

ISSN 2415-7996

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Центр фундаментального образования

*НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ –
ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ*

Материалы
XVI международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 23-24 апреля 2021 года

Часть 3

Йошкар-Ола
ПГТУ
2021

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;

Э. В. Унженкина, специалист по учебно-методической работе ЦФО;

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XVI
Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-
научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 23-24 апреля
2021 г.): в 3 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: По-
волжский государственный технологический университет, 2021. –
Ч. 3. – 240 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе», «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов».

УДК 378.147.88

ББК 74.58

ISSN 2415-7996

© Поволжский государственный
технологический университет, 2021

ПРЕДИСЛОВИЕ

Темпы внедрения научных исследований в хозяйственную деятельность требуют подготовки в системе образования специалистов, способных воспринимать и аккумулировать новые идеи, искать и создавать новейшие технологии, эффективно их внедрять в промышленное производство. Поэтому при организации учебного процесса для формирования у студентов нестандартного мышления и инновационной культуры необходимо переносить акцент на самостоятельную творческую работу. Разумное сочетание между учебной и самостоятельной работой позволит сформировать у обучающихся определенный набор профессиональных компетенций для дальнейшей практической деятельности.

Эффективной формой самостоятельной работы, которая требует повседневного напряженного труда, мобилизации интеллектуальных и нравственных сил, является организация научно-исследовательской работы студентов. Совместная работа преподавателя и студента, направленная на решение конкретной научной задачи или доведение до практического применения научных или технологических достижений, является основой успешной подготовки квалифицированных специалистов.

XVI Международная молодежная конференция по естественнонаучным и техническим дисциплинам, которая прошла 23-24 апреля 2021 года на базе Центра фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета, и была направлена на привлечение молодежи к научным исследованиям, формированию у нее инновационной культуры, творческих компетенций, использованию их интеллектуального потенциала для решения актуальных проблем современной науки и практики.

Представители молодого поколения из вузов, научно-исследовательских институтов Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья приняли участие в работе конференции, которая была организована в 20 секциях. Названия секций соответствовали приоритетным

направлениям деятельности научных школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые ПГТУ и других вузов России.

Работа конференции позволила:

- оценить уровень подготовки молодых исследователей с позиций их общего образовательного уровня, технической грамотности, инженерного мышления;
- провести независимую, объективную экспертизу работ, выполненных представителями разных научных школ;
- выявить и отметить талантливых ребят с целью их мотивации и стимулирования для дальнейшего творческого роста;
- привлечь внимание представителей промышленности и бизнеса к научно-техническим разработкам молодежи.

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

По результатам конференции выпускается сборник материалов в 3 частях. В данной части представлены секции: «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе», «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов».

Оргкомитет выражает искреннюю признательность участникам конференции, их научным руководителям за высокий уровень представленных докладов. Особая признательность руководителям секций за процедуру отбора и квалифицированную, доброжелательную оценку полученных материалов. Редакционная коллегия сборника благодарит всех, кто предоставил статьи и кто помогал готовить их к публикации.

Желаем всем творческих успехов и удачи в достижении поставленных перед собой целей.

Проведение XVII конференции по традиционной тематике аналогично планируется на апрель 2022 года. До новых встреч!

Директор центра
фундаментального образования ПГТУ
С. Г. Кудрявцев

Секция «ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 634.012

Андреева И. А.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СО СМЕШАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

***Аннотация.** Проблема эффективного использования железобетонных изгибаемых элементов со смешанным армированием имеет большое значение, так как ее успешное решение позволит сберечь миллионы тонн стали. Снижение стали для армирования железобетонных конструкций является актуальным и приоритетным вопросом. В статье рассматривается разработка новых экономичных конструктивных решений зданий и сооружений с применением железобетонных конструкций, где используются новые виды бетонов, композитные материалы, совершенствуются теория расчета и методика проектирования железобетона.*

Методика расчета смешанного армирования в существующих нормах проектирования железобетонных конструкций отсутствует.

Ключевые слова: смешанное армирование, железобетон, преднапряжение.

Конструкции со смешанным армированием – это перспектива повышения эффективности предварительно напряженных железобетонных конструкций в современном строительстве. Принципиальной особенностью железобетонных конструкций со смешанным армированием является то, что в них часть продольной арматуры натяжению не подвергается. Это позволяет предусматривать обрывы ненапрягаемой арматуры в пролете в соответствии с эпюрами внутренних усилий, что, в конечном счете, имеет целью снизить расход стали.

Такие конструкции, в противоположность обычным предварительно напряженным, обладают большей податливостью и способностью к энергопоглощению. В конструкциях со смешанным армированием вследствие уменьшения усилия обжатия значительно понижаются потери от кратковременной и длительной ползучести бетона. Появляется вероятность

снижения класса бетона и передаточной прочности, облегчения арматурных работ. Это ведет к сокращению трудоемкости изготовления и технологической энергоемкости конструкций.

Термин «смешанное армирование» более объективно отражает свойства армирования этих конструкций [1]. Сочетание напрягаемой и ненапрягаемой арматуры различных классов (как в обычных с физическим пределом текучести, так и высокопрочных арматурных сталей с условным пределом текучести) в одном элементе абсолютно отвечает вышесказанному термину.

В элементах со смешанным армированием для количественной оценки относительного усилия, воспринимаемого преднапряженной частью арматуры, вводится понятие коэффициента смешанного армирования K_p .

Например, для изгибаемых элементов под понятием смешанного армирования подразумевается отношение усилия, воспринимаемого преднапряженной арматурой растянутой зоны, к усилию, воспринимаемому всей арматурой именно этой зоны.

Наибольшая эффективность элементов со смешанным армированием обеспечивается в тех случаях, когда напряжения в арматуре в предельном состоянии достигают своих расчетных сопротивлений, как в арматуре, подвергаемой преднапряжению, аналогично и в ненапрягаемой. Это достигается при соответствующих значениях высоты сжатой зоны элемента, уровня предварительного напряжения $\sigma_{sp}/\sigma_{0,02}$, а также минимально допустимого значения коэффициента смешанного армирования K_p . Последнее должно приниматься таким, чтобы удовлетворялись условия по ширине раскрытия трещин. Из отмеченных условий следует подбирать также сочетания классов преднапряженной и ненапрягаемой арматуры [2].

Смешанное армирование следует анализировать как общий случай армирования железобетонных конструкций. Смешанное армирование в виде совокупности напрягаемых и ненапрягаемых стержней рационально для конструкций с 3 категорией трещиностойкости. Действие смешанного армирования обуславливается расчетной схемой элемента, соотношением между количеством напрягаемой и ненапрягаемой арматуры, что тоже обуславливается от требований второй группы предельных состояний и может быть увеличен за счет использования ненапрягаемой арматуры из сталей с условными пределами текучести.

Задача выбора классов смешанной арматуры имеет практическое значение [3]. Классы напрягаемых и ненапрягаемых стержней необходимо подбирать так, чтобы в стадии разрушения применялись прочностные

свойства сталей, а в стадии эксплуатации в смешанной арматуре не возникали неупругие деформации.

Анализ экспериментальных данных показал, что:

1. ненапрягаемая арматура уменьшает потери от ползучести бетона, способствует раннему образованию трещин, снижает прирост выгибов и позволяет более ранней их стабилизации;

2. при многократно-повторных нагружениях приращение прогибов и ширины раскрытия трещин в сопоставлении с первым нагружением наблюдается, в основном, при вторых и третьих циклах нагружения (в дальнейшем указанные величины практически стабилизируются);

3. неупругие деформации как в напрягаемой, так и в ненапрягаемой арматуре минимизируют трещиностойкость и повышают жесткость конструкций со смешанным армированием.

Применение смешанного армирования в виде совокупности напрягаемых и ненапрягаемых стержней в плитах приводит к улучшению технико-экономических показателей конструктивных решений после снижения трудоемкости изготовления, расхода арматуры и бетона.

Литература

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебю для вузов. – 6-е изд, репринтное / В. Н. Байков и Э. Е. Сигалов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. – 768 с.: ил.

2. Янкевич, М. А. К оптимизации смешанного армирования железобетонных элементов / М. А. Янкевич // Строительные конструкции. – Киев: Будивельник, 1995. – №1. – С. 14-18.

3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: Минрегион России, 2012. – 128 с.

УДК 69.07

Бекмуродов А. Б.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА И ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Аннотация. Представлены экспериментальные результаты определения сцепления тяжелого и лёгкого бетонов.

Ключевые слова: безбалочные перекрытия, газобетонные вкладыши, сцепление.

В настоящее время наиболее используемым в строительстве видом монолитных каркасных систем являются безбалочные бескапитальные каркасы [1]. Их применяют для многоэтажных жилых и общественных зданий. Значительным преимуществом данных перекрытий является технологичность возведения и отсутствие капителей. Недостатком является значительный расход бетона и увеличение общего веса здания.

Для снижения веса перекрытий данного вида разрабатываются облегченные виды перекрытий [2]. Одним из перспективных решений являются монолитные перекрытия с вкладышами из газобетонных блоков, которые обычно применяют как стеновой материал. Блоки, размером в плане 600×300 мм, раскладываются на опалубке перекрытия с расстояниями 200-300 мм. Между ними укладываются арматурные стержни. Бетонирование может осуществляться с заполнением пространства между газобетонными блоками тяжелым бетоном до высоты, равной высоте блоков. Либо бетон заливается таким образом, что над газобетонными вкладышами создается полка из тяжелого бетона толщиной 30 мм. Учитывая то, что блоки имеют обычно высоту 200 мм, предпочтительнее использовать первый вариант. По расходу материалов он также предпочтительнее. На рис. 1 показано принципиальное каркасное решение с облегченным монолитным перекрытием (смоделировано в ПК САПФИР).

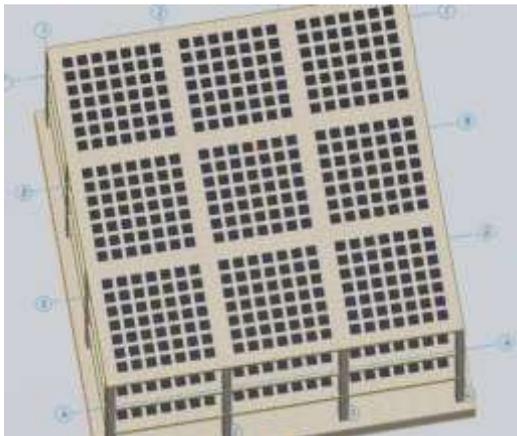


Рис. 1. Монолитная каркасная система с плоскими эффективными перекрытиями (с газобетонными вкладышами)

При этом возникает задача определения сцепления монолитного тяжелого бетона с газобетонными вкладышами. Необходима проверка возможности выдавливания блоков из перекрытия под нагрузкой.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение сил сцепления двух видов бетона.

Для проведения физического эксперимента были изготовлены образцы, состоящие из газобетонного куба размером $100 \times 100 \times 100$ мм, расположенного в центре, и залитого тяжелого бетона с двух сторон. Общий размер образца составил $300 \times 100 \times 100$ мм (рис. 2). Площадь контакта тяжелого бетона с газобетоном составляет $2 \times 100 \times 100$ мм.



Рис. 2. Опытные образцы с вкладышем из газобетона

Испытание проводилось на срез в прессе ИП-100. Схема испытания показана на рис. 3.

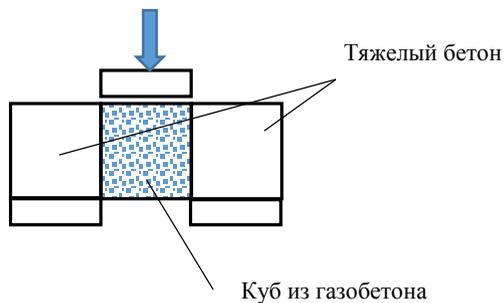


Рис. 3. Схема испытания образцов на срез

Предварительно был определен класс тяжелого бетона. Прочность кубов составила 22 МПа, что соответствовало классу В15. Результаты испытания опытных образцов представлены в таблице.

Результаты испытания образцов на срез.

№ образца	Разрушающая нагрузка F в кН	Площадь сцепления A, см ²	Касательные напряжения сцепления $\tau = F / A$, кН/см ²
1	20,22	200	0,1011
2	20,87	200	0,1043
3	19,5	200	0,0975
		Среднее значение	0,100

Таким образом, получено, что среднее значение сил сцепления составило 0,1 кН/см².

Литература

1. Рекомендации по проектированию железобетонных монолитных каркасов с плоскими перекрытиями / А. С. Залесов, Е. А. Чистяков. – М., 1993. – 45 с.
2. Бекмуродов, А. Б. Направления совершенствования монолитных железобетонных безбалочных перекрытий зданий / А. Б. Бекмуродов, В. М. Поздеев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: сб. мат. VI Всерос. студ. конф. Часть 5. Инновации в строительстве, природообустройстве техносферной безопасности. – Йошкар-Ола, ПГТУ, 2020. – С. 4-6.

УДК 539.376

Березина М. В.

Научный руководитель: Мотовилова Л. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные направления применения композитных материалов при усилении и ремонте эксплуатируемых железобетонных конструкций промышленных зданий. Необходимость усиления железобетонных строительных конструкций возникает как в результате реконструкции*

и технического перевооружения объектов, так и вследствие физического износа, вызванного различными факторами.

Ключевые слова: ремонт, усиление, композиционные материалы, стекловолокно, промышленное здание.

Хорошей альтернативой классическому усилению железобетонных конструкций сталью является усиление композитными материалами. Композитные материалы, армированные углеродным, арамидным, полиэфирным и стекловолокнами относительно новы и недавно вышли на широкий рынок. [1].

Несомненными достоинствами композитных материалов являются высокие прочность на растяжение и модуль упругости, малый вес, технологичность, невосприимчивость к агрессивным внешним факторам, способность повторять практически любые формы конструкции, выносливость и другие факторы. Особыми преимуществами композитных материалов, по сравнению с традиционными способами, являются также легкость транспортировки и изготовления усиливающих элементов необходимых размеров на месте выполнения работ, возможность усиления поверхностей с различной кривизной, непрерывность эксплуатации сооружений во время проведения работ по усилению. [2].

Недостатком данного метода усиления и ремонта является дороговизна, но в ряде случаев они просто не имеют альтернативы – по показателям прочности и сопротивления усталости. Например, углеволокно по этим характеристикам в два раза превосходит сталь. Усиление рядовых конструкций с применением технологии внешнего армирования должно быть обосновано экономически.

Фиброармированный пластик – высокопрочный, линейно упругий материал – как основа для внешнего армирования железобетонных конструкций является альтернативным вариантом стальным элементам усиления. Для ремонта железобетонных конструкций обычно применяются элементы в виде лент и холстов. [3].

Физико-механические свойства композитных материалов определяются типом и количеством применяемых волокон; их ориентацией и распределением в поперечном сечении ленты, а также объемным соотношением волокон и отверждающего полимера в композите. [4].

Следующий тип армирующих волокон – углеродные – был создан для преодоления таких недостатков стеклянных волокон, как низкий модуль упругости и большая плотность. В качестве сырья для получения углеродных волокон обычно используют полимерные полиакрилонитрильные или вискозные волокна. [5].

Специальная многостадийная термическая обработка полимерных волокон при высоких температурах (2000°С и выше) приводит к карбонизации и графитизации волокна, в результате чего конечное волокно состоит только из углерода и имеет различную структуру и свойства в зависимости от режима термообработки и структуры исходного сырья. Углеродные волокна непрерывно совершенствуются, повышается их прочность и жесткость, увеличивается ассортимент. Один из перспективных путей снижения цены таких волокон – использование нефтяных и других пеков (тяжелых полиароматических соединений) в качестве исходного сырья. Углеродные волокна и композиты из них имеют глубокий черный цвет и хорошо проводят электричество, что определяет и ограничивает области их применения. Обоймы из углеродного волокна (углеродного холста) являются эффективной альтернативой стальным обоймам, поскольку их включение в работу усиливаемого элемента обеспечивается просто во время монтажа холста на усиливаемый элемент через клеевой слой. Применение элементов внешнего армирования из углеродного волокна позволяет в широких пределах регулировать усилия в каменной конструкции, минимально нарушая её целостность. Применение элементов внешнего армирования из углеродного волокна для усиления перечисленных конструкций позволяет избежать установки точечных анкеров, вовлечь больший объем материала в работу отдельного элемента, реализовать имеющиеся резервы конструкции, при этом бережно отнестись к неповрежденным участкам. [6].

Перспективной областью применения элементов внешнего армирования из углеродного волокна являются предварительно напряженные элементы. Предварительное напряжение элементов внешнего армирования значительно повышает его эффективность и сферы его применения. Натяжение производится гидродомкратами с использованием специальных захватов и анкерных устройств. При натяжении элементов внешнего армирования из углеродного волокна с его последующим закреплением на конструкции достигается не только повышение несущей способности, но также повышение жесткости и трещиностойкости усиливаемого элемента.

Таким образом, возрастающая потребность в ремонтных работах, увеличение трудоемкости и стоимости таких работ приводят к необходимости разработки новых технологий ремонта и применения современных материалов. Тема применения композитных материалов в ремонте и усилении будет затронута в моей магистерской работе.

Литература

1. Берлин А. А. Современные полимерные композиционные материалы (ПКМ) / А. А. Берлин // Соросовский образовательный журнал. – 1995. – №1. – С. 57-65.
2. Шилин, А. А. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. – М.: Стройиздат, 2007. – 180 с.
3. Василевский, В. Ф. Методы ремонта и усиления железобетонных балочных конструкций / В. Ф. Василевский. – М.: Трансжелдориздат, 1940. – 244 с.
4. Казей, И. И. Усиление железнодорожного балочного железобетонного моста / И. И. Казей. – М.: Трансжелдориздат, 1940. – 467 с.
5. Пинаджян В. В. К вопросу усиления железобетонных конструкций / В. В. Пинаджян // Строительная промышленность. – 1948. – № 3. – С. 14-15.
6. Онуфриев, Н. М. Усиление железобетонных конструкций изменением их конструктивной схемы / Н. М. Онуфриев. – М.: Стройиздат, 1949. – 88 с.

УДК 693.814.1.072.33

Бобоев Х. О.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ СИЛ НА РАБОТУ МНОГОЭТАЖНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАМ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ СОПРЯЖЕНИЙ

***Аннотация.** Работа посвящена определению напряженно-деформированного состояния металлических рам в зависимости от типа сопряжения с учетом влияния сейсмических сил. В качестве объектов исследования приняты три модели многоэтажных рам с разными соединениями узлов. Приводится анализ результатов моделирования рам при помощи МКЭ в ПК ЛИРА-САПР.*

***Ключевые слова:** металлические рамы, сейсмические силы, соединение рам, ПК ЛИРА-САПР.*

Введение. Основной целью расчета металлических рам является решение и обоснование размеров сечений конструкций и их соединений, обеспечивающих необходимую надежность, долговечность и экономичность. Немаловажным требованием является их сопротивление динамическим силам. Часто эти требования противоречат друг другу, поэтому данное исследование является процессом поиска оптимального решения.

Рамой называют каркасную плоскую систему, состоящую из элементов, обеспечивающих пролет – ригелей, и элементов, обеспечивающих высоту – стоек. Для обеспечения внутреннего пространства плоских рам располагают в здании параллельно, воспринимая нагрузки от второстепенной системы настила и прогонов. Пространственная работа каркаса из рам обеспечивается путем обустройства системы вертикальных и горизонтальных связей соответственно по стойкам и ригелям. [1].

При проектировании металлических рам необходимо обеспечить последовательное доведение усилий от места приложения нагрузки до фундаментов здания простейшим способом и кратчайшим путем.

При помощи МКЭ (метод конечных элементов) в ПК (программный комплекс) ЛИРА-САПР были смоделированы многоэтажные рамы с разными узлами сопряжений балок с колоннами и колонн с фундаментами.

В целях определения правильного и рационального выбора соединений в металлических рамах при влиянии сейсмических сил, всем трем рамам задали одинаковые сечения, пролет, этажность и высоту. Также всем трем рамам были заданы одинаковые нагрузки, в том числе сейсмические.

Первая модель является трехэтажной рамой, соединения которой полностью являются жесткими, то есть соединения балок с колоннами и колонн с фундаментами. Вторая модель представляет собой трехэтажную раму, балки которой жестко соединены с колоннами, а сопряжение колонн с фундаментами является шарнирным. Третья модель является также трехэтажной, сопряжение балок с колоннами этой рамы являются шарнирными, а колонны – с фундаментами жесткими.

В результате расчета подобрали соответствующие сечения для всех моделей согласно усилиям и напряжениям в стержнях рам.

Для первой модели программа предлагает двутавр с параллельными гранями полок типа К (колонный) – 30К1 для колонн, а для балок – двутавр с параллельными гранями полок типа Б (балочный) – 60Б2.

Для второй модели рекомендуемое сечение для колонн – это двутавр с параллельными гранями полок типа К (колонный) – 30К2, а для балок – двутавр с параллельными гранями полок типа Б (балочный) – 60Б1.

Для третьей модели программа предлагает двутавр с параллельными гранями полок типа К (колонный) – 30К1 для колонн, а для балок – двутавр с параллельными гранями полок типа Б (балочный) – 80Б1.

Выводы

Как уже было отмечено, основной целью расчёта металлических рам является поиск оптимальных решений, обеспечивающих достаточную

надежность и экономичность. Дороговизна стальных конструкций обязывает нас сделать правильный выбор узлов соединений для существенного снижения стоимости всего здания.

Исходя из анализа результатов расчетов, можно сказать, что при воздействии сейсмических сил на многоэтажную металлическую раму самое рациональное сопряжение – это жесткое соединение балок с колоннами и шарнирное соединение колонн с фундаментами, то есть вторая модель.

Литература

1. Конструкции, активные по сечению. Рамы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mtmrt.ru/news/metallokonstrukcii-v-arhitekture/konstrukcii-aktivnye-po-seceniu-ramy.html/> (дата обращения 10.02.2021).

УДК 624.15:69.059.72

Васильева П. Г.

Научный руководитель: Глушков В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** В последние годы в практике реконструкции зданий большой интерес проявляется к фундаментам из свай, создаваемых при помощи электрических разрядов (электроимпульсный способ устройства свай). Такой способ позволяет уплотнять грунт и уширять ствол сваи, что обеспечивает их высокую несущую способность.*

***Ключевые слова:** разрядно-импульсная технология, строительство, несущая способность, буронабивная свая, буронабивные сваи.*

Разрядно-импульсные технологии (РИТ) – технологии, основанные на использовании эффектов взрывообразного преобразования электрической энергии в другие её виды в момент разряда импульса тока высокого напряжения.

В настоящее время сваи-РИТ (разрядно-импульсной технологии) стали самостоятельным видом буровых свай, при этом технологии изготовления свай-РИТ постоянно совершенствуются.

Важнейшей задачей современного геотехнического строительства является возведение фундаментов с повышенным значением несущей способности. Разрядно-импульсная технология при изготовлении буронабивных свай хорошо зарекомендовала себя при реконструкции зданий и сооружений, исходя из того, что можно использовать малогабаритное оборудование, и устраивают свайные фундаменты меньшего диаметра и длины с большей несущей способностью, а экономическая эффективность по сравнению с буронабивными сваями многократная.

Технико-экономическое сравнение свай-РИТ с классическим эквивалентом в буронабивном исполнении показывает высокий синергетический эффект от их применения, таким образом свай-РИТ значительно лучше воспринимают воздействия от нагрузок (до 2-3 раз) при эквивалентных условиях, свай-РИТ имеют лучшие характеристики по скорости их изготовления (до 20-40 %), в 1,5-2 ниже по уровню затрат, имеют высокие экологические показатели производства и могут быть рекомендованы не только для нового строительства, но и для условий реконструкции с усилением фундаментов объектов различного назначения.

Экономическая сторона строительства требует снижения затрат на устройство оснований и фундаментов, одновременно обеспечивая их высокую надежность. Решением этой задачи являются внедрение новых видов свай и совершенствование методов их расчета. В последние годы большой интерес проявляется к фундаментам из буроинъекционных свай, изготавливаемых на основе разрядно-импульсных технологий – свай-РИТ.

