 129
 Егорова Д.А., 672, 674
 Егошин О.С., 468
 Езов С.А., 676
 Ежова С.В., 663, 676
 Елчанинова А.С., 298
 Енин Д.И., 951
 Еремей Д.В., 341, 348
 Ефремов Д.А., 131
- Ефремова Г.Г., 497, 549
 Ефремова Т.А., 678
- Жабкина Ю.А., 301
 Жалялетдинова В.Р., 6
 Желонкин А.А., 9
 Журавлёв К.А., 645, 680
- Забейворота О.Н., 500
 Зайцев Н.А., 752
 Закирьянова Д.И., 684
 Захаров Д.Е., 131, 287
 Зверева О.С., 170
 Зинин К.В., 890, 893
 Зинина А.А., 802
 Зиновьев Р.А., 503
 Зиновьева Е.Г., 131, 287
 Зиновьева Е.С., 831
 Зиязетдинов Р.Р., 304
 Знобишин А.М., 378
 Золотов В.М., 180
 Зыбина А.С., 133, 954
- Иванов А.А., 287
 Иванов Д.М., 307
 Иванов М.П., 471, 686
 Иванов О.Г., 39, 48, 51
 Иванов Р.О., 27, 805
 Иванов Р.С., 135
 Иванов С.П., 36, 45
 Иванова А.А., 133, 689
 Иванова А.Н., 834
 Иванова Е.Е., 506
 Иванова Е.С., 137
 Иванова И.В., 808
 Иванова Л.А., 139
 Иванова Н.А., 369
 Игнатьев В.А., 159
 Ильин М.В., 118
 Ильина Ю.А., 142

- Исаев А.Л., 387
Исаева К.М., 838
- Казанкина А.С., 39, 567, 691, 694, 957
Калашникова Т.А., 841
Калинин А.Г., 131
Калинин И.Н., 33
Капитонова М.А., 137
Караваев А.В., 173
Карданов А.В., 960
Каркина А.Д., 323
Кельмаков В.Н., 895, 898
Кесарева А.Ю., 390
Кибардина Э.Р., 509
Кириллов А.А., 146
Кириллова М.А., 844
Киселёва А.А., 42
Кислицын Д.Д., 962
Кислицына Е.В., 343
Кислицына Е.П., 509
Клепцова М.С., 511
Клюкин И.И., 231
Кобылина Е.В., 183
Ковязин Д.А., 234
Кожаева Н.А., 304
Кожина О.П., 811
Козлов А.А., 515
Козылбаева П.А., 345
Коновнина Е.Д., 966
Коньшева О.П., 518, 520
Коробов И.Н., 968
Корюкин М.И., 83
Косарева Е.А., 45
Кочин М.А., 522
Кощенко С.И., 144
Кравченко Г.А., 131
Крайков М.Д., 223
Крашенинникова Н.Г., 170
Крестовников И.А., 86
- Криворотова Т.Н., 348, 354
Крюков А.С., 901, 904
Кудрявцева К.С., 133
Кудрявцева Н.В., 522, 525
Кузнецов В.И., 12
Кузьмин А.В., 186
Кузьмин М.В., 146, 167
Кулагина С.В., 945, 947, 960, 962, 968, 977, 980
Куперман А.В., 697, 700
Купсольцева Н.С., 381
Курочкин В.А., 754
- Ласточкин Д.М., 189
Лебедев Д.А., 211, 214
Лебедев Н.А., 485
Лебедева Д.С., 515
Лежнин И.З., 972
Лешканов А.Ю., 703
Липатников Д.Д., 757
Лобанов А.С., 393
Логинов Г.А., 814
Ломакин А.Н., 907
Ломакин А.Н., 909
Ломакина Е.А., 83, 92
Лось Е.И., 211, 214
Лысковец К.М., 425
- Маданова А.В., 528
Макарова П.П., 473
Макарова С.Ю., 146
Максимов М.А., 706
Малеев А.С., 192
Малинин Д.С., 760
Малинин П.В., 530
Малов А.В., 847
Мамаева М.Е., 348
Марасанов В.А., 647, 650
Маргин А.Н., 195, 197
Маргина А.А., 195, 197

Маркелов К.О., 850
Марков А.А., 763
Марков А.С., 237
Масленников А.Н., 309
Медведева А.Д., 533
Мертвищева О.С., 975
Микутова А.Е., 148
Мильзянова В.Т., 151
Мирошина Т.П., 709, 711
Михадаров Д.Г., 287
Михайленко Е.В., 927
Михайлов М.Л., 311
Михайлова С.Ю., 131, 287
Моисеева О.А., 713
Морозов А.С., 314
Морозов Д.С., 153
Мукминов А.А., 766
Муксинова И.И., 509
Мурашко А.С., 769
Мурзаев А.С., 240
Мухамедзянов Д.Р., 243, 246
Мухаметов Р.Р., 89
Мюхкюра Ю.А., 92

Найденок И.Л., 433
Немировский К.А., 200, 203
Нестеренко И.Н., 570
Нигматова А.Д., 156
Нигматулин Н.Ш., 30
Никитина Х.А., 248
Никифорова Т.В., 396
Новожилова А.И., 509
Новосёлова В.А., 528
Новоселова М.С., 251, 254

Окач М.А., 332, 343, 357
Окулова Е.А., 338
Окунева А.А., 111
Орлов А.А., 94
Орлова Я.Р., 97