Применяемые в строительстве разрядно-импульсные технологии устройства буроинъекционных свай существенно повышают их несущую способность. Это происходит за счет образования уширения ствола сваи и уплотнения зоны в пространстве около сваи при действии электрических разрядов в бетонной смеси.

Электроимпульсные технологии устройства буроинъекционных свай используются, в основном, в слабых обводненных грунтах. Такие грунты при силовом действии электрических разрядов, возбуждаемых в бетонной смеси, легко разжижаются и уплотняются. При этом ствол буроинъекционной сваи получает необходимое уширение. Однако в маловлажных грунтах, например, песчаных, эффективность электроимпульсного способа устройства буроинъекционных свай снижается.

Мощное механическое действие электрического разряда в жидкости было обнаружено и описано еще в 1767-1769 гг. зарубежными учеными П. Лейном и Дж. Пристли. В России первые предложения об использовании электрического взрыва в жидкости для технологических целей даны И. В. Федоровым в 1932 г. и более широко – в 50-е гг. XX столетия Л. А.

Юткиным. В 60-х г. XX в. разрядно-импульсные технологии были испытаны в ходе исследования по уплотнению водонасыщенных песчаных грунтов под руководством доктора технических наук Г. М. Ломизе в МИСИ. В 1977 г. под руководством профессора Б. И. Далматова в ЛИСИ был исследован способ изготовления буронабивных свай.

Учитывая массовый характер строительства, вероятностную природу внешних нагрузок и воздействий, физических и механических характеристик грунтов основания, прочностных и деформационных характеристик материалов конструкций, очевидным становится применение новых технологий. В современной практике строительства к реконструкции существующих зданий и сооружений проявляется особый интерес к возможности использования РИТ при изготовлении буронабивных свай, которые впоследствии получили название свай-РИТ.

Разрядно-импульсные технологии в геотехнике основаны на использовании эффекта, возникающих в жидкости, от воздействия разряда импульса тока высокого напряжения, базируются на преобразовании электрической энергии в другие её виды в момент разряда импульса тока высокого напряжения.

Несущая способность свай-РИТ рассчитывается с использованием методики преобразования модели напряженно-деформированного состояния (НДС) грунта, принятой под нижним концом буровой сваи, в модель НДС грунта, принятой под нижним концом забивной сваи.

РИТ, применительно к грунтам, характеризуется

- высокой плотностью энергии, преобразуемой в локальной зоне;
- управляемостью процессом;
- воспроизводимостью;
- возможностью многократного воздействия в заданном месте по длине свай.

Литература

1. Малюшевский, П. П. Основы разрядно-импульсной технологии / П. П. Малюшевский. – Киев: Наукова Думка, 1983. – 272 с.
2. Фрюнгель, Ф. Импульсная техника. Генерирование и применение разрядов конденсаторов: пер. с нем. / Ф. Фрюнгель. – М.: Энергия, 1965. – 488 с.
3. Тер-Мартиросян, З. Г. О повышении несущей способности свай, изготавливаемых по разрядно-импульсной технологии / З. Г. Тер-Мартиросян, А. А. Буданов, В. Я. Еремин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2004. – №1 (60). – С. 60-62.
4. Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии

для зданий повышенной этажности (свай-РИТ). ТР 50-180-06. – М.: Изд-во ООО «УИЦ «ВЕК», 2006. – 68 с.

5. Еремин В. Я. Разрядно-импульсные технологии на стройках России / В. Я. Еремин // Стройклуб. – 2002. – № 1 (36). – С. 38-52.

УДК 539.376

Иванова К. О.

Научный руководитель: Глушков В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВЫХ СВАЙ

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные виды стальных винтовых свай, имеющие значительное преимущество применения в стесненных условиях. Исследования взаимодействия винтовых свай с грунтами состоят из полевых испытаний и математического моделирования.*

***Ключевые слова:** винтовые сваи, современных конструкции, фундамент, грунты.*

Применение перспективных и высокотехнологичных фундаментов в строительстве является важной научно-технической задачей. Одним из таких типов фундаментов являются винтовые сваи.

Винтовые сваи нашли свое применение при строительстве в стесненных условиях, при необходимости минимизировать влияние на примыкающие и близрасположенные здания.

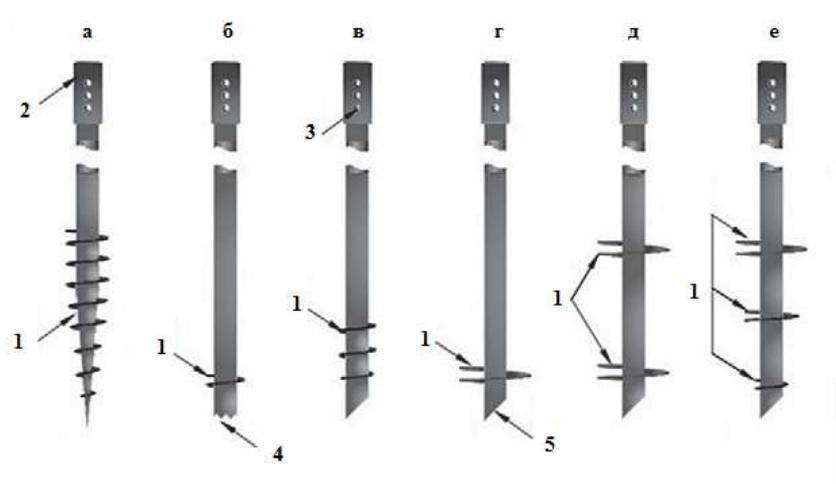
Винтовые сваи обладают такими индустриальными преимуществами, как возможность установки практически в любых погодных условиях и труднодоступных районах; быстрота установки, минимум земляных работ и исключение «мокрых процессов» при монтаже; минимум динамических воздействий. Кроме того, винтовые сваи обеспечивают контролируемое прохождение сваями слоев слабых и неустойчивых грунтов.

Для погружения винтовых свай используют строительную технику с гидравлическим приводом, которая при помощи гидромоторов позволяет обеспечить необходимый крутящий момент (до 400 кН·м).

Винтовые сваи эффективно работают на выдергивающие и горизонтальные нагрузки, поэтому их применяют в сложных геотехнических условиях. Например, на площадках, сложенных влажными пылевато-гли-

нистыми грунтами, где действуют значительные силы морозного пучения, а также на сооружениях, передающих значительные горизонтальные и моментные нагрузки на фундаменты.

Основные типы стальных винтовых свай, получившие наибольшее распространение в России, представлены на рисунке. Усовершенствованные конструкции (рис. а-в, д, е) в зависимости от грунтовых условий обладают определенными преимуществами по сравнению с обычным типом (рис. г). Например, многовитковая узколопастная усеченная стальная конструкция (рис. а) обеспечивает вертикальность прохождения грунтов с каменистыми включениями, одно- и многовитковые винтовые сваи (рис. а-в) позволяют заглубиться в многолетнемерзлые грунты. Следует отметить, что переменный диаметр лопастей конструкции (рис. а, е) обеспечивает лучшую сохранность при родной структуре грунтового массива по сравнению с многолопастными винтовыми сваями с постоянным диаметром лопастей.



Виды стальных винтовых свай согласно [1]:

- а – многовитковая узколопастная усеченная (лопасть имеет вид винта);
- б, в – одно- и многовитковая узколопастная; г – широколопастная с одной рабочей лопастью; д, е – широколопастные многолопастные;
- е – широколопастная, усеченная;
- 1 – лопасть сваи сплошная / одновитковая / многовитковая; 2 – оголовок сваи;
- 3 – технологическое отверстие; 4 – зубчатое острие для мерзлых грунтов;
- 5 – острие сваи

Существующая в нашей стране нормативная база нуждается в актуализации для эффективного и надежного проектирования и устройства винтовых свай. В частности, в действующих нормах [1] приведена в значительной мере устаревшая, частная эмпирическая методика для расчета несущей способности ВС обычной конструкции (рис. г) с длиной ствола (трубы, вала) сваи до 10 м, с одной, расположенной у ее острия, лопастью (спиралью) диаметром D до 1,2 м, заглубленной в грунт не менее, чем на $5D$ при глинистых грунтах и $6D$ – при песках.

Важное направление в исследовании взаимодействия винтовых свай с грунтами – математическое моделирование на основе современных программных комплексов, например, «PLAXIS», который позволяет использовать усовершенствованные упругопластические модели грунтов. Полученные данные будут положены в основу разработки нормативной инженерной методики для проектирования свайно-винтовых фундаментов.

Исследования взаимодействия винтовых свай с грунтами должны состоять из полевых испытаний ВС статически вдавливающей, выдергивающей и горизонтальной нагрузками.

Вывод. Применение современных конструкций винтовых свай позволит снизить стоимость строительства объектов, расположенных в сложных инженерно-геологических условиях. Для эффективного использования винтовых свай необходимо разработать нормативные методики их расчета по несущей способности и деформациям.

Литература

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85/ Мин. России. – М.: ОАО «ЦПП», 2010. – 109 с.
2. Трофименков, Ю. Г. Винтовые сваи в качестве фундаментов мачт и башен линий передач / Ю. Г. Трофименков, Л. Г. Мариупольский // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1964. – №4. – С. 15-19.
3. Железков, В. Н. Винтовые сваи в энергетической и других отраслях строительства / В. Н. Железков. – СПб: Прагма, 2004. – 150 с.
4. О необходимости исследований работ винтовых свай и актуализации норм проектирования свайно-винтовых фундаментов / А. Г. Алексеев, С. Г. Безволев, П. М. Сазонов и др. // Промышленное гражданское строительство. – 2018. – №1. – С. 43-47.

Краснов Р. С.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОНОЛИТНОЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ, УСИЛЕННОЕ СБОРНЫМ ПЛОСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

***Аннотация.** В статье рассматриваются результаты исследования монолитного безбалочного перекрытия, оперттого на колонны, и монолитного перекрытия со скрытым сборным, предварительно напряженным ригелем.*

***Ключевые слова:** монолитные перекрытия, скрытый ригель.*

В статье представлен анализ преимуществ и недостатков существующих монолитных перекрытий и приведены первые результаты исследования перекрытий по предлагаемому варианту.

В настоящее время приоритетным направлением в строительстве является возведение жилых и административных многоэтажных зданий из монолитного железобетона. В нашей стране значительную долю в гражданском строительстве составляют монолитные железобетонные здания с безбалочными перекрытиями. Это обусловлено тем, что данное решение обеспечивает возможность строительства зданий любой конфигурации в плане, с различными объемно-планировочными решениями, избежать монтажных стоков [1].

Наряду с указанными преимуществами, монолитные плоские перекрытия имеют и недостатки. Основной недостаток – низкая жесткость и трещиностойкость. Снижение указанного недостатка достигается увеличением толщины перекрытия, что сказывается на расходе бетона и арматуры. Кроме этого, увеличение высоты плиты приводит к увеличению собственного веса перекрытия, а это сказывается на величине временной нагрузки. Поэтому плоские безбалочные перекрытия применяют больше для гражданских зданий, имеющих небольшие временные нагрузки или пролеты.

Также для повышения сопротивления монолитной плиты на продавливание от эксплуатационных нагрузок в зонах её опирания на колонны необходимо устройство дополнительного армирования, что повышает расход стальной арматуры.

В настоящее время расчеты несущей способности безбалочных плоских плит чаще всего производят методом конечных элементов, с использованием вычислительных комплексов ЛИРА, SCAD, Stark-ES и т. п. Данные комплексы дают возможность составлять расчетные схемы зданий в целом, позволяют учесть совместную работу надземных конструкций с деформируемым основанием [2]. В том случае, когда горизонтальные нагрузки здания и деформации основания не оказывают заметного влияния на напряженное состояние конструкций перекрытия, расчет можно выполнять на действие вертикальных нагрузок одноэтажного фрагмента, включающего перекрытие одного этажа, а также вертикальные конструкции (колонны) выше- и нижележащего этажей с шарнирными опорами в середине этажа.

Выполнен расчет монолитного безбалочного перекрытия, как перекрытия, опертого по четырем углам (опирание на колонны). Расчет выполнен с использованием метода заменяющих рам.

Одним из способов увеличения жесткости и трещиностойкости плоских перекрытий и наиболее результативным в сокращении материалоемкости зданий является устройство «скрытых» ригелей (балок), расположенных по осям колонн. Отличительная особенность данных ригелей – ригели выполнены с предварительно напряжённой арматурой. Неразрезность ригелей осуществляется установкой дополнительной верхней арматуры, расположенной в зонах опирания ригелей на колонны.

С учетом новой конструктивной схемы выполнен расчет междуэтажного перекрытия, как ребристого перекрытия с монолитными плитами, опертыми по контуру.

Вывод. Результаты расчета показали, что предлагаемый вариант монолитного перекрытия со скрытыми сборными предварительно напряженными ригелями повышает жесткость и трещиностойкость перекрытия в целом. Трещиностойкость перекрытия увеличилась на 15%, прогибы плит в средней зоне уменьшились на 10%.

Литература

1. Пушкарёв Б. А., Кореньков П. А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта / Б. А. Пушкарёв, П. А. Кореньков // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – № 46. – С. 30-35.
2. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. – М.: Правительство Москвы, 2005.

Кудратов П. Р.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНЫХ КОЛОНН С ПОПЕРЕЧНЫМИ ПУСТОТАМИ

Аннотация. Рассмотрены результаты испытания моделей сплошных колонн и колонн с поперечными отверстиями.

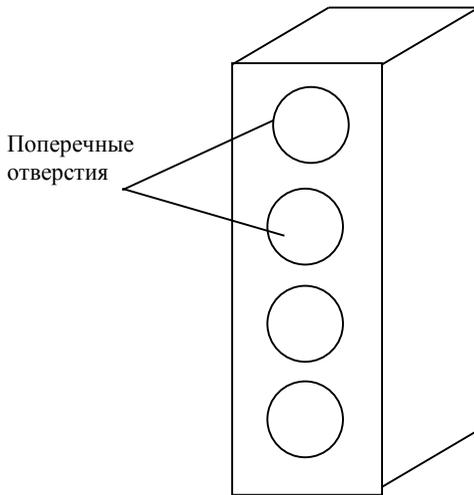
Ключевые слова: эффективная колонна, напряженно-деформированное состояние.

Железобетонные колонны для одноэтажных и многоэтажных зданий преимущественно изготавливаются сплошного прямоугольного или квадратного сечения. Имеются экономичные решения конструкций двутаврового профиля или с продольной пустотой внутри. Но эти виды колонн менее технологичны и более трудоемки в изготовлении, так как требуют специальной опалубки или наличия пустотообразователей.

На кафедре строительных конструкций и водоснабжения ПГТУ предложено новое конструктивное решение железобетонных колонн с поперечными отверстиями по высоте конструкции [1]. Расстояние между отверстиями не превышает шага хомутов (менее $15d$). При изготовлении такой конструкции технология не усложняется, а расход бетона снижается до 30-40%.

Очевидно, что при центральном действии нагрузки прочность колонны с отверстиями уменьшается по сравнению с колонной сплошного сечения. Но при внецентренном действии нагрузки значения несущей способности будут сближаться при увеличении эксцентриситета. При расположении нейтральной оси в материальном сечении (вне пустоты) прочность колонн сравнивается.

С целью выявления особенностей деформирования эффективных колонн были изготовлены модели конструкций в масштабе 1:4. Размеры сечения опытных образцов 100×100 мм, высота 400 мм. Продольное армирование выполнено из арматуры $\varnothing 6$ мм А-400, поперечное армирование из проволоки $\varnothing 3$ мм Вр-500 с шагом 90 мм. Часть образцов имела сплошное сечение, часть – сечение с отверстиями. Конструкция моделей представлена на рисунке.



Конструкция колонны с поперечными отверстиями

Модели испытаны на центральное и внецентренное сжатие. Получены значения разрушающей нагрузки и деформаций поверхности бетона.

Испытания подтвердили техническую эффективность конструкций. При центральном сжатии несущая способность эффективной колонны уменьшилась на 30%. Характер разрушения отличался от вида разрушения сплошной колонны. При испытании на внецентренное сжатие при эксцентриситете равном $0,5h$ разность в несущей способности уменьшилась до 10%, что подтверждает результаты исследований [2]. То есть при увеличении расчетного эксцентриситета эффективность колонн повышается.

Литература

1. Пат. 137312 Российская Федерация, МПК Е04С 3/34. Железобетонная колонна / Поздеев В. М., Иванова Л. Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ПГТУ. Заявл. 14.06.2013; опублик. 10.02.2014. – 6 с.
2. Иванова, Л. Ю. Эффективная железобетонная колонна / Л. Ю. Иванова, В. М. Поздеев // Научному прогрессу – творчество молодых: сб. мат. и докл. междунар. молод. науч. конфер. по естественно-науч. и техн. дисц. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – Ч. 3 – С. 101-101.

Пугачева Т. Н.

Научные руководители: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент;

Котлов В. Г., канд. техн. наук, доцент

Поволжский государственный технологический университет

УЗЛОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В статье проведен анализ существующих конструктивных решений узловых соединений элементов деревянного каркаса многоэтажного здания в деревянном исполнении и возможность их усовершенствования.*

***Ключевые слова:** нагель, узловые соединения, деревянные конструкции.*

Дерево – прочный, лёгкий по массе и в обработке, с низкой теплопроводностью, возможностью защиты от загнивания, возгорания и различных вредителей, поражающих конструкции и изделия – стало одним из распространённых строительных материалов. Особенно целесообразно применять деревянные конструкции в зданиях и сооружениях с химически агрессивной средой. Деревянные конструкции в гражданском строительстве применяются в виде деревянных сборных домов заводского изготовления, ферм с подвесным потолком, чердачных и междуэтажных перекрытий в малоэтажных жилых домах и др.; в промышленном и сельскохозяйственном строительстве – в виде несущих и ограждающих конструкций неосновного производства, а также в подсобных и складских зданиях.

Несущая способность и деформативность деревянных конструкций в большой мере зависят от способа соединения их элементов [1].

Наиболее просты и надежны соединения сжатых деревянных элементов, в которых усилия от одного элемента к другому могут передаваться непосредственно без специальных рабочих связей. Соединения растянутых деревянных элементов, как правило, связаны с их местным ослаблением. При этом в ослабленном сечении наблюдается концентрация опасных местных напряжений, не учитываемых расчетом (рис. 2, 3).

В стыковых и узловых соединениях растянутых деревянных элементов сдвигающие и раскалывающие напряжения представляют наибольшую опасность, которая усугубляется при их наложении на напряжения, возникающие в древесине вследствие усушки. По характеру работы соединения деревянных конструкций делят на податливые и жесткие.



Рис. 1. Деревянный каркас многоэтажных зданий

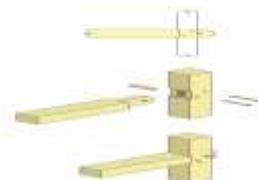


Рис. 2. Соединение ригеля с колонной

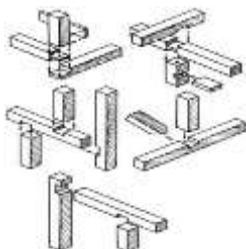


Рис. 3. Узловые соединения



Рис. 4. Узловое соединение в здании TAMEDIA центра

Деформации в податливых соединениях (изготовленных без применения клеев) возникают в результате неплотностей, образующихся при изготовлении, от усушки и смятия, изгиба связей и температурно-влажностного режима. Величина этих деформаций при длительном действии нагрузок в соединениях, где древесина работает поперек волокон, принимается равной 3 мм, в остальных случаях – 1,5...2 мм. Жесткие клеевые соединения таких деформаций не имеют [2].

Соединения деревянных конструкций должны быть изготовлены тщательно, в соответствии с тремя классами точности. Строительные конструкции должны изготавливаться по третьему классу.

Характеристические значения для нагельных соединений с поперечной нагрузкой могут быть спрогнозированы исходя из геометрии и момента текучести крепежных деталей, прочности внедрения древесины и геометрии соединения, с использованием стандартизации, которая применима ко всем сочетаниям типов креплений и материалов. Она была впервые предложена датским исследователем К. В. Йохансенем в публикации 1949 года «Теория деревянных соединений» [3].

В настоящее время соединения узлов деревянных конструкций выполняются в основном с использованием металлических нагелей или пла-

стин. Все соединения с использованием металлических элементов (пластины, болты, шпильки и др.) показывают хорошие результаты по несущей способности. Но все они имеют один значимый минус – в этих соединениях возникает эффект тепломассопереноса, что значительно снижает срок эксплуатации узла.

Соединив в себе все положительные стороны вышеперечисленных узловых соединений, в 2013 году был разработан совершенно новый тип узла (рис. 4), нагели имеют эллипсовидное сечение, что затрудняет их изготовление и монтаж этих конструкций.

При изучении напряженно-деформированного состояния строительных деревянных конструкций одно- и многоэтажных зданий необходимо рассмотреть вопрос конструирования узлов, их расчет и простоту изготовления.

Литература

1. Конструкции из дерева и пластмасс: учебное пособие для студентов вузов; под ред. Ю. Н. Хромца / Г. Н. Зубарев, Ф. А. Бойтемиров, В. М. Головина и др. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2006. – 304 с.
2. Выдержки из Строительных Еврокодов: пособие для студентов строительных специальностей: пер. с англ. Х. Гульванесян, О. Букер и др.; под общ. ред. В. О. Алмазова. – М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2011. – 720 с.
3. Йохансен, К. В. Теория деревянных соединений / К. В. Йохансен // Международная ассоциация мостовой и строительной отрасли. – 1949. – №9. – С. 249-262.

УДК 624.012

Романов С. Е.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЕ СБОРНО-МОНОЛИТНОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ С РЕБРИСТЫМИ ПЛИТАМИ

***Аннотация.** В статье рассматривается повышение несущей способности перекрытия за счет включения в работу конструкции скрытого ригеля с преднапряженной арматурой.*

***Ключевые слова:** сборно-монолитный каркас, скрытый ригель.*

Цель работы – совершенствование конструктивных решений сборно-монолитных железобетонных перекрытий.

Разрабатывается вариант сборно-монолитного перекрытия с использованием ребристых плит и скрытых ригелей – плоских балок. Наиболее близким к исследуемому перекрытию является перекрытие, входящее в состав каркаса, представленного в 2009 году компанией «Миасская ассоциация железобетона». Особенности представленного варианта каркаса – ригели заводского исполнения с преднапряженной арматурой, расположенные по осям колонн; пустотные плиты перекрытия с подрезкой в опертый зоне монтируются на плоские ригели. Жесткость диска перекрытия обеспечивается устройством монолитной части ригелей. Объем монолитных работ сведен к минимуму и составляет около 10 процентов.

К числу недостатков данной технологии относятся: низкая прочность зоны опирания пустотной плиты по наклонному сечению; ограниченная ширина сжатой зоны ригеля, что снижает его несущую способность.

Особенности предлагаемого нами вариант сборно-монолитного перекрытия:

- в покрытии используются сборные ребристые плиты с ребрами вверх (по типу связевых ребристых плит серии ИИ-04), плиты опираются на сборный плоский ригель по четырем точкам, что обеспечивает более высокое качество монтажа;
- в зонах подрезки плит устанавливаются металлические уголки, что повышает прочность опорных зон плит по наклонному сечению и допускает выполнение сварного соединения плиты и ригеля;
- высота перекрытия 300 мм – это существенно повышает несущую способность сборно-монолитного ригеля, обеспечивает удобство размещения верхней арматуры в зонах опирания ригеля на колонны (зоны действия опорных моментов);
- отсутствие пустот в зонах опирания плиты на ригель позволяет увеличить рабочую расчетную ширину сборно-монолитного ригеля.

Особенности работы сборно-монолитного ригеля. Прочность ригеля проверяется не только на стадии эксплуатации, но и на стадии изготовления и монтажа. На стадии изготовления необходимо обеспечить прочность сечения на действие усилия предварительного напряжения, т. е. исключить раздробление бетона при отпуске арматуры с упоров.

На стадии монтажа необходимо обеспечить прочность ригеля без дополнительного армирования на действие монтажных изгибаемых моментов.

При расчете ригеля на эксплуатационные нагрузки допускается образование двух пластических шарниров в зонах опирания сборно-монолитного ригеля на колонны.

Расчет сборно-монолитного ригеля выполнен с учетом основных положений СП 63.13330.2018 [1] и СП 337.1325800.2017 [2]. Кроме расчета по предельным состояниям, выполнен расчет по нелинейной теории железобетона (с использованием диаграмм деформирования бетона и арматуры).

Предлагаемый вариант сборно-монолитного перекрытия позволяет получить свободную планировку внутреннего объема здания; увеличить несущую способность сборно-монолитного ригеля; обеспечить качество выполнения строительно-монтажных работ в любую погоду.

Литература

1. Бетонные и железобетонные конструкции: Основные положения. СНиП 52-01-2003: СП 63.13330.2018. – М.: АО «НИЦ «Строительство», 2019.
2. Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования: СП 337.1325800.2017. М.: АО «НИЦ «Строительство», 2018. – 49 с.

УДК 691.32

Романова Е. В.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ С ВЫСОКОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ В НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ ПТИЦЕФАБРИК

Аннотация. Проведены испытания прочности бетона с пластификатором АСЕ 430 и ингибитором коррозии тетраборатом натрия. Исследованы прочностные показатели образцов. Представлены рекомендации возможного применения.

Ключевые слова: бетон, пластификатор, прочность, ингибитор коррозии.

Повышенные требования к качеству бетонов имеют ряд особенностей касательно условий использования конструкций в агрессивных средах. Иногда даже повышенная влажность и наличие, например, растворов некоторых солей может привести к ускорению процесса старения бетона [1,2]. Также не стоит забывать, что бетон должен обладать стойкостью к истираемости и сопротивлению механическим воздействиям [3,4].

Целью работы является исследование эффективности применения тяжелых бетонов с высокой коррозионной стойкостью в напольных покрытиях зданий птицефабрик.

Для достижения данной цели необходимо выполнить **задачу:** исследовать прочность с ингибитором коррозии и пластификатором.

Исследование было проведено в «Территориальной испытательной строительной лаборатории» в г. Йошкар-Ола.

Для определения указанных характеристик бетона были изготовлены смеси стандартного состава класса В 20, отличающиеся видом и количеством введенной добавки – пластификатором Glenium ACE 430 и ингибитором коррозии тетраборатом натрия. Из полученных смесей формовались образцы – кубы с размерами ребра 100 мм. Предел прочности при сжатии контролировался с помощью прибора ИПС-МГ4.01.

Результаты исследования представлены в таблице.

Результаты измерений прочности образцов в зависимости от их состава

Модификатор	Предел прочности при сжатии образцов бетона, МПа			
	1 сутки	3 сутки	7 сутки	28 сутки
Тетраборат натрия, 3 % от массы цемента	2,2	5,6	10,2	19,5
Glenium ACE 430, 1 % от массы цемента	2,5	21	25,6	35,2
Стандартный состав без модификатора	3,3	13,3	21,5	30

Из прочностных показателей установлено, что применение пластификатора Glenium ACE 430 незначительно снижает раннюю прочность тяжелого бетона. Однако уже на 3 сутки твердения наблюдается значительный прирост прочности, что свидетельствует о высокой способности мо-

диффикатора адсорбироваться преимущественно на алюминатных новообразованиях цемента. Значительное снижение водопотребности бетонной смеси с пластификатором позволяет снизить пористость материала, тем самым увеличивает ее промежуточную и конечную прочность.

Использование ингибитора коррозии, наоборот, снизило показатели прочности как в ранние, так и конечные сроки твердения бетона. Однако для полноценного исследования необходимо оценить механизм действия ингибитора коррозии путем опытного нанесения исследованных составов бетона на металлическую поверхность с последующим мониторингом образцов в условиях агрессивных сред.

Выводы

1. Наилучший результат предела прочности при сжатии показал пластифицированный состав бетона, имеющий проектный класс бетона В25 на 28 сутки твердения.

2. Полученные данные могут быть применены в процессе бетонирования неполных покрытий из железобетонных конструкций в зданиях птицефабрик.

Литература

1. Исследование влияния комплекса модификаторов на кинетику твердения бетонов [Электронный ресурс] / С. Н. Анисимов, О. В. Кононова, А. Ю. Лешканов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14082>.

2. Петухов, А. В. Применение высокопрочного бетона в высотном строительстве / А. В. Петухов, М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – №3. – С. 75-85.

3. Изотов, В. С. Химические добавки для модификации бетона: монография / В. С. Изотов, Ю. А. Соколова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://os.x-pdf.ru/20stroitelstvo/289922-5-vs-izotov-sokolova-himicheskie-dobavki-dlya-modifikacii-betona-m.php>.

4. 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.

Семенова А. И.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

***Аннотация.** Повышение благосостояния граждан Российской Федерации предполагает дальнейшее решение жилищной проблемы как за счет нового строительства, так и в значительной степени путем реконструкции, модернизации и капитального ремонта существующих жилых зданий, т. е. переустройства и обновления жилищного фонда старой застройки. Проведение комплексного технического обследования жилых зданий позволяет систематизировать жилищный фонд по признакам физического износа, функционального устаревания и их совокупности, актуализировать полученные ранее данные, что послужит основным ориентиром в определении очередности и приемов выполнения работ по капитальному ремонту, модернизации и реконструкции.*

***Ключевые слова:** техническое обследование, капитальный ремонт, реконструкция, модернизация.*

Многokвартирные дома в крупных городских жилых массивах составляют большую долю предложения жилья. Большинству многоквартирных домов, расположенных в жилых районах, более 30 лет, и по большей части на них до сих пор проводились только незначительные ремонтные работы. Хотя состояние несущих конструкций удовлетворительное, существуют некоторые проблемы, связанные с разрушением фасадов и балконов. Когда дело доходит до восстановления этих зданий, возникают два разных подхода: снос старых зданий и замена их новыми многоквартирными домами; или ремонт существующих зданий. В связи с этим поставлена цель: выявить актуальность формирования состава и объемов ремонтно-восстановительных работ на основании документальной и технической экспертизы объекта.

Концепция, которая предпочитает снос старых многоквартирных домов и строительство новых зданий, не всегда реализуется на практике из-за высоких затрат. Экономические и экологические причины способствуют интенсивной реконструкции существующих зданий. Затраты, связанные с таким интенсивным уровнем ремонтных работ, примерно в

три или четыре раза ниже, чем затраты на строительство нового многоквартирного дома.

Разрушение является вероятным решением, когда определенная область отмечена для полного восстановления. На уровне одного здания ремонтные работы существенно дешевле, чем возведение совершенно нового здания. Количество многоквартирных домов в жилых комплексах делает ремонт более выгодным решением из-за огромных строительных мощностей, необходимых для нового строительства.

Сохранение жилищного фонда от преждевременного выбытия обуславливает необходимость проведения технического обследования. Техническое обследование зданий и сооружений - самостоятельное направление инженерной деятельности, охватывающее широкий комплекс вопросов, связанных с обеспечением эксплуатационной надежности зданий, проведением ремонтно-восстановительных работ, а также с разработкой проектной документации на капитальный ремонт, модернизацию, реконструкцию зданий или усиление отдельных конструкций.

Объем проводимых обследований увеличивается с каждым годом, что является следствием ряда факторов: физического износа и функционального устаревания зданий, истечения нормативных сроков эксплуатации зданий, изменения функционального назначения помещений, реконструкции, повышения цен на недвижимость.

Качественное и эффективное обследование зданий позволяет получить полную и достоверную информацию о фактическом техническом состоянии объекта, что, в свою очередь, служит источником значительной экономии финансовых ресурсов за счет сокращения издержек на нерациональную реконструкцию или, наоборот на удорожание реконструкционных работ при упущенной возможности их своевременного проведения.

Все перечисленное выше определяет актуальность совершенствования организации технического обследования зданий жилищного фонда для выполнения работ по капитальному ремонту, модернизации и реконструкции.

Выводы

Совершенствование организации технического обследования зданий жилищного фонда выведут систему технического обследования на качественно новый уровень организации, что позволит существенно повысить эффективность функционирования зданий и обосновать необходимость, сроки и предстоящий объем работ по капитальному ремонту, модернизации и реконструкции зданий жилищного фонда. Данная тема требует дальнейшего исследования, целью которого будет являться совершенствование организации технического обследования зданий жилищного фонда для выполнения работ по капитальному ремонту, модернизации и реконструкции.

Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач:

- исследование общепринятой организационной схемы проведения технического обследования зданий с выявлением факторов, снижающих эффективность организации технического обследования, и поиск возможных путей по их устранению;
- группировка элементов здания с учетом их влияния на жизненный цикл здания при достижении ими предельно допустимого значения физического износа, для выявления приоритетности в техническом обследовании элементов;
- анализ методов и современных технических средств, используемых при техническом обследовании для выработки алгоритма, устанавливающего рациональную номенклатуру и число испытаний;
- уточнение критериев оценки физического износа элементов зданий жилищного фонда.

Объект исследования - организационные аспекты технического обследования жилых зданий, а также проблемы совершенствования методов и средств, используемых при проведении технического обследования.

Предметом исследования является организационный процесс технического обследования зданий жилищного фонда, выражающийся в определении, фиксации, хранении, анализе входящей информации в виде контролируемых параметров объекта и в предоставлении итоговых результатов технического обследования в виде технического заключения.

Решение поставленных задач будет осуществляться с учетом законодательных актов РФ и постановлений Правительства РФ, нормативных, методических документов федеральных, региональных и муниципальных органов управления. Теоретической и методологической базой исследования являются труды отечественных, зарубежных ученых в области обследования зданий и сооружений, планирования ремонтно-реконструкционных работ.

Литература

1. Бойкова, М. Л. Организационно-технологические и конструктивные особенности реконструкции зданий первых массовых серий: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.08/ Бойкова Марина Львовна. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – 23 с.
2. Булгаков, С. Н. Повышение надежности и безопасности жилищного фонда России / С. Н. Булгаков // Промышленное и гражданское строительство. – 2001. – № 7. – С. 44-46.

Солоницын А. А.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПРИ АКТУАЛИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖЕЙ СЕРИИ

***Аннотация.** Рассмотрены направления актуализации типовых проектных решений многопустотных железобетонных плит типа ПК в соответствие с рекомендациями действующих норм проектирования (СП 63.13330).*

***Ключевые слова:** многопустотная плита, поточно-агрегатная технология, технология безопалубочного формования, предварительно напряженная арматура, класс бетона.*

В современном строительстве в качестве перекрытий используют большой ряд современных изделий, отличающихся между собой как технологиями изготовления, так и прочностными характеристиками. Многопустотные плиты перекрытий (плиты с круглыми пустотами), используемые в современном строительстве, применяются уже более 70 лет. Конструкции изготавливаются на заводах железобетонных изделий по поточно-агрегатной технологии по чертежам типовой серии 1.141.1 [1], разработанной в 1984 году. В настоящее время на многих предприятиях стройиндустрии перешли на изготовление многопустотных плит по технологии безопалубочного формования (тип плит ПБ) на стандах в виде длинной конструктивной линии с последующей разрезкой на конструкции нужной длины [2]. Обе используемые технологии имеют определенные плюсы и минусы.

При этом стоит отметить, что плиты марки ПК [1] являются конкурентоспособными плитам типа ПБ. По ценовым характеристикам плиты ПК и ПБ имеют примерно одинаковые расценки, именно поэтому многие заводы железобетонных изделий по-прежнему изготавливают плиты типа ПК по чертежам серии 1984 года.

За последние десятилетия в области проектирования железобетонных конструкций обновилась база нормативных документов [3]. В результате некоторые конструктивные параметры серии 1.141.1 (вып. 63) не соответствуют требованиям современных норм. Например, по СП 63.13330

[3] и СП 356.1325800.2017 [4] предписывается использовать для предварительно напряженных конструкций минимальный класс тяжелого бетона В20. А в серии 1.141.1 (вып. 63) [1] для плит ПК в основном принят бетон тяжелый класса В15. Несколько изменились прочностные характеристики арматуры, расчётные коэффициенты.

Актуальной задачей становится перерасчет конструкций «старой» серии 1.141.1 (вып. 63 и других) для корректировки и совершенствования армирования плит.

В работе [4] данная задача реализована для одной из массовых плит. Выполнен перерасчет арматуры по действующим нормативным документам для плиты ПК60.15-8Ат, в результате чего получены данные, согласно которым при изготовлении конструкции с использованием бетона В20, можно существенно снизить расход рабочей арматуры без потери несущей способности плиты.

Целью настоящей работы является расширение результатов [4] для других марок плит и выявление возможности повышения класса бетона плит ПК до В35, аналогично плитам типа ПБ.

Автоматизировав расчет, представленный в [4], при помощи программы Excel Microsoft, получены возможные изменения в конструктивном решении нескольких плит типа ПК при расчете их по нормам СП 63.13330 [3]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение расчетных площадей продольной преднапряженной рабочей арматуры

Марка плиты параметры	ПК 63.15- 8Ат	ПК 63.12- 8Ат	ПК 60.15- 8Ат	ПК 60.12- 8Ат
Арматура класса Ат-V по серии	6Ø12	3Ø14+1Ø12	2Ø14+3Ø12	1Ø14+3Ø12
Площадь арматуры см ² по серии	6,79	5,75	6,47	4,93
Арматура класса Ат-V расчетная	4Ø12+1Ø14	4Ø12	4Ø12+1Ø10	3Ø12+1Ø10
Площадь арматуры см ² расчетная	6,06	4,52	5,30	4,17
Экономия, %	12,0	21,39	18,08	15,42

Таким образом получено, что для наиболее применяемых в строительстве типов конструкций можно получить экономию бетона при переходе на более высокий класс бетона В20.

Далее определена эффективность дальнейшего повышения класса бетона до В35, который принят для плит типа ПБ [2], на примере плиты ПК60.15-8Ат. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения площади армирования в зависимости от изменения характеристик бетона для плиты ПК60.15-8 Ат-V

Основные параметры	ПК 60.15-8Ат	ПК 60.15-8Ат(1)
Класс бетона	В20	В35
Расчетная растянутая арматура	4Ø12+1Ø10	4Ø12+1Ø8
Площадь арматуры, см ²	5,30	5,02

При повышении класса бетона с В20 до В35 получена незначительная экономия арматуры, по сравнению с затратами на повышение класса бетона. Исходя из этого, можно сделать вывод, что использование бетона класса В20 является оптимальным вариантом.

При использовании в строительстве типовых многопустотных плит серии 1.141.1 [1] следует иметь в виду, что некоторые параметры конструкций не соответствуют требованиям действующих норм проектирования [3]. Переход на изготовление конструкций из бетона класса В20 вместо В15 может не отразиться на цене, если провести актуализацию чертежей серии, снизив рабочее армирование.

Литература

1. Типовые конструкции, изделия и узлы. Серия 1.141-1. Панели перекрытий железобетонные многопустотные. Вып. 63. Предварительно напряженные панели с круглыми пустотами длиной 6280, 5980, 5680, 5380, 5080 и 4780 мм шириной 1790, 1490, 1190 и 990 мм, армированные стержнями из термически упроченной стали класса Ат-V / ЦНИИЭП жилища, НИИЖБ. Введ. 30.07.1984. – М.: ЦИТП, 1986. – 57 с.
2. Рекомендации по применению многопустотных плит перекрытий, изготавливаемых способом непрерывного формования на длинных стендах (дополнение к ИЖ 568-03) / ГУП НКЦ. – М., 2005. – 17 с.
3. 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. – 146 с.
4. Солоницын, А. А. Совершенствование армирования железобетонных многопустотных плит на основе рекомендаций актуальных нормативных документов. [Текст] / А. А. Солоницын, В. М. Поздеев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: сб. мат. VI Всерос. студ. конф. Часть 5. Инновации в строительстве, природообустройстве, техносферной безопасности. – Йошкар-Ола, ПГТУ, 2020. – С. 66-69.

Трутникова А. Ю.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ВОЗМОЖНОСТИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

***Аннотация.** Индустриальное строительство из древесины уверенно шагает по планете: здания и сооружения с применением современных материалов и конструкций из древесины пришли в города, где возводятся многоэтажные жилые кварталы, общественные, социальные, спортивные и административные сооружения.*

***Ключевые слова:** деревянное домостроение, строительные технологии, стратегия развития.*

Вклад лесного комплекса в экономику России на сегодняшний день существенно ниже оцениваемого потенциала и аналогичного показателя других стран, схожих с Россией по объемам запасов и заготовки древесины. Такая ситуация стала следствием ориентации отечественных производителей преимущественно на низкомаржинальные сегменты – круглый лес, пиломатериалы и фанера, а также недоиспользование экспортного потенциала.

Ввод деревянных малоэтажных жилых зданий в 2016 году составил 7,7 млн. кв. метров. Темпы роста строительства деревянных малоэтажных жилых зданий в 2012 – 2016 годах достигали 1,3 процента в год, что значительно ниже темпов роста по вводу зданий в целом (5 процентов в 2012 – 2016 годах). Производство деревянных домокомплектов в России в 2016 году составило 7,8 млн. кв. метров. Объем экспорта – 0,1 млн. кв. метров, основные направления экспорта – Норвегия, Белоруссия и Германия.

Доля деревянного домостроения в России в 2016 году в общем объеме возводимого жилья составляет 10 процентов, в последние годы наблюдается тенденция к некоторому ее снижению. При этом в соседней Финляндии она достигает 70 процентов, в Соединенных Штатах Америки – 45 процентов.

Данные по доле зарубежных стран в экспорте домокомплектов из России в 2016 году приведены в таблице.

Страна	Доля в экспорте, %
Норвегия, Германия и другие страны Европы (за исключением Прибалтики)	58
Страны СНГ	17
Прибалтика	14
Монголия, Индия и другие страны Азии (за исключением Китая)	7
Китай	2
Прочие	2
<i>Всего</i>	100

Технологичные деревянные конструкции зачастую обходятся значительно дешевле элементов зданий из других материалов, если учитывать такой параметр, как стоимость несущих конструкций, кроме того, они легче и компактнее. Невысокий интерес к массовому применению древесины в строительстве вызван еще и отсутствием у заказчиков актуальной и объективной информации о современных технологиях, а также недостатком необходимых компетенций у основной массы проектировщиков.

В числе возможных перспективных направлений развития деревянного домостроения в РФ надо отметить следующие:

- строительство сельскохозяйственных объектов: коровников, складов удобрений и других, в том числе помещений с агрессивной средой;
- строительство учреждений здравоохранения (фельдшерско-акушерских пунктов, больниц), опорных пунктов полиции, контор лесничих, совмещенных с жильем, и т. п.; здесь основными плюсами станут себестоимость и скорость строительства под ключ, возможность реализации проектов в удаленных районах;
- участие предприятий деревянного домостроения в госпрограммах по переселению из ветхого и аварийного жилья, оперативное обеспечение жильем районов, пострадавших от стихийных бедствий, обеспечение жильем льготных категорий граждан;
- объекты дорожной инфраструктуры: мосты и пешеходные переходы; рекреационные объекты, позволяющие дать импульс развитию туризма: гостиницы, дома отдыха, мотели и т. д.

Литература

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. № 1989-р.

2. Чемоданов, А. Н. Ближайшие перспективы малоэтажного деревянного домостроения. Развитие науки и образования в современном мире / А. Н. Чемоданов. – М.: Консалт, 2014. – С. 140.

Чернышова О. И.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСИЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ОБОЙМАМИ

Аннотация. Рассмотрены особенности проектирования и расчета железобетонных изделий с жесткой арматурой.

Ключевые слова: железобетон, жесткая арматура.

При эксплуатации зданий и сооружений необходимым условием является поддержание в нормативном состоянии антикоррозионной защиты металлических конструкций. Особенно это важно при нахождении стальных элементов в условиях агрессивной среды. К сожалению, в реальности службам эксплуатации производственных объектов не всегда удается соблюдать нормативные сроки проведения текущих ремонтов. В результате одним из самых распространенных видов дефектов металлических конструкций являются коррозионные повреждения. При коррозии металла уменьшаются размеры поперечного сечения несущих элементов. В результате снижается несущая способность конструкций. Методика определения прочности конструктивных элементов, подверженных коррозии, представлена в пособии [1]. При значительной степени коррозии металла конструкция может оказаться в аварийном состоянии, что потребует не только восстановления антикоррозионной защиты, но и усиления несущих элементов.

Цель работы: проектирование и расчет железобетонных изделий с жесткой арматурой.

При обследовании металлических колонн на объекте «Очистные сооружения г. Йошкар-Олы» были выявлены конструкции с коррозионными повреждениями. Примеры поврежденных элементов представлены на рис. 1. Эксплуатационная среда на объектах данного назначения относится к сильно агрессивной по отношению к строительным конструкциям.

Традиционный вариант усиления стальных конструкций – это металл. Существуют следующие основные способы усиления металлических конструкций: 1) увеличение поперечного сечения стойки, 2) изменение рас-

четной схемы конструкций или 3) применение предварительно напряженных телескопических труб и элементов из других жестких профилей (изменение напряженного состояния) [1, 2]. В указанных методах используются дополнительные металлические элементы усиления, которые присоединяются к сохраняемой конструкции при помощи сварки или на болтах.

Однако в сооружениях с агрессивной средой при усилении вышеперечисленными способами остается проблема сохранения металла от коррозии.



Рис. 1. Поврежденные коррозией колонны

При проектировании железобетонных колонн, воспринимающих значительные нагрузки (например, колонны каркасов зданий повышенной этажности, высотных зданий), в качестве арматуры используются металлические прокатные профили (уголки, двутавры, швеллера). Такие железобетонные элементы получили название конструкций с жесткой арматурой. Применение такого армирования позволяет уменьшить размеры поперечного сечения колонн нижних этажей, так как при обычном армировании гибкими стержнями элементы нижних ярусов здания увеличиваются в размерах [3].

В предлагаемом варианте усиления использован данный принцип армирования железобетонных конструкций. Существующие сплошные колонны сечением из металлического двутавра 26К будут исполнять роль жесткой арматуры. Для улучшения сцепления металла и бетона к существующему элементу привариваются сварные каркасы из обычной арма-

туры класса А400. Предварительно предлагается провести очистку металлической колонны от продуктов коррозии и покрыть ее преобразователем ржавчины. Вокруг колонны устанавливается опалубка, и производится бетонирование. Используется тяжелый бетон класса В25. Согласно рекомендациям [3] защитный слой принят не менее 35 мм. Проектное решение усиления колонны показано на рис. 2.

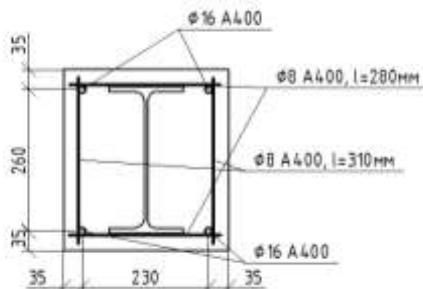


Рис. 2. Поперечное сечение усиленной колонны

Разработанный вариант усиления колонны решает сразу несколько проблем: увеличение несущей способности, защиты металла от агрессивной среды, увеличение огнестойкости. В дальнейшем это снизит эксплуатационные расходы на содержание конструкций, так как исчезает необходимость антикоррозионной защиты металла.

Выводы. Рассмотренный вариант усиления отсутствует в рекомендациях по усилению металлических конструкций в специализированной литературе. Однако в условиях сильно агрессивной среды такой вариант может быть наиболее эффективным.

Литература

1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23-81* / Укрниипроектстальконструкция Госстроя СССР и др. [Текст] – М.: Стройиздат, 1989. – 127 с.
2. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений [Текст] / НИИСК. – М.: Стройиздат, 1989. – 104 с.
3. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1977. – 783 с.

Секция «ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ»

УДК 721.502.2

Гладнева Д. В.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

«ЗЕЛЁНАЯ» АРХИТЕКТУРА

***Аннотация.** Представлены основные принципы «зелёной» архитектуры, её влияние на проектирование зданий и общество, примеры.*

***Ключевые слова:** «зелёная» архитектура, экологический подход в архитектуре, сооружение, строительство.*

Рассматривается суть и принципы «зелёной» архитектуры, её влияние на общество и на проектирование зданий в целом, значение экологичной архитектуры с примерами сооружений.