Останина Е.А., 399

Павлова А.А., 772
Панькина А.Д., 257, 260
Парсаев В.А., 316
Патрикеева Е.А., 206
Пегашева А.А., 853
Перминова Д.Н., 573
Пименов Г.А., 319
Плюхина А.А., 97
Подыганов В.И., 977
Попов А.К., 15
Попов Д.С., 321
Попов М.А., 912, 915
Попова А.В., 402
Попова Д.С., 42
Примечаев Д.А., 405
Протасов А.С., 576
Прыгунова А.И., 351, 354
Пушкарева В.С., 100, 536

Рахманов К.А., 775
Репина А.Н., 777
Рожков В.А., 578
Рожкова А. А., 856
Романов А.В., 435
Романов Д.А., 102
Русановская Д.А., 323
Рябчиков Д.И., 716, 718

Сагидуллина Р.Ф., 581
Сазанов И.С., 585
Сазонова Е.С., 859
Самулина К.С., 817
Сапарова К.И., 980
Сафин Р.И., 105
Сафин Ф.Ф., 263
Селифонов В.С., 208
Семенова А.М., 485
Семенова Н.А., 144, 162

Семенчук А.О., 266
Сергеева Т.В., 438, 441, 444
Сибгатуллин Р.Р., 321
Сидоркина П.А., 357
Сидоров Е.Н., 159
Синуткин Д.Н., 588
Смертин Н.В., 447
Смирнов А.Н., 326
Смирнов А.О., 720
Смирнов В.В., 408
Смирнова А.А., 983
Смирнова С.Е., 359
Смолякова В.Д., 48, 723, 985
Снигирева А.А., 51, 476, 591, 726
Созонова А.В., 33
Соловьев И.В., 918, 921
Соловьева А.С., 18
Солоницын С.А., 729
Сорочкина Т.Н., 862
Стародубцева О.Н., 170
Столбушинская П.В., 494, 515, 539
Столяров А.А., 24
Сурков П.В., 511
Сушко Д.А., 94
Сютов Н.П., 170

Таланцев Е.Э., 732, 734
Тараткин К.Д., 780
Темнова Е.Б., 594
Терентьева Т.В., 736
Тетерина Н.Ф., 865
Тимершин А.Р., 269, 274
Тимохов Р.С., 924
Тимохова О.М., 924, 927
Токарева С.Е., 541
Токтарова А.А., 272
Туманов И.Д., 783
Турбал К.А., 425
Турецких С.О., 739

Ускова Д.В., 511
Утяганов Ю.И., 66
Ушаков В.А., 307, 323

Фадеева М.А., 785, 788
Федонина С.О., 208
Федоров А.А., 411, 419
Федотова К.В., 549
Федуков А.Г., 211, 214
Федькин И.А., 987
Филиппов А.А., 990
Филиппов Д.А., 509
Фищенко П.А., 570
Фомин А.С., 414
Фурман Е.Д., 94

Хазгалеева О.С., 108
Халтурин П.Н., 930, 932
Хамарицкая О.А., 329
Хапугин Е.С., 417
Хауреги Г., 450
Хватов К.Е., 935, 937
Хитров Д.Е., 54
Храмов И.В., 450

Царегородцева А.Е., 111

Чемшикова Ю.М., 453
Чендемерова Е.М., 994
Чернова М.А., 162
Черных Д.В., 414
Черных Л.В., 402, 414, 419
Черных Ю.А., 543
Чесноков Д.В., 791
Чуйкова Д.В., 546, 549
Чуприна А.Е., 552
Чучелина В.М., 511

Шабалина Д.Р., 164
Шагиев Р.А., 868

Шакирзянов Д.И., 924
Шалагин Л.А., 996
Шамиданова Е.Д., 794
Шарафиев Д.Е., 269, 274
Шаронова А.М., 511
Шаршов А.Н., 133
Шатунова А.Н., 820
Шахтарин Н.В., 113
Шемчук Г.Д., 796
Шлычков С.В., 54
Шолнеров К.С., 597
Шубин А.Е., 600
Шукуров М.М., 192

Щеглова М.И., 555
Щербаков И.А., 799

Юнусова М.Д., 361
Юранев А.П., 479
Юсупов Р.Р., 348

Яковлева А.В., 167
Янковский Н.А., 307, 323
Ятманова А.В., 549, 558
Яцков И.Н., 208

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Математика»	3
Секция «Теоретическая и экспериментальная физика»	21
Секция «Прикладная механика»	36
Секция «Прикладная геометрия и компьютерная графика»	57
Секция «Прикладная и экологическая химия»	116
Секция «Материаловедение и технология машиностроения»	170
Секция «Энергообеспечение предприятий»	217
Секция «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии»	277
Секция «Биология, биотехнология и природопользование»	332
Секция «Лесовосстановление и лесоразведение»	364
Секция «Лесоуправление и лесоустройство»	384
Секция «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств»	422
Секция «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений»	456
Секция «Исследования в архитектурном проектировании»	482
Секция «Техносферная безопасность, землеустройство и водохозяйственная деятельность»	561
Секция «Современные материалы и технологии в строительном комплексе»	603
Секция «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов»	742

Секция «Математические методы и модели исследования операций в экономике»	802
Секция «Искусственный интеллект в экономике»	823
Секция «Транспортно-технологические машины»	871
Секция «Прикладные вопросы математики»	940
<i>Авторский указатель</i>	999

Электронное научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

*Материалы
XIX 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 09.08.2024.
Объем издания 19 Мб

Поволжский государственный технологический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3