Экология и архитектура тесно связаны между собой. Экология – это «наука о доме», а архитектура – это искусство строить дом. В этом смысле эти два понятия неразделимы. Сегодня весь мир акцентирует внимание на экологичности и натуральности используемых ресурсов. Многие отрасли стараются обеспечить минимальный уровень вредного влияния на здоровье человека и состояние окружающей среды. Забота об экологии и сохранении природы в городских условиях привели к развитию экологического подхода к архитектуре, «зелёной» архитектуре. С каждым годом эко-архитектура набирает популярность, большинство стран уже давно применяют её в практике.

Штамп в современной архитектуре сформировался в начале XX века путём влияния индустриализации строительства, внедрения новых конструкций и материалов. Начало концепции экологичной архитектурной среды уходит еще в начало прошлого столетия. В это время уже существовала теория, которая рассматривала вопросы замены традиционных источников энергии альтернативными. К сожалению, данной теории не было уделено должное внимание, и она не принесла никаких результатов. Экологические попытки большинства городов сводились только к озеленению территории, усовершенствованию вентиляционных систем и частичному уменьшению влияния промышленных загрязнений на окружающую среду.

Сейчас уже полностью сформированы принципы «зелёной» архитектуры:

1. принцип сохранения энергии. Речь идет о проектировании и строительстве зданий таким образом, чтобы свести к минимуму необходимость расхода тепловой энергии на отопление.

2. принцип сокращения объемов нового строительства. Испокон веков люди использовали старые здания или только их материал для возведения новых построек. Так, строители аббатства Сейнт-Албан в Англии в свое время приспособили к делу кирпичи из руин римского города Веруланума.

3. принцип «сотрудничества» с солнцем. В «зелёной» архитектуре используются солнечные батареи – накопители солнечной энергии в целях экономии и экологичности.

4. принцип уважения к обитателю. Речь о существенном изменении подхода к функционированию здания, когда люди видят в постройке не просто место для проживания, а корпоративное владение, в поддержании которого огромная роль принадлежит каждому обитателю.

5. принцип уважения к месту. Он заключается в том, чтобы человек начал воспринимать природу не только как ресурс, а как что-то большее, и жил в гармонии с ней.

6. принцип целостности. Именно этот принцип выражает идеал «зеленой» архитектуры, хотя достаточно тяжело соблюдать все принципы одновременно.

7. экологически чистые строительные материалы.

Рассмотрим примеры проектных экологических архитектурных сооружений:

Примером экологичности жилой среды является жилой комплекс «Вертикальный лес» (Bosco Verticale) в центральной части старого города Милана, он был одобрен властями города как экологически чистый комплекс. Проект разработан архитекторами Boeri Studio. Это два многоэтажных здания, превышающих настоящий парк, на террасах которых высажено почти 17000 единиц растений. В летние дни они защищают квартиры от палящего солнца, шума и городской пыли. Преимущество этого леса в защите от погодных условий.

Таким образом, архитектурная среда определённым образом воздействует на человека, являясь фоном его жизнедеятельности. Экологическая архитектура должна быть направлена на учёт экологических решений и потребностей человека при создании зданий, также на умеренность и эффективность при использовании ресурсов, пространства для развития экосистемы в целом.

Литература

1. Горелов, А. А. Экология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям / А. А. Горелов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 398 с.
2. Мангасарян, В. Н. Экологическая культура общества: монография / В. Н. Мангасарян. – СПб.: БГТУ, 2009. – 112 с.
3. Попрядухин, С. Экологическая архитектура или наступление «Зеленых» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.archinovosti.ru/2014/03/24/ehkologicheskaya-arkhitektura-ili-nastuplenie-zelenykh>.
4. Жилой комплекс Bosco Verticale. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archi.ru/projects/world/8818/zhiloi-kompleks-bosco-verticale>.
5. Шапов Е. 4 причины преимущества эко-архитектуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.weareart.ru/blog/4-prichiny-preimucshestva-eko-arkhitektury/>.

УДК 72:504.61

Данилова Д. О.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ВТОРАЯ ЖИЗНЬ МУСОРА

***Аннотация.** Объектом исследования является решение экологических вопросов при помощи использования мусора в архитектуре. Рассматриваются разные проекты, в которых применяются отходы в качестве стройматериалов, что позволяет уменьшить глобальную проблему современности по загрязнению планеты.*

***Ключевые слова:** мусор, архитектура, проект.*

Сегодня экологическая проблема является одной из глобальных проблем человечества. Взаимодействие людей и окружающей среды становится все активнее, из-за этого нарушается экосистема, появляется больше мусора, который очень долго разлагается или его не перерабатывают. Ежегодно человечество выбрасывает 275 млн. тонн пластикового мусора.

Данная проблема может привести к катастрофе в масштабах планеты, однако человечество начинает задумываться о решении экологических

вопросов. Архитектура может помочь людям с этими трудностями. Многие активисты из разных стран предлагают использовать отходы в качестве стройматериалов.

В Японии придумали разумный способ переработки разных видов отходов. Мусор проходит термическую и механическую обработку, а после его прессуют в брикеты и создают искусственные острова. Такая технология переработки реализуется в стране уже почти 10 лет. За это время появилось несколько экологичных островов, например, Юмэносима, Огисима, Одайба, Тэннозу. Все они широко используются людьми в разных целях. [1].

Так же, как и в Японии, архитектурные бюро SLA и Overtreders W создали павильон, используя только бывшие в употреблении и переработанные материалы. Цель проекта – показать ценность замкнутого строительного цикла, при котором образуется минимальное количество отходов или они вовсе отсутствуют. Павильон может похвастаться красочным фасадом из переработанного пластика, а также деревянным каркасом, изготовленным также из вторсырья. [2].

Стокгольмское архитектурное бюро UMA тоже использовало тысячи переработанных пластиковых бутылок, которые попадали в океан, для создания фасадной системы для художественной школы в Тулуме. Дизайн конструкции представляет собой выразительные волны, которые должны привлечь внимание детей, а также напоминать о том, откуда они взяты. Волнообразная форма станет отличным укрытием от дождя и солнца, а в некоторых местах послужит сиденьями и столами.

Для создания проектов люди используют различные материалы, например, в Южной Корее появилось очень необычное сооружение из старого ржавого корабля. Павильон представляет собой часть перевернутого корпуса судна, внутри которого раскинулись деревья и были созданы места для отдыха. Наружную часть корабля специально оставили ржавой, для контраста с окружающей средой, а вечером павильон красиво подсвечивается, становясь еще привлекательнее.

Южнокорейский художник и дизайнер Choi Jeong-Hwa тоже использовал необычные материалы, а именно 1 000 старых дверей, найденных на свалке, чтобы создать очень необычный дом. Проект был реализован в Сеуле в 2009 году. Этот дом стал настоящей художественной инсталляцией и центром притяжения туристов.

Довольно необычный материал решили использовать нью-йоркские дизайнеры для строительства мини-отеля. Они использовали старые ключ-карты, которые раньше использовались для открытия гостиничных дверей. Проект разработан творческим коллективом под руководством

Берга Брайана. Площадь необычного отеля из пластиковых карт составляет почти сорок квадратных метров. На этой площади гостиничного номера есть все необходимое – кровати, столы, кресла, торшеры. Причем все изготовлено только из ключ-карт.

Сейчас у человечества появляется всё больше разных идей в поддержку экологии. Дизайн-студия Freischärler предложила модель города, в котором все здания сделаны из отходов. По задумке конструкция должна плавать в океане, а все отходы, на которые она наткнется, использовались бы в качестве материалов. Для этого весь мусор нужно отправить под пресс в замкнутые системы, как у космонавтов. Сама агломерация будет похожа на айсберг, расширяясь как вверх, так и вглубь. В городе смогут жить примерно 10 тыс. человек. Они будут выращивать пищу с помощью аэропоники и получать электроэнергию из морских волн. [3].

Скоро будет построена эко-деревня в Копенгагене с использованием переработанного бетона, дерева и стекла. Здания будут опираться исключительно на устойчивую энергетику. Каждый дом будет иметь сад на крыше, а также систему сбора дождевой воды, способную перерабатывать 1,5 миллиона литров воды в год. Кроме жилых блоков, на территории комплекса разместятся конференц-центр, органический ресторан и теплицы. [2]

Проект небоскреба из вторичных материалов в ближайшее время может быть реализован компанией Chartier-Corbasson. Пластиковый корпус «органического небоскреба» будет обшит прочными панелями из макулатуры и пластиковых отходов. Согласно концепции, небоскреб будет расти совместно с увеличением количества мусора, производимого его жителями. Основная цель создания здания – уменьшение количества отходов при минимальных затратах на строительство. Как только жильцы начнут арендовать или покупать квартиры и офисные помещения на нижних этажах, на этажах над ними начнется строительство, таким образом в небоскребе не будет ненужного, простаивающего пространства – он будет расти в ответ на спрос. После завершения строительства небоскреб будет иметь гладкую пирамидальную форму, покрытую кристаллическим слоем из переработанных материалов. Полупрозрачный фасад поможет заполнить интерьер естественным светом, при этом защитит от избыточных солнечных лучей, к тому же небоскреб будет генерировать собственную электроэнергию для своих потребностей.

Отходы очень вредны для природы, она просто не успевает восстанавливаться из-за человеческой активности, поэтому люди должны помогать ей и придумывать всё больше способов экологичной переработки или вторичного использования мусора.

Литература

1. Мусорные острова японской столицы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://netpulse.ru/info/320.html#:~:text=Одной%20из%20особенностей%20Токио%20> (дата обращения 28.03.2021).
2. Топ 10 необычных зданий из вторичного сырья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.architime.ru/specarch/top_10_recicling/building.htm (дата обращения 28.03.2021).
3. Первый плавучий город может появиться в 2020 году в Тихом океане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tass.ru/plus-one/4737204> (дата обращения 28.03.2021).

УДК 721

Естехин А. И.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель.
Поволжский государственный технологический университет

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ГОРОДОВ

Аннотация. Рассмотрено изменение представления об идеальном городе в разное время.

Ключевые слова: идеальный город, план города.

Древнегреческий градостроитель Гипподам Милетский (498 – 408 гг. до н. э.) использовал планировку, впоследствии названную «гипподамовой сеткой»: центром города служила главная площадь – агора, вокруг которой группировались одинаковые по размеру жилые кварталы, образованные перпендикулярно пересекающимися улицами. По плану Гипподама строили афинский порт Пирей и город Фурии.

Антонио ди Пьетро Аверлино подробно описал в книге «Об архитектуре» модель идеального города эпохи Возрождения – Сфорнициды. План Сфорцинды имел форму правильной восьмилучевой звезды: во внешних углах располагались башни, а во внутренних – ворота. Она обращена к античным идеям справедливого и упорядоченного общества, но в отличие от древнегреческих полисов, построенных на принципе равенства, всеми средствами, от высоты башни герцогского дворца до размера помещения, занимаемого купеческой гильдией, фиксирует средневековую систему социальных отношений.

Джеймс Эдвард Оглторп, британский генерал, в 1730 году добился разрешения основать в Северной Америке колонию, названную Джорджией. Изначально она состояла из четырех прямоугольных районов, соединенных широкими улицами. Внутренние улицы делили каждый район на восемь кварталов: на длинных сторонах прямоугольника располагались четыре жилых квартала по десять домов, на коротких – школы, церкви и другие заведения. По такому же образцу позже проектировали и другие американские города.

К концу XIX века произошел всплеск индустриализации и урбанизации, который привел к перенаселению, и связанные с ним шум, грязь и бедность стали главной проблемой больших городов. Для ее решения Эбенизер Говард предложил концепцию «города-сада» или города без трущоб. Центром города служит сад, из которого радиально расходятся шесть бульваров. Вокруг сада расположены общественные заведения: библиотека, театр, музей, административные здания. Их окружает просторный центральный парк, в свою очередь, заключенный в кольцо магазинов и зимних садов. Широкие улицы-авеню опоясывают центр концентрическими окружностями, одна из них – гранд-авеню, где находятся школы и церкви. На край города вынесены промышленные предприятия, их огораживает железная дорога, за которой начинается «зеленый пояс» сельскохозяйственных угодий. Все улицы засажены деревьями, а дома окружены просторными участками. В 1903 году началось строительство первого города-сада Летчурта. В 1919 году Говард основал второй город-сад – Уэлин, план которого разработал молодой архитектор Луи де Суассон. Благодаря успеху Летчурта и Уэлина идеи Говарда приобрели популярность во всем мире. Принципы «города-сада» использовали при проектировании десятков городов, в том числе Тель-Авива, Канберры, Зеленограда.

Еще одной попыткой рассредоточить сверхуплотненные индустриальные города была концепция «линейного города». Её автор, Артуро Сория-и-Мата применил её при строительстве одного из районов Мадрида в конце XIX века, но особенную популярность она обрела в СССР в период индустриализации. Советские архитекторы представляли линейный город в виде параллельных полос промышленных и жилых зданий, разделенных зеленой зоной. Вдоль них проходят железная дорога и автомагистраль. Такая застройка легко удлиняется, прорезая узкой линией окружающие леса и поля; жители быстро добираются на работу или за город, а для поездов используют продольные транспортные артерии. Но на практике быстро обнаружились недостатки линейной планировки: растянутые коммуникации и рассредоточенная инфраструктура создавали много неудобств, а для больниц, университетов и других учрежде-

ний, занимающих большие площади, просто не находилось места. Согласно плану немецкого архитектора Эрнста Мая линейным городом должен был стать Магнитогорск, однако из-за особенностей рельефа и требований промышленного комплекса проект не удалось воплотить. От исходного замысла остался только Соцгород.

Линейную планировку использовал и Ле Корбюзье в своих проектах «лучезарного города». Он представлял себе город в форме человеческого тела, вдоль которого располагаются вытянутые многоэтажные корпуса, окруженные просторными зелеными зонами. Жилые дома Ле Корбюзье предлагал сделать «вертикальными деревнями», связанными с деловыми и промышленными районами наземным и подземным транспортом. Идею удалось воплотить после II Мировой войны в жилом районе Марселя.

Элементы концепции «лучезарного города» использовали Уоллес Харрисон при проектировании комплекса Эмпайр-Стейт-Плаза в Олбани, штат Нью-Йорк, а также Оскар Нимейер и Лусио Коста, авторы плана Бразилиа.

Сегодня же урбанисты считают эти проекты неудачными: монументальные здания, на порядки превышающие «человеческий масштаб», разрушают связи людей друг с другом и с окружающим пространством, что приводит к многочисленным неудобствам и социальным проблемам. Одной из самых провальных попыток реализации принципов Ле Корбюзье можно назвать печально известный комплекс Пруитт-Игоу в Сент-Луисе, снесенный спустя всего 18 лет после постройки.

Движение нового урбанизма, развиваясь, перенимает идеи градостроителей прошлого, наиболее удачно показавшие себя на практике. Однако урбанисты утверждают: как бы привлекательно ни выглядел утопический проект на бумаге, окончательное решение о том, каким будет облик города, должны принимать его жители.

«Город будущего» стал прорывом вперед, так как изменилась пространственная схема, по которой развивался город, появилась многоуровневость и вертикальное зонирование городского пространства. Впервые город стали размещать в воздухе и даже в космосе. Системы «городов будущего», которые основывались на принципе «ячеистости», дали возможность сделать город полицентрическим, что было чуждо идеальным городам, как впрочем, и возможность города к физическому передвижению в пространстве. В «городах будущего» обьединились принципы, которых не было ранее. Это произошло благодаря тому, что появились не только новые технологии, строительные материалы и научные достижения, но изменилось и само представление о том, каким должен и может стать город.

Литература

1. Груза, И. Теория города / И. Груза; пер. с чеш. Л. Б. Мостовой. – М.: Стройиздайт, 1972. – 247 с.
2. Иконников, А. В. Утопическое мышление и архитектура / А. В. Иконников. – М.: Издательство «Архитектура-С», 2004. – 399 с.
3. Что такое «идеальный город»: концепции от Античности до XVIII века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prostranstvo.media/chto-takoe-idealnyj-gorod-koncepcii-ot-antichnosti-do-xviii-veka/>.

УДК 725.57

Журавлева М. А.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

«ЗЕЛЕНАЯ» СОСТАВЛЯЮЩАЯ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

***Аннотация.** В статье предлагается общий обзор современных решений организации пространственной среды, обосновывается значение и роль правильной организации взаимодействия ребёнка и природы.*

***Ключевые слова:** детский сад, зелёная крыша, эксплуатируемая кровля, функциональное зонирование, объёмно-планировочное решение.*

В настоящее время проблема ухудшения экологической обстановки в городах заставляет специалистов в области строительства и архитектуры прибегать к нестандартным способам её решения. Так, своё развитие получили зелёные крыши, озеленённые пространства, которые создаются путём добавления дополнительных слоёв грунта и разных растений поверх традиционной кровли.

Зелёные крыши призваны решать не только ряд экологических проблем, таких как загрязнение воздуха, эффект теплового острова, негативный уровень шума в городе, но и проблемы организации архитектурно-пространственной среды детских дошкольных учреждений. К проблемам организации архитектурно-пространственной среды относится правильное, рациональное использование средств и приемов для её формирования и создания экологически здоровой среды жизнедеятельности.

Хотя история крыш, покрытых травой, достаточно давняя, однако идея детского сада с зелёной эксплуатируемой крышей относительно молодая, и в России пока не так распространена.

Эксплуатируемая кровля – специально оборудованная защитным слоем кровля, предназначенная для использования, например в качестве зоны для отдыха, размещения спортивных площадок, озеленения, автостоянок, автомобильной дороги, транспорта над подземными паркингами, на стилобатах и т. п. и предусмотренная для пребывания людей [2]. Наглядный пример такого дошкольного учреждения можно увидеть в Индии – детский сад Сангам в городе Бхилвара. Здание имеет необычную форму в плане, а также перепады высот этажей. Благодаря неравномерной высоте здания, зелёные скаты крыши используются как общественное детское игровое пространство, помогающее создать связь между ребенком и природой.

Экологический и функциональный аспекты восприятия и формирования архитектурной среды в лице эксплуатируемой зелёной кровли несут в себе и образовательный характер. Так, получаемая развивающая среда обеспечивает не только реализацию учебных программ, но и взаимодействие ребёнка с природой, что максимально позволяет достичь основной цели дошкольного образовательного учреждения – всестороннего развития личности и раскрытия творческого потенциала ребёнка. Поэтому использование эксплуатируемой зелёной кровли не ограничено только развлекательным функционалом, оно также может представлять собой образовательный кластер – учебные пространства в виде оранжерей и теплиц.

При формировании пространства детского сада важно учитывать особенности восприятия детьми архитектурной среды. Здание делится на функциональные зоны, которые исходя из своих ролей выстраиваются в одну «цепь». Если все «звенья» правильно собрать, то получается продуманное объёмно-планировочное решение здания.



Объёмно-планировочное решение здания

Таким образом, правильный подход к организации места воспитания детей может создать благоприятную сферу для их развития, привития им социальной и экологической ответственности. А осознанный подход к решению объёмно-планировочного решения позволит добиться удовлетворения познавательных потребностей в архитектурно-пространственной среде.

Литература

1. СП 17.13 330.2017 «СНИП II-26-76 Кровли». – М.: Минстрой России, 2017. – 44 с.
2. ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования. – М.: Стандартинформ. Оформление, 2020. – 49 с.
3. Зачем Москве зелёные кровли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://media.strelka-kb.com/green-roof>.
4. Шилин, В. В. Архитектура и психология. Краткий конспект лекций / В. В. Шилин. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – 66 с.

УДК 721

Зяблицева К. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

ДОМА НА НОЖКАХ В АРХИТЕКТУРЕ СОВЕТСКОЙ МОСКВЫ

***Аннотация.** Объектом исследования является вопрос: «Почему в советской Москве строились дома на ножках?». В статье рассматриваются принципы Ле Корбюзье, по которым строились дома, причины строительства, их особенности и функциональность. Также в данной статье приведены примеры этих необычных сооружений, сделаны выводы о том, удобны ли были такие дома в условиях советской Москвы и можно ли сейчас возобновить их строительство на территории России.*

***Ключевые слова:** дома на ножках, принципы Ле Корбюзье.*

Дома на ножках – очень необычное явление в московской архитектуре советского периода. Таких жилых зданий в столице можно пересчитать, пожалуй, по пальцам, ведь большая часть советских многоэтажек были однотипными коробками. Каждый «парящий в небе» дом сразу ста-

новился городской архитектурной сенсацией. Следует отметить, что такие здания удивляли людей и приводили их к недоумению. Действительно, такая новаторская идея в СССР была прорывом в сфере архитектуры, разбавляла городской пейзаж своими формами, но практична ли?

Автором таких необычных зданий является французский архитектор Ле Корбюзье, который в начале 1920-х сформулировал пять принципов единства архитектуры и конструкции:

1. опоры-столбы. Дом приподнят над землей на железобетонных столбах, освобождая место под жилыми помещениями для сада.

2. свободный фасад. Опоры вынесены за пределы фасада, внутрь дома. Внешние стены могут при этом формироваться из любого материала, в том числе хрупкого или прозрачного.

3. ленточные окна. Окна могут быть протянуты вдоль всего фасада, от одного конца до другого.

4. свободная планировка. Поскольку стены больше не играют роль несущих конструкций, внутренняя планировка дома может не зависеть от стен. Освобождающееся в результате пространство можно формировать с гораздо большей эффективностью.

5. плоские крыши. На крышах, сделанных из железобетона, Ле Корбюзье предлагал разбивать сад или устраивать рекреационные зоны. [1].

По отдельности подобные приемы использовали архитекторы и до Ле Корбюзье, но именно он опубликовал их, объединив воедино, и начал последовательно их практиковать.

В данной статье мы будем рассматривать первый принцип Ле Корбюзье и пойдем, насколько удобны такие дома.

Первым домом на ножках в советской Москве был дом на Новинском бульваре, который был построен в 1928-1930 гг. Авторами проекта стали советские архитекторы Моисей Гинзбург и Игнатий Милинис. Поскольку в это время была популярна тема коммуны и общежития, дом на ножках на Новинском имел идеологическую составляющую. Чтобы жильцы чувствовали себя «одной большой советской семьей», квартиры в нем были в основном маленькими (не считая жилья для элиты) и имелся отдельный корпус – кухня со столовыми, куда обитатели дома должны были приходить питаться. Четыре года назад в доме Наркомфина провели реставрацию. Он в чем-то сохранил свой первоначальный облик, более того, внутренняя планировка тоже сохранена. [2].

Но самым ярким представителем этого необычного направления стал дом на Беговой, построенный по проекту Андрея Меерсона.

Современный по тем временам дом из-за количества опор сразу же прозванный «сороконожкой» построен качественно и рационально. И новоселы конца семидесятых, и нынешние жильцы считают планировку в

нём весьма удобной. Архитектор Андрей Меерсон поднял дом на четыре этажа, а не на 1-2, как это делали до него. Поэтому внешне 13-этажная «сороконожка» кажется вполне гармоничной: такое количество этажей смотрелось бы нелепо на «ножках» покороче. Сами опоры с выраженными гранями узкие у основания и расширяются ближе кверху, что визуально делает их невесомыми, «хрупкими». При этом дом очень устойчив – монолитный, с железобетонными «ножками». Зданием до сих пор восхищаются многие зодчие, считая его крайне интересным с архитектурной точки зрения. В 60-е годы советскими архитекторами были подняты над землёй уже не коммуны, а обычные жилые дома, причём многоэтажные. [4].

Еще одним зданием «на ножках» можно считать дом на проспекте Мира в Москве. Здание стоит напротив ВДНХ, и из тех его окон, которые выходят на проспект, открывается прекрасный вид – в частности, на памятник Рабочему и Колхознице. Кстати, любоваться окрестными красотами можно и с первого этажа, ведь благодаря тому, что дом – на ножках, самый нижний этаж расположен весьма высоко – на уровне третьего. Стиль, в котором спроектировано здание, можно назвать брутализмом. Авторы проекта – архитектор Виктор Андреев и инженер Трифон Заикин. У дома более 30 железобетонных «ножек»-свай, 25 этажей. Раньше в доме были финские лифты. Впоследствии их по причине старости заменили на обычные, современные. [3].

Каковы же были причины строительства таких домов в Москве? Одной из них можно считать желание удивить людей советской Москвы, показать, что дома могут выглядеть совсем необычно. Другой причиной можно считать удобство. Территория под домами позволяла проходить «сквозь» здание, при этом сокращая расстояние и время. Согласитесь, что это и правда, удобно? Еще одной причиной, которая является очень важной, считается желание позволить воздуху свободно проходить под домом между колоннами-опорами, не допуская скопления большого количества выхлопных газов в районе нижней части здания.

К плюсам можно отнести относительную тишину. В высоту «ножки» достигают несколько этажей, поэтому жители могут не переживать и спать спокойно. Одним из минусов этого дома можно считать то, что рабочим нужно хорошо потрудиться, чтобы ровно залить железобетон и дом не был кривой. Из-за этого может создаться ощущение, что при сильном ветре здание будет пошатываться.

Что касается строительства таких домов в современной Москве, то я думаю, что архитекторы могут придумать более практичный и интересный вариант, чтобы люди вновь удивлялись и восхищались.

Литература

1. Режим доступа: <https://slide-share.ru/le-korbyuzeprezentaciyaivipolnil-st-t-gr-arkh-07-3-marish-vdeviz-dom-142091> (дата обращения 31.03.2021).
2. Режим доступа: <https://kulturologia.ru/> (дата обращения 31.03.2021).
3. Режим доступа: <https://homsk.com/bingo/zachem-v-sssr-stroili-mnogoetazhki-na-nozhkah-i-gde-mozhno-vstretit-takie-zdaniya> (дата обращения 31.03.2021).
4. Режим доступа: <https://www.yaplakal.com/forum2/topic1924240.html> (дата обращения 31.03.2021).

УДК 721

Иванова Е. Е.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель.
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ «БУМАЖНОЙ АРХИТЕКТУРЫ» НА ТВОРЧЕСТВО СОВРЕМЕННЫХ АРХИТЕКТОРОВ

***Аннотация.** Объектом исследования является вопрос влияния «бумажной архитектуры» на современное проектирование. Рассматривается понятие «бумажной архитектуры», особые черты, основные представители XX и XXI веков. В статье сделаны выводы, что «бумажная архитектура» сильно повлияла на развитие современных тенденций в проектировании зданий и градостроительстве. Современные проекты стали масштабнее и смелее в архитектурных фантазиях авторов.*

***Ключевые слова:** «бумажная архитектура», архитектурные проекты, архитектура.*

Рассматривается задача определения влияния неизданных архитектурных замыслов знаменитых архитекторов на работы их современных последователей.

«Бумажная архитектура» – это архитектурные проекты, нарисованные на бумаге, но не созданные в реальности из-за своей невероятной сложности, стоимости, масштабности или цензуры.

«Бумажная архитектура» – это искусство утопии. Оно отражает неограниченную фантазию автора, являясь опытным полем формальных исканий художественного стиля. При этом такие проекты могут создаваться для критики новейших тенденций или акцентирования внимания на том, что будет возможно в будущем.

Расцвет бумажной архитектуры приходится на начало XX века и неразрывно связан с феноменом русского авангарда и конструктивизма. «Памятник III Интернационала» Татлина, «Горизонтальный небоскрёб» Лисицкого, «Парабола Ладовского», ставшая прообразом знаменитого «Генплана 1935 года», здания Наркомата тяжёлой промышленности и «Аэрофлота» и, наконец, главный невоплощённый проект советской утопии – Дворец Советов, в обсуждении которого участвовали более или менее все знаковые архитекторы эпохи. [1].

Главная черта всех этих проектов – масштабность – была их же главной проблемой. Архитектура нового времени должна была служить тем же задачам, что и любое другое искусство, быть функциональной и полезной, а не только красивой. Однако все эти замыслы были очень дорогими, и большинство из них пришлось заморозить.

Бумажную архитектуру нельзя отнести ни к футуристическим, ни к ретроградным движениям, не волнует её и настоящее. Такие проекты скорее интересуют альтернатива настоящему, фантазии и воображения, существующие вне времени. [1].

Есть люди, умеющие любую бумагу превращать в архитектуру. Возьмем Эриха Мендельсона с его набросками 1910-х годов, у него была серия эскизов архитектуры из стали и бетона. Этот мастер обладал совершенно фантастическим даром: он просто мог нарисовать одну линию, а мы сразу видим за ней пространственную форму. [2].

Интересно сравнить чертежи Якова Чернихова, разработанные для реального строительства, и фантастические идеи, которые он опубликовал в книгах. На проектных чертежах – эффектная композиция: разные части производственного корпуса разбиты блоками вертикальных коммуникаций и лестничной клеткой со сплошным остеклением. При строительстве от первоначального замысла мало что осталось: объемы упростились, форма оконных проёмов изменилась. Но это здание привлекает внимание, как ещё одна осуществленная постройка Чернихова.

Всегда существует некоторый зазор между формами представления и реальностью – просто разные конвенции видения и изображения. Взять, например, какие-нибудь безумные эскизы Захи Хадид: они очень сильно отличаются от построенных вещей, потому что готовые здания гораздо спокойнее. То, что в проектах представлено с форсированными перспективами, с каким-то диким полетом поверхностей, в сильных ракурсах, с неожиданных точек, на улице выглядит вполне сдержанно. [2].

Не все знают, что Заха Хадид, самая знаменитая женщина-архитектор нашего времени, значительную часть карьеры практически работала над «бумажной архитектурой». Её всегда хвалили, она выигрывала архитек-

турные конкурсы один за другим, но строилась из этого малая часть, потому что строительство отменяли из-за высокой стоимости проекта или масштабыности.

Самый великий и противоречивый зодчий XX века Ле Корбюзье предложил на выставку «Осенний Салон» 1922 года макет «Современного города на 3 млн. жителей», в котором предлагалось новое видение города будущего. Восемнадцать одинаковых небоскрёбов-офисов в 50 этажей каждый располагались по плану свободно. Высотные здания дополняли горизонтальные структуры у их подножия.

Мечты о будущих городах можно увидеть в бумажных проектах Антонио Сант' Элиа. Впечатляющую силу утопии Сант' Элиа придает острота и конкретность интуитивного восприятия. Убедительность его фантазии усиливает выразительность обобщенной формы его рисунков, которая подчеркивает контрасты интересных деталей.

«Бумажные» архитекторы последнего времени уже не предлагают альтернативы реальности, а полностью заняты придумыванием воображаемых зданий и ландшафтов. «Бумажная архитектура» новейшего времени связана с именем Артура Скрижали-Вайса, в работах которого смешано сразу несколько стилей: от романтического переосмысливания классицизма до футуристических городов будущего.

При всём внешнем идеализме бумажные проекты оказали огромное влияние на реальную архитектуру: большинство грандиозных замыслов русского авангарда не были воплощены в жизнь, но повлияли на работы многих русских и зарубежных архитекторов. Та же Заха Хадид неоднократно признавалась в любви архитектуре русского авангарда, а Рем Колхас говорил, что решил стать архитектором, когда впервые увидел знаменитые дома-коммуны конструктивистов.

Современные представители «бумажной архитектуры», развивая тему архитектурных фантазий, вдохновляются, переосмысливают и дают новую трактовку замыслам Антонио Сант' Элиа, Ле Корбюзье, Якова Чернихова.

Сейчас существование «бумажной архитектуры», с одной стороны, связано с проектами выпускников архитектурных вузов, ведь все их невозможно осуществить, а с другой стороны – с проектами, на которые пока нет средств или которые ждут своей реализации.

Литература

1. Колпинец, Е. Воздушные замки: самые известные проекты бумажной архитектуры / Е. Колпинец, С. Сулопаров // Life. – 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://life.ru/p/879275> (дата обращения 18.03.2021).

2. Басс, В. Бумажная архитектура / В. Басс // Пост Наука, 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/faq/68819> (дата обращения 18.03.2021).

УДК 721.024:364.04

Коньшева О. П.

Научный руководитель: Бородов В. Е., профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ДОСТУПНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНОЙ ГРУППЫ НАСЕЛЕНИЯ (МГН)

***Аннотация.** В статье рассмотрен анализ проблемы доступности городской среды для МГН.*

***Ключевые слова:** доступная среда, безбарьерная среда, маломобильная группа населения.*

Организация городской среды имеет довольно сложную структуру. Объект городской среды должен отвечать определенным требованиям. В первую очередь, стоит выделить доступность этого объекта для всех категорий граждан.

Толерантное отношение к различным группам населения, и особенно к МГН, определяет уровень цивилизованности и развития государства. В современном мире, частью которого являемся все мы, уже есть место маломобильным гражданам, как полноценным членам общества. Для того чтобы люди, относящиеся к МГН, могли в полной мере являться полноправными членами общества, способными замещать рабочие места, им необходимо соответствующее образование, всестороннее развитие и социальное обслуживание. Обеспечение беспрепятственного доступа маломобильных граждан ко всем этим благам – очень важная задача, требующая решения на различных уровнях.

Основная цель данной работы состоит в том, чтобы провести анализ проблемы доступности городской среды для МГН. Задачи исследования: исследовать определения «маломобильные группы населения» и «доступная (безбарьерная) среда» в правовом аспекте; провести анализ опыта формирования доступной городской среды.

«Маломобильные группы населения; МГН – это люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении

услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве. К маломобильным группам населения для целей настоящего свода правил здесь отнесены: инвалиды, люди с ограниченными (временными или постоянными) возможностями здоровья, люди с детскими колясками и т. п.» [1].

В настоящее время имеются нормы проектирования зданий и сооружений, позволяющие беспрепятственно передвигаться маломобильным группам населения, проводятся конкурсы, соревнования, спартакиады и олимпиады инвалидов (параолимпиада в Сочи, 2014; спартакиада в Йошкар-Оле, 2019 и т. д.). Люди с инвалидностью заняты на производстве, в науке, в сфере IT-технологий и даже в социальной сфере.

Для более корректного отражения проблемы доступности объектов городской среды для МГН прибегнем к дедуктивному методу исследования, начав с положения в мире, плавно переходя к городу Йошкар-Оле и отдельным его объектам.

В Америке и Европе развитию данной темы уделяется очень пристальное внимание. В Великобритании закон об инвалидах, действующий и ныне, был принят еще в 1944 году. В 1961 году Соединенные Штаты приняли «Стандарт доступности зданий для инвалидов». ООН в 1975 году приняла «Декларацию о правах инвалидов» [2]. В 1982 году вышла в свет «Всемирная программа действий в отношении инвалидов», а в 2006 – «Конвенция о правах инвалидов». Все эти документы успешно воплощаются в жизнь, и сегодня в развитых странах люди, имеющие ограниченные физические возможности, чувствуют себя довольно комфортно. Главной характеристикой безбарьерной среды в развитых странах является её непрерывность.

В России пока существуют лишь обрывочные эпизодические элементы, помогающие инвалидам беспрепятственно передвигаться. В нашей стране на период с 2011 по 2020 разработана программа «Доступная среда». Цель Программы – создание правовых, экономических и институциональных условий, способствующих интеграции инвалидов в общество и повышению уровня их жизни. Главными задачами являются: обеспечение беспрепятственного доступа к социально значимым объектам, а также обеспечение равного доступа к профессиональному развитию и трудоустройству инвалидов.

Было принято довольно большое количество нормативно-правовых актов, в том числе и документы, помогающие вести деятельность по проектированию зданий и сооружений. Но в отличие от развитых западных стран, мы не выстроили непрерывной и стабильной инфраструктуры для МГН.

Продолжая детализацию проблемы, перейдем к городу Йошкар-Оле. В субъекте принимаются законы и программы, необходимые для точного следования государственным. «Обеспечение качественным жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения Республики Марий Эл на 2013–2025 годы». СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». Но существуют недочеты, которые могут быть выполнены формально или вообще не выполняются: слишком крутой или длинный пандус, невозможность передвижения по тротуарам и пешеходным дорожкам из-за высоких бордюров, неадаптированный вход в здание, отсутствие визуальных средств информации. Несложно заметить и то, что в новых зданиях доступность городской среды закладывается еще на стадии проектирования, тогда как реконструкцию имеющихся зданий зачастую не производят. В домах и учреждениях, которые проектировались и строились еще до того, как началось интегрирование МГН в общество, можно увидеть попытки создания доступной среды, предпринятые управляющими компаниями по просьбе жильцов или же самими жильцами, но эти конструкции и механизмы не соответствуют руководящим документам и довольно посредственно выполняют ту функцию, которая им предписывалась изначально. Об эстетике или долговечности таких устройств говорить вообще не приходится.

Проблема доступности объектов городской среды сегодня актуальна в том числе в городе Йошкар-Оле и требует, как можно более оперативного решения. Можно выделить такое решение данной проблемы, как предложение по созданию конструкции (механизма), позволяющей МГН беспрепятственно попадать внутрь здания. Главными характеристиками найденного решения должны оставаться унифицированность при установке на различных объектах без внесения существенных изменений в сам объект и дешевизна, позволяющая применять эту конструкцию (механизм) в массовом строительстве и реконструкции.

Литература

1. СП 35-101-2001 «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. Общие положения».
2. Скрипкин, П. Б. Существующие проблемы доступной среды маломобильных групп населения в России и странах мира и мероприятия по их устранению / П. Б. Скрипкин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru> (дата обращения 01.04.2021).

Копысов Д. В.

Научный руководитель: Бородов В. Е., профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРИЯ В ГОРОДЕ ЙОШКАР-ОЛЕ

***Аннотация.** Предложены варианты мест для проектирования стационарного современного планетария в городе Йошкар-Оле.*

***Ключевые слова:** астрономия, метеорология, планетарий, архитектурное наследие, экономическая целесообразность.*

Рассматривается задача выбора места для проектирования стационарного планетария в городе Йошкар-Оле

Прогресс не стоит на месте. Разумеется, это требует получения новых компетенций, в том числе и у молодого поколения в области астрономии и метеорологии. Для более полного получения молодежью этих знаний необходима соответствующая материальная база, которую очень сложно обеспечить в каждом учебном заведении по ряду причин: дороговизна, технически сложные приборы, обученный персонал и т. д. Для решения этих проблем строятся планетарии. Однако, ввиду низкой экономической отдачи на начальном этапе развития, проектирование таких объектов не носит массового характера. В России используют опыт западных стран, не вырабатывая собственных рекомендаций. Целью данной работы является выявление необходимости возведения стационарного планетария в городе Йошкар-Оле и выбор места для его проектирования. Задачи, рассматриваемые в данном контексте, будут сводиться к экономическому и социальному обоснованию такого проекта и предложению по его размещению в городе.

Рассмотрим областные центры Приволжского федерального округа. Характеристика будет дана по следующему принципу: количество молодежи до 18 лет (основной поток зрителей), наличие планетариев в городе, популярность данного заведения среди горожан. РИА «Новости», ссылаясь на медиаофис Всероссийской переписи населения – 2020, сообщает, что «Доля детей и подростков среди населения России достигла рекордного значения.». В России на 1 апреля 2020 года по данным Росстата проживало 146,7 миллиона человек. Из них 22,4% лиц до 18 лет. Эти данные мы возьмем за основу при подсчете числа молодежи.

Численность населения до 18 лет и наличие планетариев
в областных центрах ПФО

Город	Численность лиц, не достигших 18 лет	Наличие планетария	Ссылка на сайт
Пермь	236 409 чел.	есть	https://www.planetarium.perm.ru
Киров	116 110 чел.	есть	http://планетарий-киров.рф
Ижевск	145 185 чел.	есть	http://www.izhsky.ru
Нижний Новгород	280 501 чел.	есть	http://www.planetarium-nn.ru
Йошкар-Ола	61 536 чел.	нет	
Чебоксары	111 466 чел.	нет	
Казань	281 656 чел.	есть	http://planetarium-kzn.ru
Уфа	252 848 чел.	есть	http://ufaplanetarium.ru/
Саранск	71 817 чел.	нет	
Ульяновск	140 606 чел.	нет	
Пенза	520 300 чел.	не действ.	
Самара	259 092 чел.	нет	
Саратов	187 721 чел.	есть	http://www.sarplanetary.ru
Оренбург	572 188 чел.	нет	

Исходя из данных, представленных в таблице, можно заключить, что половина областных центров Приволжского федерального округа не имеет стационарных планетариев. В таблицу не вошли такие заведения, как: передвижные планетарии, минипланетарии в составе университетов, музеев, учебных центров, метеорологических станций и т. д. Связано это с тем, что в рамках данной статьи рассматриваются именно здания планетариев, как объекты архитектурного наследия. Строительство такого объекта в Йошкар-Оле было бы рациональным решением. Отсутствие планетария в Чебоксарах, близлежащем от Йошкар-Олы городе, позволит увеличить заинтересованность в столице Марий Эл хотя бы среди населения Чувашии. Как следствие, увеличится поток туристов, которые, пользуясь случаем, наверняка посетят и другие объекты города.

В городе Йошкар-Оле некогда действовал стационарный планетарий, построенный на личные средства Сергея Ивановича Вавилова, всемирно известного ученого-физика, президента академии наук СССР, жившего и работавшего в Йошкар-Оле в годы Великой Отечественной

войны. Однако, в силу обстоятельств, он был снесен в 2006 году. Сегодня его место в центре города пустует. Еще есть историческая память людей по локации размещения этого объекта, поэтому стоит рассматривать его, как вариант. Вторым местом для размещения нового планетария может служить площадка, на которой до 2011 года располагалась гостиница Йошкар-Ола. Это место значимо для горожан, хорошо запоминающееся, просматриваемо с нескольких сторон, имеет удобное расположение в плане досягаемости на общественном транспорте. Стоит рассматривать его как второй вариант. В качестве третьего варианта рассмотрим место в центральном парке культуры и отдыха города, где в 2007 году был заложен фундамент под строительство нового планетария.

Так как проектируемый объект имеет и научную, и образовательную, и зрелищную специфику одновременно, то для него стоит выбирать районы центра города, вписывая его в парки или скверы, тем самым формирующий архитектурный облик города. В состав планетария могут входить обсерватории с наблюдательными башнями для научной работы. То есть необходимо обеспечить комфортные условия для ведения такого рода деятельности. Тогда вполне оправдано и даже рекомендовано располагать подобные объекты на удалении 100 м от транспортных магистралей.

Исходя из вышесказанного проект планетария в Йошкар-Оле следует привязывать к месту в центральном парке города, что обеспечит транспортную и пешеходную досягаемость к объекту, комфортные условия для работы научных деятелей, а также подчеркнет архитектурную выразительность здания.

Литература

1. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
2. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».
3. СП 309.1325800.2017 «Здания театрально-зрелищные. Правила проектирования».
4. Планетарий в Йошкар-Оле разрушен по приказу Маркелова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mariuver.com/2013/05/14/planet-razr> (дата обращения 01.04.2021).

Коростей Н. А.

Научный руководитель: Кожина М. В., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КРОВЛИ

***Аннотация.** В статье рассматривается опыт использования плоских кровель в США и Канаде.*

***Ключевые слова:** кровельное покрытие, «зеленая кровля», преимущества экосистем.*

Основная функция кровли как верхней оболочки крыши, непосредственно подвергающейся атмосферным воздействиям – предохранять здание от проникновения атмосферных осадков. Она подразделяется на несколько видов: по использованию поверхности: неэксплуатируемая, эксплуатируемая; по расположению утеплителя в кровельном пироге – традиционная и инверсионная.

Изначально подразумевая под собой больше эстетическую красоту и являясь предметом роскоши, в настоящее время, эксплуатация кровли представляет собой в некотором роде потребность. Процесс использования полезной площади на крышах зданий и сооружений постоянно совершенствуется и реализуется в новых проектах.

Несмотря на то, что плоская кровля – это один из самых распространённых типов крыш в России, её функциональное использование, эксплуатация как дополнительного пространства полностью не реализуется и зачастую сталкивается с проблемами по ее устройству.

Причины, по которым рассматривается опыт США и Канады:

1. разнообразие кровельных систем на рынке;
2. качество выполняемых работ (в США гарантия на кровлю составляет до 30 лет). Законодательной ответственности подлежат как производитель материалов, так и подрядчик, благодаря чему производятся постоянные улучшения кровельного покрытия путем устранения имеющихся дефектов, а при монтаже кровли соблюдаются необходимые правила;
3. наличие национальной ассоциации кровельщиков. Возможность получить достоверную и полную информацию о производителях и их кровлях;

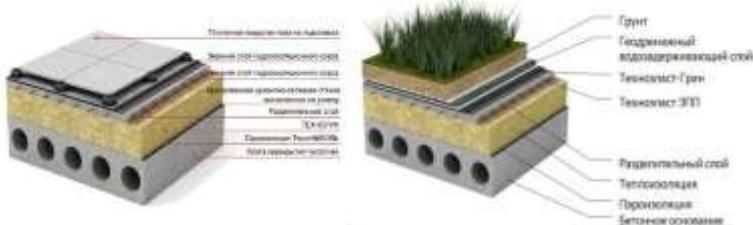
4. внедрение системы TQM (полного контроля качества). Ответственность за выполненную работу возлагается на всех участников.

5. большая база публикаций на кровельную тематику. Возможность составить объективное мнение о существующих в этих странах проблемах и путях их решений.

В США при устройстве плоских кровель стяжки часто выполняют из водостойкого гипса; достоинством их является быстрота схватывания, что позволяет через короткий промежуток времени приступить к наклейке рулонного гидроизоляционного ковра. Для придания гипсовому раствору водостойкости в него добавляют доменный гранулированный шлак, пуццолановый цемент и другие материалы, а для замедления схватывания – пластифицирующие добавки.

Устройство эксплуатируемой кровли требует укрепления «пирога». Поэтому она имеет следующую конструкцию:

- железобетонное основание;
- пароизоляция;
- жесткий утеплитель (каменная вата, пенополистирол, пеностекло);
- гидроизоляция;
- дренаж (чаще всего керамзит или щебень).



Устройство эксплуатируемых кровель

Верхние слои различаются в зависимости от функциональности кровли. Если плоская кровля будет эксплуатироваться как прогулочная зона или парковка, к ее основной толщине добавляются песчаное покрытие и тротуарная плитка. Если же планируется разбить сад или цветник, на «пирог» укладываются плодородный грунт и уже выше – растительный покров.

Использование «зеленых крыш» способствует восстановлению разрушенной экосистемы городов, а также является дополнительной защитой от шумов, снижает потребность в летнем охлаждении и зимнем отоплении здания и, наконец, уменьшает количество осадков, путем удержания их в своей толще до возвращения в атмосферу либо значительно замедляет их сток.

Выводы. Зачастую плоские кровли в России имеют протечки, что приводит к постоянным ремонтным работам, иногда по настоянию жильцов крыши достраивают либо перестраивают в многоскатные. Эксплуатируемые кровли – это шанс использовать максимум площадей при минимуме дополнительных финансовых и временных затрат. Являясь уникальной изюминкой дома, они не только способствуют сохранению зеленых территорий, но также являются местом проведения досуговой деятельности, поэтому необходимо уделять особое внимание устройству плоской кровли. Ввиду того, что климатические условия Канады аналогичны условиям средней полосы России и ее северной части, а условия центральной и южной части США – с югом России, в статье рассматривается зарубежный опыт именно этих 2-х стран.

Литература

1. Richard, K. S. Green Roof Ecosystems / K. S. Richard. – 1. – USA : Springer International Publishing, 2015. – XII, 447 с.
2. Еропов, Л. А. Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий / Л. А. Еропов. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2014. – 248 с.

УДК 721

Кренева В. А.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗОНА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОВОРКИНГА В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ШКОЛЫ

***Аннотация.** В статье рассмотрены рекомендации по зонированию школьного пространства.*

***Ключевые слова:** инновационная школа, зона коворкинга.*

В современном мире развитие образовательной среды требует педагогических инноваций и новых методик в организации образовательной деятельности. Для модернизации школьного пространства интересной является модель организации коворкинг-зоны в школьном пространстве. Создать такое пространство невозможно без инфраструктурных изменений школьного здания.

В коворкинге нет жестких границ: можно свободно перемещаться и передвигать мебель, за считанные минуты изменяя пространство. Это мобильная среда, где каждый может занять любое свободное место, выполнить домашнее задание, подготовить доклад или просто пообщаться и отдохнуть.

Лучшим из вариантов, на мой взгляд, для расположения зоны коворкинг является создание зоны образовательного пространства в коридоре учреждения с целью объединения обучающихся школы в одну коворкинг-команду для общения и творческого взаимодействия.

Идея объединенного пространства заключается в создании творческой зоны для расширения образовательного пространства школы, в которых обучающиеся получают возможность работать над общими проектами и развивать компетенции XXI века в ходе творческого взаимодействия.

В общем, зона коворкинга – это трансформируемая зона. Создавать такую среду в школе нужно таким образом, чтобы дети могли использовать все пространство и чувствовать себя в нем уверенно. Важно показать школьникам, что они сами могут преобразовывать среду, в которой учатся, исходя из поставленных задач.

Отмечу несколько советов, которые помогут грамотно оформить современное образовательное пространство в школе.

1. Зонирование. Чтобы школьникам и преподавателям было комфортно заниматься, важно разделить пространство на отдельные зоны. Данное пространство можно условно разбить на три зоны: интерактивная, презентационная и зона отдыха.

В интерактивной зоне создаются условия для работы, общения и коллективного творчества. Зона оснащается мебелью, стеллажами, оргтехникой. Рабочее пространство должно быть организовано таким образом, чтобы для каждого желающего нашлось место.

В презентационной части проводятся лекции, семинары и мастер-классы. Эта часть коворкинга должна быть оборудована проектором или интерактивной доской для публичных выступлений.

Зона отдыха – это место, где школьники и педагоги могут отдохнуть в перерывах между занятиями. Эту зону лучше отгородить от других, оснастить мягкой удобной мебелью, стеллажами с книгами и настольными играми. Важно создать спокойную, располагающую к отдыху атмосферу.

2. Мебель-трансформер. Она помогает школьным кабинетам подстраиваться под разные задачи. Рабочие места можно организовать как для выполнения командной работы, так и для самостоятельных занятий. Когда потребность в дополнительных рабочих местах отпадает, столы и стулья компактно накладываются друг на друга, а мебель на колесах передвигается в сторону, освобождая место для другой деятельности.

3. Роль цвета. Разделив школьные кабинеты на зоны, хорошим решением может стать выделение их разными цветами. Это обозначит границы и создаст нужный психологический настрой. Яркая мебель в интерьере также выглядят привлекательно. Ученики могут сами решать, в какой зоне им комфортнее находиться и таким образом регулировать свое состояние.

В качестве примера хотелось бы привести изученные мной инновационные школы как отечественные, так и зарубежные.

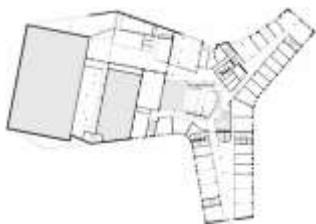


Рис. 1. Школа «Летово»

Одним из крупнейших отечественных проектов (рис. 1) является школа «Летово» – это отдельный город со своей инфраструктурой, ритмом, энергией. Центральное ядро школы – это трансформируемое пространство, которое может быть школьной рекреацией, актовым залом или изолированной аудиторией. Большой витраж южного фасада и зенитные фонари в кровле обеспечивают пространству максимум дневного света.



Рис. 2. Гимназия Ørestad

Прекрасным примером школьной коворкинг-зоны может послужить гимназия Ørestad – это один гигантский класс (рис. 2), где 358 учеников обучаются в большом стеклянном кубе. В школе надеются, что с помощью таких открытых пространств, ученики будут больше общаться между собой, сотрудничать, что будет в итоге способствовать развитию креативного и вариативного мышления.

В образовательной организации коворкинг – это зона обучения в сотрудничестве, зона взаимодействия и развития способностей обучающихся. Помимо комфортного места для учебы, здесь созданы возможности для общения, обмена опытом и даже отдыха., и главной задачей данного исследования – донести, что зона коворкинга – это место, где дети могут учиться, общаться друг с другом, обмениваться мнениями и отдыхать.

Современное учебное пространство – один из ресурсов повышения качества образования. Это возможность для поиска и получения знаний через знакомство с новыми людьми. В таком месте можно встретить и учеников, и педагогов, которые могут помочь в решении учебной или жизненной задачи.

Литература

1. Инновации. Оснащаем школы и ДОУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://n-72.ru/company/news/sozdaem_transformiruemuyu_obrazovatelnyuyu_sredu_v_shkole/.
2. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/administirovanie-shkoly/library/2017/06/23/kovorking-zona-kak-primer-modernizatsii-shkolnogo>.
3. Режим доступа: <https://infourok.ru/proekt-po-sozdaniyu-kovorkingzoni-free-communication-3861362.html>.

УДК 721.012.1

Леухина А. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

РЕЛЬЕФ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР В АРХИТЕКТУРЕ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** Объектом исследования является вопрос влияния рельефа на проектирование зданий. Проанализируем, как особенности рельефа влияют на проектное решение архитектора, как используются с точки зрения функциональности. Сделаем вывод, что особенности выбранного участка играют огромную роль не только для внешнего вида здания, но и для его назначения.*

***Ключевые слова:** рельеф, архитектурные проекты, архитектура.*

Рассматривается задача определения влияния рельефа на проектирование зданий.

В проектной практике редко встречается идеальный рельеф на выбранном участке. Поэтому непосредственно перед проектированием того или иного сооружения стоит продумать все моменты, которые могут положительно или отрицательно повлиять на решение архитектора. Именно тщательный анализ местности является одной из важнейших стадий работы. Для успешного проекта необходимо знать не только размеры участка и его особенности, но и количество зеленых насаждений, наличие транспортных коммуникаций, а также положение участка относительно сторон света. Кроме того, стоит подумать и о том, как будущий проект будет вписываться в окружающую среду.

При наличии рельефа, стоит рассматривать принципы, при которых здание будет взаимодействовать с ландшафтом – поляризация и интеграция.

Поляризация – это тип взаимодействия, при котором весь объем сооружения будет отрываться от земли. В таком случае поверхность земли остается нетронутой, а вся нагрузка приходится на опоры и колонны. Поляризация подразумевает минимальную площадь соприкосновения объекта и земли. [1].

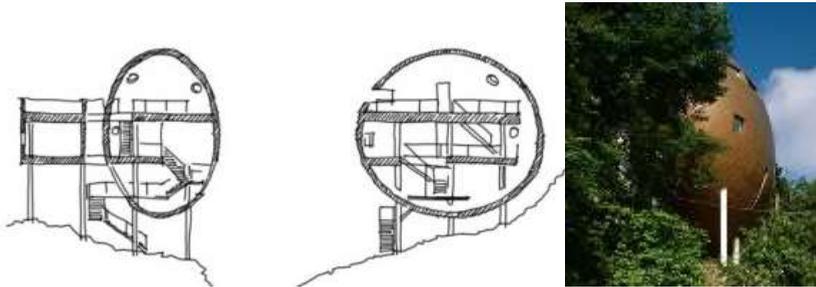


Рис. 1. Пример поляризации. Вилла Мэй-боу

Вилла Мэй-боу архитектора Сатоши Окада является ярким примером поляризации. Архитектору понадобилось поднять здание над землей по нескольким причинам. Во-первых, ветер, который возникал в результате перепада температур на вершине и у подножия горы, должен обтекать здание. Во-вторых, необходимость оторвать здание от земли была обусловлена плохой видимостью из-за наличия высоких деревьев вокруг. В-третьих, туман создавал дополнительную влажность в помещениях. В-четвертых, это облегчало задачу уборки опавших листьев. [1]

Интеграция – это тип взаимодействия, при котором здание «растворяется» в природном ландшафте, вписывается в окружающую среду. Основным приемом интеграции можно назвать подчинение здания особенностям рельефа. Еще один прием интеграции – повторение форм, которые мы часто встречаем в окружающей среде. Усилить интеграцию можно с помощью естественных материалов, таких как камень, дерево. [1].

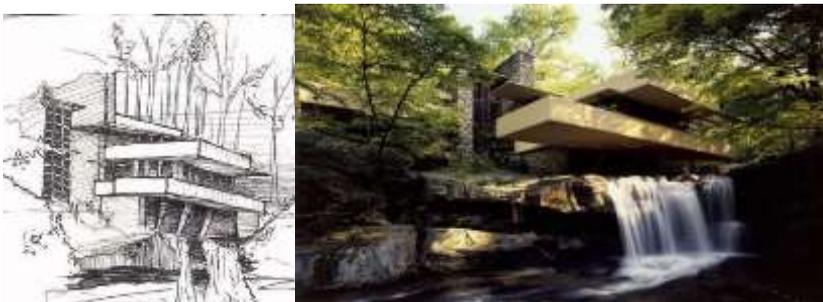


Рис. 2. Пример интеграции. «Дом над водопадом»

«Дом над водопадом» архитектора Фрэнка Ллойда Райт – отличный пример интеграции сооружения в природный ландшафт. Стоя на скалах, этот дом будто бы является частью окружения. Но помимо красивого внешнего вида здание имеет ряд недочетов, которые могут привести его к гибели. Во-первых, необходимо было установить опоры для здания, потому что бетонная консоль давала определенную нагрузку и ее армировали, но даже так, практически сразу дом начал оседать и появилась трещина. Во-вторых, из-за близкого расположения к водопаду в доме стала появляться плесень. По этой причине жилище прозвали «Всходящая плесень». [2].

Сейчас архитекторы при проектировании зданий уделяют огромное внимание рельефу, поскольку он может оказать негативное влияние на здание, если упустить факторы, влияющие на строительство объекта и его дальнейшее использование.

Литература

1. Соколов, Д. Особенности проектирования домов на рельефе / Д. Соколов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.magazindomov.ru/2013/08/01/osobennosti-proektirovaniya-domov-na-relefe/> (дата обращения 31.03.2021).
2. Грей, К. «Дом над водопадом» Фрэнка Ллойда Райта / К. Грей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/interior/dom-nad-vodopadom-frenka-lloyda-rajta/> (дата обращения 31.03.2021).

Николаева С. В.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛА

***Аннотация.** В статье рассмотрены методы производства стекла и организации пространства предприятия.*

***Ключевые слова:** переработка стекла, проектирование промышленного здания.*

Рассматривается зарубежный опыт проектирования и строительства предприятия по переработке и производству стеклотары.

Проблемы переработки мусора, в том числе стеклотары, в современное время стоит очень остро.

Цель исследования состоит в том, чтобы разработать предприятие, которое бы оптимизировало расход вторичного сырья и минимизировало воздействие на окружающую среду. В данной работе проведен анализ зарубежных промышленных предприятий.

Зарубежный опыт переработки стекла

Во многих странах весь мусор сортируют и собирают отдельно. Затем он после переработки возвращается в производство. В Бельгии бизнес по сбору отходов стекла идет с разделением по цвету. Швейцария занимает второе место в Европе по вторичной переработке стекла. Для уменьшения переработки стеклянных бутылок в данных странах принят закон о залоговой стоимости и обязательной маркировке выпускаемой тары. Существует план: после возврата бутылки выплачивается ее залоговая стоимость. Это естественным образом исключает использование одноразовой тары, залог на которую не возвращается. В Дании также существует налог на всю новую тару. За сдачу стеклянных бутылок налог возвращается. Возле каждого супермаркета стоят специальные автоматы приема таких бутылок, что по плану правительства, позволяет использовать стеклотару не один раз.

Основные методы производства стекла

Изготовление стекла представляет собой сложный технологический процесс, основанный на знании химических формул и требующий больших инвестиций. Классический способ базируется на плавке исходного сырья с добавлением усилителей, красителей, глушителей и обесцвечивателей. Полученную массу охлаждают, чтобы не было мелких кристаллов. Она должна объединиться в монолит.

Флоат-метод. Название метода происходит от английского слова «float» – «плавать». Суть данного способа – жидкая стеклянная субстанция после печи принимает горизонтальное положение.

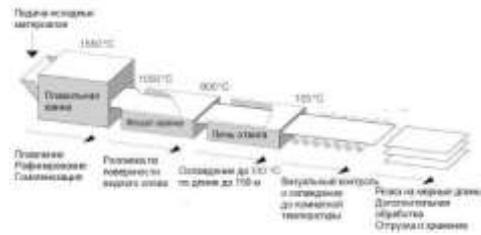


Рис. 1. Производство флоат-стекла

На плоской установке она помещается во флоат-ванну с расплавленным оловом и газовой атмосферой. Вещество плавает по поверхности, принимает форму и впитывает микроскопические частицы олова.

Далее продукт остужают и отжигают. Данный продукт не нужно шлифовать – он сразу получается гладким.

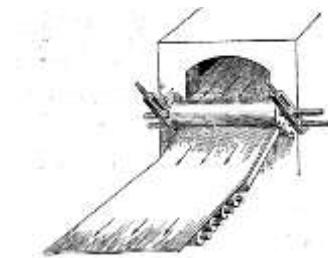


Рис. 2. Схема получения толстого листового стекла по методу непрерывного потока

Метод Эмиля Фурко. Предполагает вертикальную машинную вытяжку материала. Стекло подвергается плавлению в стекловаренной печи, затем полученная жидкая стекломасса вытягивается с помощью прокатных валов, перемещается в шахту охлаждения и распределяется на куски. На заключительном этапе лист шлифуется и полируется. Толщина изделия зависит от скорости вытягивания. Этот способ получил название – «вытянутое стекло».

Проектирование завода по переработке стекла напрямую зависит от технической оснащенности предприятия, от выбора технологии производства, размеров установок и складских помещений.

Зарубежный опыт проектирования и строительства промышленных зданий.



Рис. 3. Тепловая электростанция Copenhill в Копенгагене

Кроме того, в фасад Copenhill интегрирована самая большая в мире стена для скалолазания.

На работу архитектора влияют множество факторов, например, функция производства, от нее на прямую зависит внешний вид здания, его функциональное зонирование и планировка помещений. При проектировании стелоперерабатывающего завода следует взять за основу технологию производства, так как габаритные размеры печей, складских помещений будут определять объем здания. В наше время очень важно уделять внимание экологичности здания, использовать материалы, которые не вредят природе на этапе производства и в самом процессе работы. Стекло – один из самых экологичных материалов, оно может служить как внешней ограждающей конструкцией, так и в качестве перегородок внутри помещения. Его можно перерабатывать неоднократно без большого выброса загрязняющих веществ. Кроме экологичности, в здании можно использовать приемы, которые помогут взаимодействовать зданию с окружающим ландшафтом, как это сделали на тепловой электростанции в Копенгагене. В этом случае здание принесет не только прибыль владельцам, но и будет служить общественным пространством для отдыха.

Предлагаю рассмотреть тепловую электростанцию в Дании. По оценкам Architectural Digest, тепловая электростанция Copenhill в Копенгагене была одним из самых ожидаемых зданий 2018 года. Но для публики ее открыли только в октябре 2019 года. Уникальность проекта станции заключается в том, что эта большая электростанция, работающая на отходах, представляет собой не только промышленный объект, но и многофункциональное общественное пространство. Его крыша с одной стороны организована как искусственный лыжный склон, с другой – как масштабный парк с тропинками для пеших прогулок. Кроме

Литература

1. Юдин, Н. А. Технология стеклотары и сортовой посуды: учебник для техникумов / Н. А. Юдин, Ю. А. Гуляян. – М.: Стройиздат, 1977. – 335 с.
2. Гуляян, Ю. А. Технология стекла и стеклоизделий / Ю. А. Гуляян. – Владимир: Транзит – Икс, 2003. – 480 с.
3. Электронный журнал «ARCHITIME.RU»/ «Топ-10 необычных промышленных зданий»: https://www.architime.ru/specarch/top_10_industrial_architecture/factory.htm. (дата обращения 01.10.2020).

УДК 721

Смышляева А. П.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ВЕТЕРИНАРНОГО ЦЕНТРА

***Аннотация.** В статье рассматриваются принципы архитектурно-пространственной организации современного ветеринарного центра. При проектировании многофункционального ветеринарного центра необходимо учитывать принцип функционального зонирования, принцип учета потребностей животных, принцип учета интересов людей и их питомцев, принцип художественного оформления.*

***Ключевые слова:** принципы архитектурно-пространственной организации ветеринарного центра, проектирование многофункционального ветеринарного центра.*

Рассматриваемая задача – выявить основные принципы архитектурно-пространственной организации современного многофункционального ветеринарного центра.

Проблема создания архитектурного образа ветеринарного центра в настоящее время очень актуальна. Общество нуждается в создании клиники для животных, отвечающей современным требованиям архитектуры и дизайна. Проектирование ветеринарного центра требует тщательно продуманной среды, с точки зрения его функциональности, создания комфортного пространства, как для людей, так и для их питомцев.

Можно выделить основные факторы, влияющие на архитектурно-пространственную организацию ветеринарного центра: социальные, градостроительные, функциональные и экологические.

Социальные факторы. При проектировании ветеринарных центров необходимо учитывать потребность людей в лечении, уходе и обзоре животных, в реализации познавательных, рекреационных и эстетических целей посетителей.

Градостроительные факторы. При проектировании ветеринарного центра необходимо учитывать градостроительную и ландшафтную ситуацию. Основопологающим фактором для проектирования является площадь территории, отведенной под ветеринарный центр. Большая площадь позволяет создавать многофункциональные ветеринарные центры с развитой прилегающей территорией. На малых же площадях ветеринарный центр будет иметь ограничения по функциональному оснащению.

Функциональные факторы. На планирование территории ветеринарного центра в первую очередь влияет его направленность. Для комфортного нахождения посетителей и животных на территории центра необходимо создать естественную среду. Ветеринарный центр может быть многофункциональным (лечебница, гостиница для животных, груминг-салон, выставочные залы) или иметь узкую направленность (например, лечение опорно-двигательного аппарата у животных с последующей их реабилитацией).

Экологические факторы. В основе фактора лежит учет охраны окружающей среды, учет потребностей животных, находящихся в ветеринарном центре.

На основе анализа основных факторов, влияющих на архитектурно-пространственную организацию ветеринарного центра, можно выделить принципы проектирования современного ветеринарного центра. Оптимальная архитектурно-пространственная организация ветеринарного центра осуществляется с помощью следующих принципов: принцип функционального зонирования, принцип учета потребностей животных, принцип учета интересов людей и их питомцев, принцип художественного оформления.

Принцип функционального зонирования. Примерами зонирования ветеринарного центра являются функциональность, необходимость в зрительной и звуковой изоляции. Архитектурно-планировочная композиция ветеринарного центра должна включать в себя основные функциональные зоны: зона главного входа с зоомагазином и аптекой, зона лече-

ния животных, зона гостиницы и стационара, зона выставочных и лекционных залов, административная и хозяйственная зоны, также парковая территория для выгула собак. Неотъемлемой частью принципа зонирования является шумоизоляция. Кроме собственного шума, на ветеринарный центр действуют внешние шумы – городской и от ближайших дорог. Под влиянием шума животные могут испытывать стресс (учащение дыхания пульса, повышение температуры тела). В качестве шумоизоляции можно использовать периметральное озеленение, шумопоглощающие ограждающие конструкции. Зрительная изоляция необходима для изоляции животных, находящихся в стационаре и гостинице, от людей и от других животных. Она достигается путем использования вольеров и специальных клеток.

Принцип учета потребностей животных. Современный ветеринарный центр – это место, где животные будут проводить определенную часть своей жизни, поэтому необходимо создать максимально комфортную среду для их физического и психического здоровья животных.

Принцип учета интересов людей и их питомцев. Архитектурно-пространственная организация ветеринарного центра должна предоставить посетителям и их питомцам возможность осуществить лечебные, познавательные, воспитательные цели. Возможна организация детского контактного зоопарка для развития любви и доброты к животным.

Принцип художественного оформления. Для восприятия эстетического образа среды нахождения животных необходимо соответствующее художественное оформление экстерьера и интерьера ветеринарного центра. Декорирование – это важный элемент организации архитектурной среды. Особенно важно создать комфортную среду в помещениях длительного нахождения животных, таких как гостиница, стационар и выставочные залы.

Литература

1. Нормы технологического проектирования ветеринарных объектов для городов и иных населенных пунктов, НТП-АПК 1.10.07.002-02.
2. Мировой опыт проектирования ветеринарных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/article/benchmarking-animal-centers>.
3. Соснова, О. В. Развитие архитектурных решений создания ветеринарных комплексов / О. В. Соснова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – №5-1 (49). – С. 100-103.

Сомина К. Ю.

Научный руководитель: Гудкова С. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОВОЕ ДЫХАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Аннотация. Представлены тенденции развития промышленной архитектуры.

Ключевые слова: промышленное здание, архитектура, производство, фасады, функционально-планировочное решение.

Любая промышленная зона для людей – это серая угрюмая часть городского пространства, мимо которой лучше пройти как можно быстрее, а то и вообще туда не заглядывать. Все привыкли видеть заводы, фабрики и другие строения с подобными функциями в виде безликих прямоугольных зданий.

В начале 2000-х годов архитекторы начали создавать проекты для промышленной зоны, придавая таким постройкам новый вид и даже новые функции. Анализ современного состояния промышленной архитектуры показал, что архитекторы в процессе проектирования промышленных сооружений решают следующие задачи: выбор оптимального функционально-планировочного решения и образное решение здания на основе применения современных материалов. Также большое внимание уделяется архитектуре внутреннего пространства производственных зданий, в частности функциональной окраске строительных конструкций и технологического оборудования. Теперь и в разных странах планеты появляются промышленные здания, которые становятся шедеврами архитектуры и даже искусства.

Преобразование архитекторами промышленных предприятий из отталкивающих серых коробок в привлекательные по внешнему виду постройки только набирает обороты. Исследования показали, что авторы смело прибегают к созданию контрастов между дизайном фасада, окружающей средой и прямыми функциями здания, добавляя всё новые возможности дополнительного использования подобных построек для нехарактерных ранее предназначений.

Офисные корпуса всё больше удивляют креативностью дизайнерской мысли. Чаще всего для них разрабатывается такой вариант проекта, когда внешний облик здания отражает функциональную направленность той

или иной фирмы, располагающейся внутри. В этом случае архитектор намеренно уходит от тематики и создаёт абсолютно противоположную форму, ассоциативно не связанную с работой компании.

На первое место можно выдвинуть проект голландского мастера Эрика Ван Эгераата, разработанный для датского города Роскилде. Масштабность заключается в совмещении сразу нескольких функций завода: переработка отходов, поступающих практически со всей Дании и граничащих стран, производство тепловой энергии и электричества.



Рис. 1. Перерабатывающий завод (Дания)

Уникальным также является дизайн фасада, так как состоит он из двух слоёв. Первый – является климатическим барьером, второй – придаёт заводу современный вид жилой многоэтажной постройки. Отделка состоит из алюминиевых плит цвета умбры, в которых вырезаны круглые отверстия, подсвечивающиеся ночью. Свет в этом проекте стал символическим элементом, изображающим процесс производства энергии, вследствие чего весь фасад несколько раз в час освещается горящим пламенем, затем, когда такой «огонь» угасает, здание напоминает тлеющий уголь.

Другим примером нетрадиционного подхода к решению фасада является винодельня Faustino. Традиционный для Испании вид производства как виноделия нашёл своё место в футуристической постройке, сверху напоминающей космический корабль из фильмов об инопланетных нашествиях. Такое ощущение создаётся за счёт окружающего её открытого пространства с полями.



Рис. 2. Винодельня «Faustino» (Испания)

Производственный центр площадью 34 500 кв. м, где производится сборка автомобилей McLaren Automotive. Появление нового завода также поспособствовало созданию большого количества квалифицированных рабочих мест.



Рис. 3. Производственный центр «McLaren Automotive» (Лондон)

Современный производственный центр McLaren экологически эффективен и расположен к юго-западу от существующего технологического центра. Эти два здания соединены подземным переходом, вход в который имеет форму круга, как и технологический центр. Как производственный объект, здание по своей сути является очень гибким, с широкими пролетами между колоннами и полностью интегрированными процессами. Линейная планировка двухэтажного цеха обусловлена потоком производственной линии: компоненты доставляются, автомобили собираются, окрашиваются и тестируются, и, прежде чем покинуть здание, проходят через прокатную дорогу и автомойку.

Архитектура – это дисциплина, управляющая процессом организации среды, и будь то вилла, торговый центр, завод или город, необходимы специалисты, способные организовать качественное внутреннее пространство и внешний облик объектов. Архитектура промышленных зданий работает в тесном контакте с конструктивом и технологией, обеспечивая максимально эффективное рабочее пространство, комфортную среду, эстетичный экстерьер. Тем более что при грамотной работе архитекторов-проектировщиков вполне возможно создать синергию архитектурных качеств с инфраструктурой производства. Если представим себе промышленные зоны в виде достопримечательностей, которыми будут интересоваться туристы, то у нас сейчас есть уникальный шанс начать новую главу в истории российской промышленной и многофункциональной архитектуры.

Архитектура – это дисциплина, управляющая процессом организации среды, и будь то вилла, торговый центр, завод или город, необходимы специалисты, способные организовать качественное внутреннее пространство и внешний облик объектов. Архитектура промышленных зданий работает в тесном контакте с конструктивом и технологией, обеспечивая максимально эффективное рабочее пространство, комфортную среду, эстетичный экстерьер. Тем более что при грамотной работе архитекторов-проектировщиков вполне возможно создать синергию архитектурных качеств с инфраструктурой производства. Если представим себе промышленные зоны в виде достопримечательностей, которыми будут интересоваться туристы, то у нас сейчас есть уникальный шанс начать новую главу в истории российской промышленной и многофункциональной архитектуры.

Литература

1. Дятков, С. В. Архитектура промышленных зданий: учеб. пособие для строит. вузов / С. В. Дятков. – М.: Высшая школа, 1976. – 464 с.
2. Названы самые необычные заводы в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://starosta.homegate.ru/post/6224>.

Сульдина Д. О.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. архитектуры, доцент
Поволжский государственный технологический университет

«ЗЕЛЁНЫЕ» СТАНДАРТЫ BREEAM И LEED И СЕРТИФИКАЦИЯ В РОССИИ

Аннотация. В статье рассматриваются системы сертификации, которые используются в России. Рассматривается суть стандартов BREEAM и LEED, а также какие крупные эко-сооружения уже возведены в России.

Ключевые слова: система сертификации, экологическая эффективность здания, категории оценки, стандарты.

BREEAM

Метод оценки экологической эффективности зданий, разработанный в 1990 году в Великобритании. Работу стандарта курирует центр сертификации BRE Global – (The Building Research Establishment, Исследовательский институт по строительству).

В стандарте 9 категорий:

1. контроль и управление проектом,
2. здоровье и комфортная среда,
3. потребление электроэнергии,
4. доступ к транспорту,
5. вода,
6. природные материалы,
7. степень загрязнения,
8. землепользование и экология,
9. утилизация отходов.

Чтобы стандарты BREEAM отражали последние исследования в области строительной науки, их регулярно пересматривают и обновляют. Рейтинг сертификата состоит из 5 оценок и проводится в 2 этапа: на стадии проектирования и по завершении строительства.

Стандарты BREEAM гарантируют снижение негативного воздействия на окружающую среду, не игнорируя при этом социальные и экономические выгоды.

Рейтинг	Количество набранных баллов, %
Сертифицирован	IV 30
Хорошо	IV 45
Очень хорошо	IV 55
Отлично	IV 70
Великолепно	IV 85

LEED

Система сертификации, разработанная в 1998 году Американским Советом по экологическому строительству (USGBC) при участии национального правительства, строительных фирм и компаний, специализирующихся на энергосбережении.

LEED предлагает 7 категорий оценки:

1. выбор площадки и доступность общественного транспорта;
2. экономия потребления воды;
3. энергосбережение;
4. материалы и ресурсы;
5. качество среды в помещении;
6. региональный приоритет и комплексность;
7. инновации в проектировании.

С момента появления стандарты LEED стали более строгими и теперь включают рейтинговые системы для оценки различных типов зданий: например, новое строительство (BD+C), коммерческие интерьеры (ID+C), строительные работы и техническое обслуживание (O+M) и т. д.

Система рейтинга LEED помогает создавать жилые помещения повышенного комфорта, обеспечивает чистый воздух в помещении и достаточное естественное освещение, оптимизирует потребления электричества и воды. Например, дома, сертифицированные по LEED, потребляют на 20-30% меньше электроэнергии, что снижает расходы на коммунальные услуги и, следовательно, уменьшает воздействие на окружающую среду.

Рейтинг	Количество набранных баллов, %
Сертифицирован	40-49
Серебро	50-59
Золото	60-69
Платина	≥ 80

Строительство «чистых» зданий, в соответствии с критериями BREEAM или LEED ставит задачи минимального воздействия на окружающую среду, оптимизации использования ресурсов и правильного удаления отходов как во время строительства здания, так и его эксплуатации. Закономерно растет спрос на такие строительные объекты, в том числе в России.

В России «корочку» от BREEAM получили 60 объектов недвижимости и около полусотни собирают документацию на получение сертификата. По системе LEED в России выдано 12 сертификатов и более 40 архитектурных сооружений подали свою заявку на получение. Среди сертифицированных зданий – бизнес-центры Ducat Place III и «Japan House», «Гиперкуб» в Сколково, вокзал «Адлер» и Большой ледовый дворец в Сочи, офис «Сименс», Passive House в Южном Бутово и многие другие.

Получение сертификатов подтверждает ответственные методы строительства и повышает репутацию всех участников проекта, да и самого объекта строительства. Так что спрос на «зелёные» проекты по международным стандартам BREEAM и LEED будет расти и дальше.

Литература

1. Иванова, К. А. «Зеленые» стандарты в строительстве / К. А. Иванова, А. С. Журенкова // Молодой ученый. – 2016. – № 9.1 (113.1). – С. 31-34. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/113/29050/> (дата обращения 02.04.2021).
2. Шарипова, С. Г. Зелёное строительство в Российской Федерации / С. Г. Шарипова, Я. О. Демина // Молодой ученый. – 2016. – № 9.1 (113.1). – С. 62-64. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/113/29062/> (дата обращения 02.04.2021).

Уракова А. А.

Научный руководитель: Нестерова И. М., доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

***Аннотация.** Анализ актуальности существующих учреждений дополнительного образования.*

***Ключевые слова:** адаптивность, учреждения дополнительного образования, объемно-планировочное решение, функциональная наполненность.*

Современный мир всё быстрее и быстрее развивается, как и все аспекты человеческой жизни. Одним из фундаментальных является образование. Особую нишу в этой системе занимают учреждения дополнительного образования. От этого этапа жизни часто зависит выбор будущей профессии.

В связи с появлением новых тенденций в образовательной системе и современной архитектуре, стало необходимым пересмотреть подход к решению объемно-планировочной структуры. При создании таких важных объектов необходимо учитывать адаптивность к текущим изменениям.

В данный момент многие школы дополнительного образования по своему функциональному наполнению не актуальны для подрастающего поколения, что снижает интерес и посещаемость таких учреждений. Все необходимые знания, ранее доступные только в школах дополнительного и профессионального образования, сейчас имеются в общем доступе. Это приводит к необходимости создания новых форматов организации, учитывающих новые приоритеты. [1].

Для того чтобы более подробно разобрать этот вопрос, необходимо проанализировать существующие примеры учреждений дополнительного образования.

Детская школа искусств им. Г. В. Свиридова в г. Губкинский, Ямало-Ненецкий автономный округ. Новое здание было введено в эксплуатацию в апреле 2014 года, тогда же школе присвоено имя русского композитора

Георгия Васильевича Свиридова. В школе обучаются более 500 учащихся от пяти до 18 лет по направлениям музыкального и хореографического искусств.

Школа искусств представляет собой трехэтажное здание необычной архитектурной формы с эксплуатируемым цокольным этажом, общей площадью более 6900 квадратных метров. Состоит из двух прямоугольных корпусов, которые соединены центральным атриумом, где разместились библиотека и киноконцертный зал. Верх атриума венчает декоративный металлический купол.

Левое крыло школы также выполнено с применением нестандартных архитектурных решений: корпус в виде остекленного конуса включает малый зал для показательных выступлений и музыкальные классы.

В зданиях размещены административные помещения, 42 оборудованных учебных кабинета, библиотека, гардероб, раздевалки, душевые, санитарные комнаты, три хореографических и два оркестровых зала, малый и большой концертные залы, студия звукозаписи, артистические и костюмерные комнаты. Учебные кабинеты в полной мере оснащены техническими средствами обучения и школьной мебелью. Классы хореографии оборудованы хореографическими станками, зеркалами, полы покрыты сценическим профессиональным линолеумом.

На территории обустроены удобные летние концертные площадки.

В школе дети обучаются на отделениях – хореографическом, фортепианном, народных инструментов, духовых и ударных инструментов, струнных инструментов, сольном академическом пении. С 2019 года открыто театральное отделение. [2].

Культурный центр ЗИЛ. Здание в стиле конструктивизма с богатой историей и уникальными площадками, построенное по проекту архитекторов братьев Л. А., В. А. и А. А. Весниных в 1930-1937 гг., является памятником культурного наследия регионального значения.

Дворец культуры до 2008 г. был частью АМО «Завод имени И. А. Лихачева». В феврале 2012 г учреждение предоставили Департаменту культуры г. Москвы. Культурный центр расположен в общественно-деловой зоне города и бывшей производственной. Площадь застройки комплекса составляет 3 га, а общая площадь дворца – 23 000 м². Благодаря своим масштабным пространствам ЗИЛ вмещает в себя классы и помещения для обучения по 42-м различным тематикам в области искусства и науки. Для внедрения новых образовательных тематик в ЗИЛе были перепрофи-

лированы некоторые из его помещений. Культурный центр предоставляет своим посетителям возможность большого выбора образовательных программ.

На сегодняшний день дворец культуры представляет многофункциональный современный культурный центр. Здесь организуют перформансы, выставки, лекции, спектакли, концерты и мастер-классы в разных областях искусства, культуры и науки.

Стимулирование творческой энергии посетителей для развития интеллектуального и личностного потенциала – одна из основных задач Культурного центра ЗИЛ.

По результатам анализа Дворца культуры ЗИЛ можно заключить, что многочисленные рекреационные пространства и учебные студии центра комфортны для работы, учебы и просто пребывания. Перепрофилирование помещений прошло наиболее удачно, не утратив важности и смысла связи функций этих помещений. Форма студий и пространств в большинстве случаев соответствует их функции. Колористические решения спокойные, нейтральные, их выбор не является случайным, несмотря на многочисленные косметические ремонты некоторых из пространств. [3].

В итоге можно сделать вывод, что существующие объекты не достигли уровня нового формата образования, и всё-таки прослеживается положительная динамика в этом направлении. Происходит постоянная реорганизация и расширение существующих пространств, появление актуальных направлений, создание оптимальных условий для всех групп населения и сохранение функционала, создание оптимальных условий для всех групп населения и сохранение функциональной наполненности.

Литература

1. Шимко, В. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовой подход) / В. Шимко. – М.: Изд-во Архитектура-С, 2009. – 408 с.
2. Детская школа искусств им. Г. В. Свиридова в г. Губкинский, Ямало-Ненецкий автономный округ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://culture.gov.ru/activities/reports/object-cultural/list/educational-institution/detskaya-shkola-iskusstv-im-g-v-sviridova-v-g-gubkinskiy-yamalo-nenetskiy-avtonomnyy-okrug-doc78ucsc9xmxdl1dk7kl4c8/>.
3. Культурный центр ЗИЛ – один из самых больших дворцов культуры в Москве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zilcc.ru/about/>.

Уракова А. А.

Научный руководитель: Нестерова И. М., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДЫ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

***Аннотация.** Описание особенностей формирования объемно-планировочных решений учреждений дополнительного образования.*

***Ключевые слова:** творческая среда, учреждения дополнительного образования, особенности формирование, объемно-планировочное решение.*

Одной из современных проблем дополнительного образования является проектирование творческой среды. В существующих условиях развития подрастающего поколения особенно актуальной является задача эстетического воспитания. Остается необходимость в комплексном подходе к формированию правильной среды способствующей развитию внешкольного воспитания учащихся.

На сегодняшний день происходит гармоничный синтез всех учреждений дополнительного образования (музыкальные, художественные и хореографические школы, детские школы искусств). Вдобавок, одним их приоритетных направлений становится налаживание связей между учреждениями внешкольного образования и общеобразовательными школами, университетами. Также задачу комплексного развития и воспитания могут выполнять как многофункциональные центры, которые включают в себя несколько направлений подготовки (музыкальное, хореографическое, изобразительного искусства и др.) [1], так и кооперативные учреждения. Не стоит забывать и о появившихся частных учреждениях дополнительного образования, которые, в свою очередь, более узко направлены, так как их специфика основывается на следовании текущим тенденциям и запросу подрастающего поколения. Обобщая, можно сказать, что детские школы искусств – это школы с художественно-эстетической направленностью, а также специализированные образовательные организации, включающие профессиональную подготовку в области искусства.

В создании необходимой среды важную роль играет наличие пространств, материальной базы таких учреждений. Они могут основываться на базе существующих зданий, расширения в виде пристроек,

надстроек и дополнительных блоков и строительства новых зданий дополнительного образования. Также имеется практика создания детских школ искусств в структуре образовательных организаций, таких как школы или университеты. Важно уделить внимание созданию общественных пространств: территории вокруг объекта (внешнее пространство), рекреационные пространства в здании (внутренние пространства).

На формирование этих пространств влияет архитектурное и объемно-планировочное решение. Для выявления особенностей формирования этих решений был проанализирован и изучен зарубежный и отечественный опыт проектирования и строительства таких зданий и комплексов.

На основе собранных и проанализированных данных были выявлены особенности формирования объемно-планировочных решений здания детских школ искусств:

1. функциональная взаимосвязь между внутренним и внешним пространством школы искусств;
2. архитектурный облик, отражающий специфику и особенности детской школы искусств;
3. соответствие объемно-планировочной структуры всем требованиям и нормам с учётом специфики творческого направления;
4. создание в структуре детских школ многофункциональных общественных пространств, оснащённых трансформируемыми системами;
5. создание неповторимого решения, сочетающего в себе выразительный архитектурный облик и эргономичную конструктивную систему;
6. готовность к модернизации и расширению, в связи с меняющимися тенденциями дополнительного образования;
7. создание доступности для всех групп населения;
8. создание творческой атмосферы за счёт правильно сформированных внутренних пространств.

Таким образом, при создании учреждения дополнительного образования задействовано множество факторов, которые позволяют более точно сформировать образ школы искусств. С их учётом можно составить такие объемно-планировочные решения, которые не только отвечают всем необходимым требованиям, предъявляемым к художественно-эстетическому воспитанию и образованию в области искусства, но и соответствуют новым веяниям архитектуры, основанным на современных подходах и инновационных технологиях, в совокупности позволяющим создать подходящую среду для формирования эстетического воспитания подрастающего поколения.

Литература

1. ЦНИИЭП учебных зданий Госгражданстроя. Рекомендации по проектированию зданий детских школ искусств. – М., 1984. – Режим доступа: standartgost.ru/g/pkey-14293795921.
2. Пособие к МГСН 4.06 – 03. Общеобразовательные учреждения. Вып. 2. Старшие профильные школы / Москомархитектура. Управление экономических исследований, информатизации и координации проектных работ ГУП «НИИЦ»; Институт общественных зданий Минстроя РФ; Сост. В. И. Степанов, А. В. Степанов, Л. А. Кирюшина и др. – М., 2004. – 57 с.
3. Стрельцова, Н. Г. Проектирование школы искусств в п. Александровка, г. Ростова-на-Дону / Н. Г. Стрельцова // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2160/.
4. Пименова Е. В. Архитектурное формирование многофункциональных образовательных комплексов как нового типа в системе учебно-воспитательных зданий / Е. В. Пименова // Научный аспект. – 2016. – №4. – С. 163-166.
5. Пименова, Е. В. Особенности формирования общественных пространств в структуре зданий образовательных организаций / Е. В. Пименова // Инженерный вестник Дона. – 2016. – Т. 42. №3(42). – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3739.
6. Пименова, Е. В. Архитектурное проектирование зданий общеобразовательных организаций: учебное пособие / Е. В. Пименова. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2014. – 119 с.

УДК 699.885

Фомин Р. В.

Научный руководитель: Кожина М. В., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИНСОЛЯЦИИ В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Аннотация. Совершенствование методики инсоляции помещений жилых и общественных зданий.

Ключевые слова: расчет инсоляции, полярный метод, азимут.

Совершенствование методики инсоляции и солнцезащиты помещений жилых и общественных зданий остается актуальной, что подтверждается п. 22 «Приоритетные направления развития фундаментальных научных исследований отраслевого уровня», разработанные РААСН.

Для решения задач инсоляции принято, что наблюдатель стоит в центре полусферы и круга горизонта – точка o , а солнечные лучи приходят к этой точке в любой месяц и час суток в виде пучка параллельных лучей.

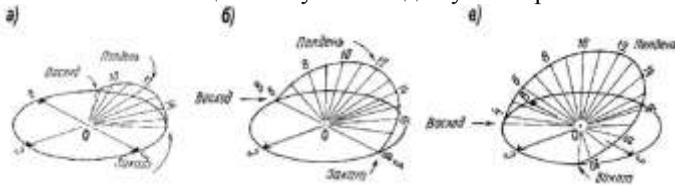


Рис. 1. Траектория движения солнца и направление лучей к наблюдателю, находящемуся в т. O в характерные дни года: а) зимнее и в) летнее солнцестояния, б) день весенне-осеннего равноденствия

Высота стержня H символизирует высоту здания, тени от которого нам и требуется построить в различное время суток. Наряду с широтой местности (φ), солнечная линейка должна быть привязана к масштабу подосновы микрорайона или плана застройки, где размещается проектируемое здание.

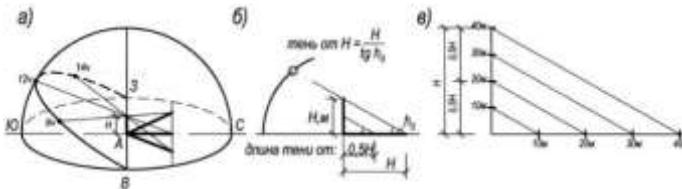


Рис. 2. Построение теней от вертикального стержня, стоящего в центре круга горизонта (а), принцип определения размера тени (б), масштабная шкала теней (в)

Из этой основы растет несколько решений по расчету инсоляции. Наиболее известный из них это – инсоляционный график Данилюка. Это удобный и простой графический инструмент, однако его точность оставляет желать лучшего, погрешность вычисления 15 минут, а также график строится только на 22 апреля и 22 августа и на определённую широту.

Мое предложение – метод расчета, основанный на использовании полярной системы координат. То есть мы задаем движение светила через луч, исходящий из расчетной точки и его угла относительно севера. Затенение от фасадных элементов мы задаем в виде углов CO_31 и CO_32 (рис. 3). Аналогично задаются углы тени от здания $CO_а$ и $CO_б$ (рис. 3). Направление фасада, на которой расположена расчётная точка, задаётся углом от северного направления.

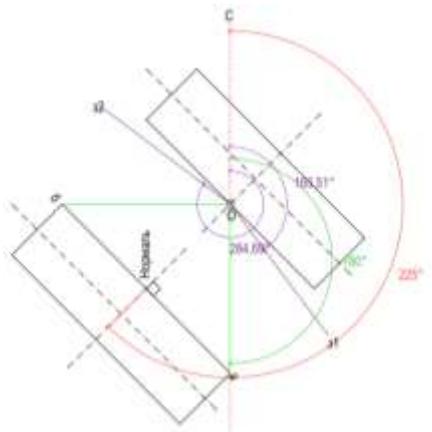


Рис. 3. Схема расчета тени на азимут 225, расстоянии 12 м и высоте 18 м

Вводим данные в таблицу, указывая расстояние, высоту возвышения и шаг (точность расчета выбрана 4 минуты – 1 градус), рассчитывающую положение солнца в конкретный день на заданной широте и длину проекции тени от затеняющего фасада и рядом стоящих объектов.

Преимущества данного метода:

1. точность расчёта тени в 4 минуты, погрешность измерения зависит от склонения солнца и заданного шага;
2. возможность расчета инсоляции на любой день и широту.

Литература

1. Оболенский, Н. В. Архитектура и солнце / Н. В. Оболенский. – М.: Стройиздат, 1988. – 205 с.
2. Куприянов, В. Н. Климатологический анализ городской среды / В. Н. Куприянов, Ф. Р. Седова. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2015. – 43 с.
3. Куприянов В. Н. Климатология и физика архитектурной среды: монография / В. Н. Куприянов. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 193 с.
4. Стецкий С. В. Строительная физика [Электронный ресурс]: краткий курс лекций для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 270800 «Строительство»: учебное электронное издание / С. В. Стецкий, К. О. Ларионова. – М.: МГСУ, 2014.
5. Методическое пособие по расчету времени инсоляции жилых и общественных зданий и жилой застройки г. Йошкар-Ола.
6. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» актуализированная редакция СНиП 31-01-2003.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01.
8. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

УДК 691.32

Анисимова А. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВО
КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ СЫРЬЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

***Аннотация.** Проведены испытания глинистого сырья с трех месторождений Республики Марий Эл. Исследованы прочностные показатели образцов. Представлены рекомендации возможного применения.*

***Ключевые слова:** глина, керамический кирпич, пластичность, отошители.*

Исследование было проведено в «Территориальной испытательной строительной лаборатории» в г. Йошкар-Ола.

Задачей исследования было исследование влияния глинистого сырья месторождений Республики Марий Эл на прочностные характеристики и водопоглощение керамического кирпича.

Для определения указанных характеристик глины были изготовлены смеси, отличающиеся местом происхождения глины и добавками – отошителями. В качестве отошающей добавки использовался природный песок и дегидратированная глина.

Из различных составов глиняных смесей с помощью пресса формовались образцы-брусочки размерами 100x50x50 мм. После сушки и обжига проанализирована их прочность с помощью прибора ИПС-МГ4.01 и водопоглощение.

Целью настоящего исследования является исследование глинистого сырья на прочностные характеристики керамического кирпича.

Для достижения данной цели необходимо выполнить задачи:

1. исследовать пластичность глины, определить границу текучести и раскатывания;
2. изготовить образцы-брусочки глинистого сырья с добавлением песка и дегидратированной глины и обжечь их в печи;
3. исследовать полученные образцы на прочность.

Выводы

Исследования покажут качество глинистого сырья месторождений Республики Марий Эл на прочностные характеристики керамического кирпича.

Литература

1. Гнедина, Л. Ю. Экспериментальное определение прочностных характеристик различных видов кирпича и кирпичной кладки при центральном сжатии / Л. Ю. Гнедина // Строительные материалы. – 2007. – №12. – С. 18-19.
2. Улыбин, А. В. О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений / А. В. Улыбин, С. В. Зубков // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 3. – С. 29-34.
3. Иванова, А. В. Технологические испытания глин: учеб. электр. текстовое издание / А. В. Иванова, Н. А. Михайлова. – Екатеринбург: УГТУ, 2005. – 41 с.

УДК 691.32

Антропов В. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО КАРКАСА

***Аннотация.** Рассмотрены результаты теоретического исследования развития монолитного строительства и возможности совместного применения противоморозной добавки в бетонной смеси, а также результаты экспериментальных исследований влияния противоморозных добавок на формирование прочности при сжатии бетонных образцов.*

***Ключевые слова:** противоморозные добавки (ПМД), зимнее бетонирование, бетон, монолитное строительство.*

На сегодняшний день мировая практика показывает, что свыше 70% зданий в развитых странах возводится с помощью монолитного строительства. В нашей стране монолитное строительство применяется в три раза реже.

Особое место в современном монолитном строительстве занимает бетонирование в условиях отрицательных температур. Как правило, зимнее

бетонирование требует комплекса дополнительных мер по исключению возможностей замерзания бетонной смеси, приводящей к нарушению структуры бетона. Основными способами зимнего бетонирования являются: электротепловая обработка, предварительный разогрев, применение противоморозных добавок (ПМД). В зависимости от сроков строительства и объемов выполняемых работ выбирается наиболее рациональный способ.

Учитывая, что процесс строительства в нашей стране круглогодичен и идет без остановки. Актуальным является разработка новых теоретических, практических решений в области монолитного домостроения по улучшению физико-механических свойств тяжелого бетона при снижении трудоемкости и энергозатрат процесса зимнего бетонирования.

Целью настоящего исследования является разработка рациональных составов бетона с ПМД сборно-монолитных конструкций для ускорения процессов зимнего бетонирования.

Материалы и методы исследования. Исследовано влияние противоморозных добавок на основе комбинированного смешивания солей на прочность тяжелого бетона в условиях отрицательных температур. Средняя температура воздуха в период исследования составляла $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5Н. В качестве крупного заполнителя применялся щебень фракции 5-20 мм. В качестве мелкого заполнителя применялся песок кварцевый модулем крупности $M_k=1,6$. Расчетный состав бетона при твердении в нормальных условиях соответствовал классу В15. Количество добавки выбиралось с учётом рекомендации производителей

Результаты исследования. Показатели предела прочности тяжелого бетона на 1,3,7, 28 сутки твердения приведены в таблице.

Модификатор	Прочность бетона, набранная в течение, МПа				
	1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.	%
Оптилюкс, 1% от массы цемента	0,5	3	8	9,5	49
Pozzolith 501 HE, 2%; от массы цемента	4,5	7,5	8,5	12	63
Нитрат кальция 4%; от массы цемента	3,8	4,5	5,5	11,4	59
Стандартный состав	5	13,7	16	24,5	127

Выводы

1. Введение противоморозных добавок (ПМД) в бетон позволяет улучшить физико-технические и эксплуатационные свойства, а также

экономическую эффективность применения ПМД в условиях зимнего бетонирования.

2. Наилучший показатель прочности при сжатии показал бетонный состав со смесью натриевых солей Pozzolith 501 HE, однако его стоимость в 4-5 раз выше нитрата кальция, прочностной показатель бетона с которым фактически не уступает описываемому.

3. Результаты испытаний показали возможность применения противоморозных добавок в условиях отрицательных температур (до -15°C) для достижения бетоном от 49 до 63 % проектной прочности на 28 суток твердения.

Литература

1. Управление кинетикой твердения бетона при отрицательных температурах / Ю. А. Минаков, О. В. Кононова, С. Н. Анисимов и др. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-2. – С. 307-311.

2. Управление кинетикой набора прочности бетона при возведении монолитных конструкций в экстремальных условиях / С. Н. Анисимов, Ю. А. Минаков, Д. А. Семагин и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2018. – № 1(5). – С. 84-89.

3. Anisimov, S. Self-compacting fine-grained concrete for reinforced concrete frame joints filling / S. Anisimov, O. V. Kononova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 21, Construction – The Formation of Living Environment. – 2018. – С. 032050.

4. Садович, М. А. Методы зимнего бетонирования / М. А. Садович. – Братск: БрГУ, 2009. –104 с.

УДК 625.712.1

Белгузов Н. А., Белгузов М. А.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук

Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТРАНСПОРТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОЯЩЕЙСЯ МАГИСТРАЛИ КИРОВА – СТРОИТЕЛЕЙ Г. ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. Выполнен анализ проектных решений строящегося объекта «Магистрала Кирова – Строителей г. Йошкар-Ола». Произведена оценка адек-

ватности показателей расчетных интенсивностей, указанных в проектной документации. Установлен процент разгрузки движения по ул. Карла Маркса в результате строительства исследуемого объекта.

Ключевые слова: магистраль, интенсивность движения, загрузка движением, транспортная планировка.

Сегодня мы являемся свидетелями большого проекта по строительству магистральной улицы в Йошкар-Оле, который входит в национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Это огромный шаг вперед для развития всего города, который сейчас «разорван» на две части – промышленную зону и спальный район. Построить магистральную дорогу в створе улиц Кирова и Строителей в Йошкар-Оле планировали уже давно. Преимуществ появления новой дороги немало: в первую очередь, трасса позволит развивать экономику республики и разгрузить от транзитного транспорта дороги столицы – Ленинский проспект, улицы: Карла Маркса, Вознесенскую, Водопроводную, Западную, Дружбы и другие. Кроме того, строительство объекта даст дополнительный импульс социально-экономическому развитию микрорайона «Ширяйково» г. Йошкар-Олы. Общая стоимость проекта оценивается порядка 5 млрд. руб. Улица планируется как магистральная улица общегородского значения регулируемого движения длиной 3,976 км, имеет 4 полосы движения (по 2 в каждом направлении) [1].

По данным проектной документации интенсивность движения определена по Транспортному узлу «Ленинский проспект – ул. Кирова». Согласно проектным исследованиям, максимальная интенсивность движения на Ленинском пр. наблюдается в утренний пиковый период буднего дня с 7 до 8 утра на подходе со стороны ул. Карла Либкнехта к ул. Кирова и составляет 1046 единиц в час, в обратном направлении составляет 1068 единиц в час. С учетом перспективы 20 лет на 2041 год интенсивность составит по проектным данным 18277 единиц.

В результате анализа транспортных потоков выдвинуто предположение, что интенсивность движения следовало учитывать не только по Ленинскому проспекту, но и по ул. Карла-Маркса, поскольку основной поток от улицы Кирова к улице Строителей в настоящее время движется именно по улице Карла-Маркса. С целью уточнения фактических показателей интенсивности и проверки адекватности показателей, отраженных в проектной документации, проведены настоящие исследования.

Интенсивность движения устанавливалась в буднее время в часы пик в период с 12 до 13 часов в марте 2021 года. В качестве расчетного сечения выбрано пересечение улиц Карла Маркса и Панфилова. Обработка результатов выполнялась по методике [2]. Результаты исследований и сравнительная оценка приведены в таблице:

Направление	Интенсивность движения, авт		Перспективная на 20 лет, авт/сут		Разность значений, авт/сут	Процент разгрузки улицы, %
	за час	за сутки	по данным исследования	проектные значения		
Прямое	1044	20544				
Обратное	1020	20071				
Итоговые значения	2064	40615	60351	18277	42074	30

В результате проведенного исследования установлено, что предусмотренная проектом интенсивность движения меньше установленной, что косвенно подтверждает адекватность показателей, отраженных в проекте. В результате ввода в эксплуатацию магистрали, улица Карла Маркса разгрузится на 30%. Таким образом, строительство магистрали позволит значительно разгрузить улицы транспортной сети города, повысить пропускную способность для транспортных потоков, сократится время проезда.

Литература

1. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. Минстрой России. Дата введения 2017-07-01.
2. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М: ФДА Роставтодор, 2012. – 148 с.

Бородин Е. Ю.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье выполнен обзор существующих способов борьбы с зимней скользкостью на покрытиях. Экспериментальным путем установлена коррозионная активность против гололёдных асфальтобетонов.

Ключевые слова: зимнее содержание дорог, противогололедные материалы, коррозия металлов.

В настоящее время наиболее оправданным способом борьбы с гололедообразованием на покрытиях автомобильных дорог может быть применение антигололедных асфальтобетонов [1-3]. При этом требуется обоснование применения их с точки зрения коррозионного воздействия на металлические части проезжающих автомобилей и инженерные сооружения. В этой статье приводятся результаты изучения коррозионного воздействия на металл этого способа по сравнению с традиционно применяемыми способами, т. е. со способами распределения фрикционных материалов на поверхности покрытия автомобильных дорог.

Исходный состав образцов асфальтобетона типа Б, марки I следующий (% по масс.): гранитный щебень М 1200 фр. 5-20 мм – 48, природный песок – 34, известняковый минеральный порошок – 10, битум вязкий нефтяной БНД 90/130 – 6,0. Исследованы составы, в которых от 0 до 9 % (массовых) песка заменены кристаллической хлористой солью NaCl.

Для изучения влияния антигололедного асфальтобетона на коррозию металлических конструкций проведен специальный эксперимент. В стандартные образцы по диаметральной поверхности запрессовывались 4 стержня из стали марки Ст3 длиной 50 мм и диаметром 12 мм. Для лучшего контакта стержней с образцами использовали резиновые кольца.

Перед запрессовкой стержни обезжиривались и взвешивались на аналитических весах. Образцы выдерживали на фарфоровых подставках в эксикаторе в среде насыщенного пара, т. е. на дне эксикатора была вода. Контрольное взвешивание стержней проводили через 7, 14, 21 и 28 суток. После каждого опыта стержни очищали от ржавчины, просушивали и взвешивали. Скорость коррозии определяли по формуле:

$$K = 1000 \cdot \frac{P_1 - P_2}{S \cdot T}, \frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{сут}}$$

где P_1 – первоначальная масса стержня, г; P_2 – то же после расчетного времени опыта, г; S – площадь контакта стержня см^2 ; T – продолжительность выдерживания в эксикаторе, сут.

Для имитации традиционного способа борьбы с гололедообразованием изготовлены образцы с заменой 25 % (масс.) песка солью NaCl.

Результаты экспериментов по определению скорости коррозии

Количество соли NaCl, % от массы песка	Скорость коррозии K, мг/(см ² ·сут) после T суток выдерживания в эксикаторе			
	7	14	21	28
0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,32	0,24	0,22	0,22
5	0,48	0,35	0,33	0,27
7	0,64	0,44	0,45	0,51
25	3,61	2,29	2,18	1,65

Из результатов экспериментов видно, что скорость коррозии металла увеличивается при увеличении содержания NaCl в структуре асфальтобетона. С увеличением времени выдерживания образцов во влажных условиях скорость коррозии уменьшается. Это объясняется тем, что на поверхности металла образуется оксидная пленка, препятствующая дальнейшей коррозии. В асфальтобетонах с общим количеством смеси солей 25 % скорость коррозии 7 раз выше, чем при 5 %.

Литература

1. Розов, Ю. Н. Противогололедные материалы для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и улицах / Ю. Н. Розов, С. Ю. Розов, О. В. Френкель // Обзорная информация. – М.: ФДА «Информационный центр по автомобильным дорогам», 2006. – №4. – 105 с.
2. Веюков, Е. В. Технологии строительства и очистки ото льда лесовозных дорог с антигололедным покрытием: дис... канд. техн. наук / Е. В. Веюков. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – 160 с.
3. Кудрявцев, А. В. Применение антигололедного покрытия на автомобильных дорогах в условиях Урала: автореф... канд. техн. наук / А. В. Кудрявцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – 19 с.

Вершинин С. Э.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПО УПРУГОМУ ПРОГИБУ НА АВТОМАГИСТРАЛЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАГРУЗКИ И УДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПО ПОЛОСАМ ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. Представлены графики измерения изменения прочности при упругом прогибе, изменения модуля упругости в зависимости от нагрузки на ось и давления в шине колеса.

Ключевые слова: прочность покрытия, полосы движения, дорожная одежда, нагрузка на ось, давление в шине колеса.

Целью исследования является анализ прочностей дорожных одежд по упругому прогибу с изменением нагрузки на ось и давления в шине колеса для четырех полос движения.

Была подобрана следующая конструкция дорожной одежды под нагрузку А-10 (100 кН, 0,6 МПа):

- верхний слой асфальтобетонного покрытия толщиной 6 см – ЩМА ТР ТС на ПБВ 60 по ГОСТ Р 52056;
- нижний слой асфальтобетонного покрытия толщиной 8 см – асфальтобетон для слоев покрытия АБ ТР ТС на БНД 70/100 по ГОСТ 33133;
- верхний слой основания толщиной 9 см – асфальтобетон для слоя основания АБ ТР ТС на БНД 70/100 по ГОСТ 33133;
- основание толщиной 36 см – щебень М-1200;
- песчано-подстилающий слой толщиной 44 см – песок с содержанием глинисто-пылевой фракции 5%, с коэффициентом фильтрации 3 м/сут. и пористостью 0,36.

На основе этой конструкции произведен расчет дорожных одежд по ПНСТ-265 [1] для разных полос движения транспорта с разными нагрузками для IА категории дороги.



Рис. 1. Параметры расчетной нагрузки для четырех полос движения

По результатам расчетов составлены графики изменения прочности при упругом прогибе, изменения модуля упругости в зависимости от нагрузки на ось и давления в шине колеса.

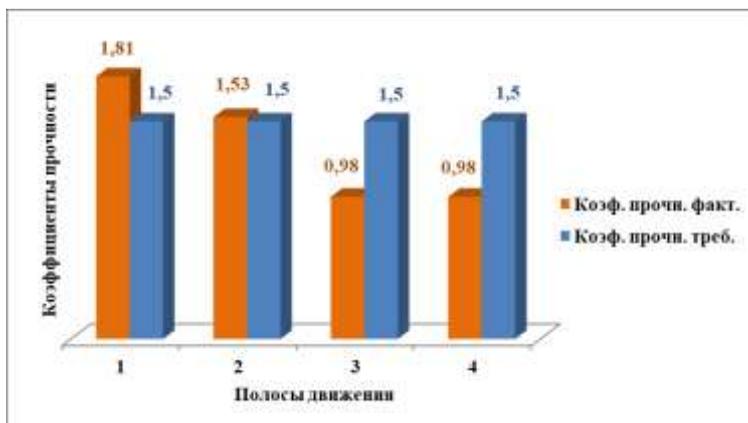


Рис. 2. График изменения прочности при упругом прогибе

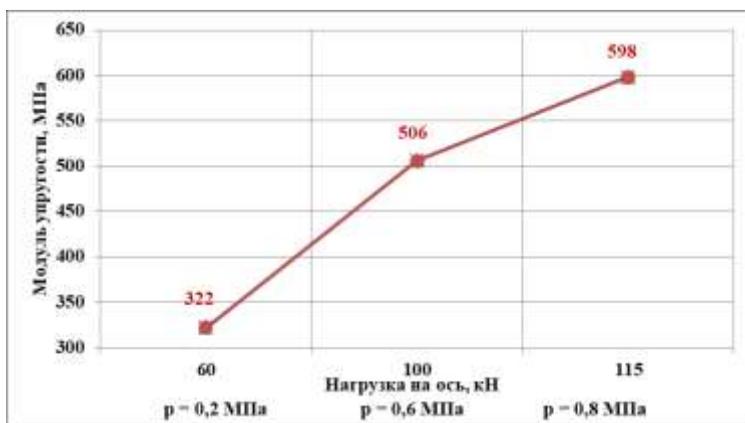


Рис. 3. График изменения модуля упругости в зависимости от нагрузки на ось и давления в шине колеса

Анализ прочности при упругом прогибе показал следующее:

1. для первой полосы движения коэффициент прочности в 1,21 раза больше, чем требуемый 1,5, конструкция имеет повышенную прочность;
2. для второй полосы движения коэффициент прочности в 1,02 раза больше требуемого 1,5, конструкция имеет прочность, близкую к требуемому коэффициенту прочности;
3. для третьей и четвертой полос движения коэффициент прочности 0,65, что меньше требуемого 1,5; конструкция имеет недостаточную прочность, поэтому требуется усиление слоев основания.

Литература

1. ПНСТ 265. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд. – Введен в действие 15.05.2018. – М.: Стандартинформ, 2018.

Данилов Т. Р.

Научный руководитель: Мирошин А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОВ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены вопросы инженерно-геологических изысканий и проектирования земляного полотна автомобильных дорог на участках распространения слабых грунтов.*

***Ключевые слова:** слабый грунт, основание насыпи, земляное полотно, устойчивость.*

Введение. Строительство дорог на участках с неблагоприятными грунтовыми условиями – сложная задача, для решения которой проводят исследования специфики работы грунтовых оснований.

Проблема обеспечения прочности дорожной конструкции стоит наиболее остро, так как во многих странах преобладают слабые грунты. Особенно в поймах крупных рек, большие территории заняты площадями со слабыми грунтами. Таким образом, проектирование дорожных конструкций с учетом прочностных характеристик слабых грунтов является актуальной задачей.

Методы. К слабым следует относить связные грунты, имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания при испытании прибором вращательного среза менее 0,075 МПа, удельное сопротивление статическому зондированию конусом с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ менее 0,02 МПа или модуль осадки при нагрузке 0,25 МПа более 50 мм/м (модуль деформации ниже 5 МПа).

В основу проектного решения на участке залегания слабых грунтов может быть положен один из двух принципов:

- удаление слабого грунта и замена его или применение эстакад;
- использование слабого грунта в качестве основания насыпи с применением мероприятий, обеспечивающих устойчивость основания и ускорение его осадки.

Принцип и конкретное проектное решение по конструкции насыпи выбираются на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом:

- категории автомобильной дороги и типа дорожной одежды;

- требуемой высоты насыпи и качества имеющегося для ее отсыпки грунта;
- протяженности участка со слабыми грунтами;
- вида и особенностей свойств слабых грунтов, залегающих на участке, и особенностей строения слабой толщи (мощность, наличие переслаивания, уклона кровли подстилающих пород и т. д.);
- условий производства работ, в том числе сроков завершения строительства, климата района, времени года, в которое будут выполняться земляные работы, дальности возки грунта.

Земляное полотно на участках слабых грунтов проектируют в виде насыпей.

Нижнюю часть насыпи, располагающуюся ниже уровня поверхности земли, следует устраивать из дренирующих грунтов с коэффициентом фильтрации не менее 1,0 м/сут. При этом толщина слоя из такого грунта должна быть на 0,3–0,5 м больше суммарной величины расчетной осадки основания и мощности удаляемого слоя (если применяется частичное или полное удаление).

На насыпях, в основании которых оставлены слабые грунты, капитальные покрытия можно устраивать после завершения не менее 90% расчетной осадки или при условии, что средняя интенсивность осадки за месяц, предшествующий устройству покрытия, не превышает 2 см/год. Для устройства облегченных покрытий требуется достижение не менее 80% конечной осадки или интенсивности осадки не более 5 см/год.

В случаях, когда невозможно или нецелесообразно обеспечить требуемую толщину насыпи, допускается предусматривать насыпь меньшей толщины. При этом необходимо выполнить проверочный расчет дорожной одежды на динамическую устойчивость и при необходимости изменить (усилить) в соответствии с его результатами конструкцию дорожной одежды.

Выводы. Свойства торфяных грунтов изменяются в широком диапазоне, разнообразны состав и размещение пластов с разными свойствами по глубине торфяной залежи. Все это создает множество сочетаний исходных условий для проектирования.

Разработать типовые конструкции для каждого случая невозможно, поэтому переходы через болота относят к местам индивидуального проектирования. При проектировании на болотах можно говорить не о типовых, а о принципиальных конструктивных решениях.

Практика дорожного строительства выработала два принципиальных подхода к устройству земляного полотна на болотах:

- удаление торфяного грунта и замена его минеральными слоями или создают устройство эстакад;

- использование торфа в основании насыпи при условии применения соответствующих инженерных мероприятий.

Каждый из указанных подходов имеет свои достоинства и недостатки:

- при отказе от использования торфа каких-либо затруднений при проектировании не возникает, представляется возможным получить прочное и устойчивое земляное полотно с момента его возведения; однако такой подход приводит к исключительно большим объемам земляных работ (до 80 – 100 тыс. м³ на 1 км дороги) – грунт привозной; повышаются стоимость и трудоемкость, падают темпы строительства;

- использование торфяных грунтов существенно снижает стоимость, трудоемкость работ, повышает темпы сооружения земляного полотна, но при проектировании требует детальной проработки мероприятий по обеспечению прочности и устойчивости насыпей.

Второй подход в последние годы стал основным, усилия научных, проектных и строительных организаций были направлены на разработку прогрессивных конструктивно-технологических решений в этом направлении, и получены хорошие результаты.

Литература

1. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах / Минтранс РФ. Федеральное дорожное агентство. – М., 2004. – 252 с.
2. Евгеньев И. Е. Строительство автомобильных дорог через болота / И. Е. Евгеньев. – М.: Транспорт, 1968. – 220 с.
3. Евгеньев, И. Е. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах / И. Е. Евгеньев, В. Д. Казарновский. – М.: Транспорт, 1976. – 271 с.
4. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85.
5. Маслов, Н. Н. Механика грунтов в практике строительства. Оползни и борьба с ними / Н. Н. Маслов. – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
6. Гольдштейн, М. Н. Механические свойства грунтов / М. Н. Гольдштейн. – М.: Стройиздат, 1973. – 376 с.

Кошкин А. В.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМОВ

***Аннотация.** В статье приведен способ улучшения физико-механических свойств дорожных битумов введением в их состав различных добавок, улучшающих одновременно ряд показателей.*

***Ключевые слова:** дорожный битум, полимерно-битумное вяжущее, асфальтобетон, долговечность автодорог.*

При несущественных транспортных нагрузках обычные строительные материалы обеспечивали допустимое качество проводимых работ на протяжении нескольких десятилетий. Но в последнее время ситуация кардинально изменилась: автомобилей становится все больше, интенсивность движения возрастает. Существенно увеличиваются, соответственно, и нагрузки. Традиционное вяжущее в виде битума уже не может обеспечить необходимые характеристики дорожного полотна. Конкретные недостатки выражаются в следующем: высокая чувствительность к перепадам температур, низкая упругость, плохие механические характеристики, склонность к старению.

Многолетняя практика эксплуатации дорожных покрытий показала, что одним из важных факторов, оказывающих влияние на долговечность асфальтобетонного покрытия, является низкое качество битума. Учитывая это, можно утверждать, что применение битумов, модифицированных СБС-полимерами, является наиболее оптимальным способом повышения качества и срока службы дорожного полотна. Новые модифицированные битумы обладают целым рядом свойств, не присущих нефтяным битумам: трещиностойкостью, эластичностью, широким интервалом пластичности, а также повышением прочности при растяжении. В настоящее время представляется интересным применение одновременно нескольких добавок, улучшающих одновременно ряд показателей. При выполнении исследовательских работ в качестве добавок применялись добавки «Kraton» и «Clarisa». Асфальтовые покрытия на основе высокомодифицированного битума с применением полимеров Kraton обладают уникальной высокой устойчивостью к сдвиговым нагрузкам, низкотемпературному и усталостному растрескиваниям и воздействию шипованной резины. Комплексная

присадка двойного действия «Клариса» позволяет направленно улучшить сцепление битума как с минералами основного характера, так и с кислыми, составляющими в зёрнах щебня тесные агрегаты.

При исследовании применялось различное сочетание представленных добавок по рекомендуемым от производителей нормам.

Результаты исследований

№	Содержание добавки от массы битума, %		Пенетрация, мм	Испытание КиШ, с	Растяжимость, мм
	Kraton	Clarisa			
1	0	0	115	47,8	5,1
2	4	0	70	58,4	60,8
3	3,5	0,5	68	60,8	60,4
4	3	1	66	67,5	53,8
5	2,5	1,5	65	77,4	49,3
6	2	2	58	53,4	80,7

№	Содержание добавки от массы битума, %		Температура хрупкости, °С	Показатель старения, д.е.	Эластичность, %
	Kraton	Clarisa			
1	0	0	-21	0,07	
2	4	0	-22	0,03	88
3	3,5	0,5	-22	0,06	87,7
4	3	1	-22,9	0,05	92,4
5	2,5	1,5	-24,2	0,06	95,3
6	2	2	-22,4	0,04	76,8

Применение предложенного комплексного модификатора значительно улучшает ряд физико-механических показателей. Увеличиваются характеристики, отражающие растяжимость битума, эластичность, снижаются значения температуры хрупкости и старения. В целом, улучшение таких показателей приводит однозначно к повышению долговечности и, соответственно, межремонтных сроков.

Литература

1. ГОСТ Р 52056-2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. – М: Госстандарт России. – Введен впервые. – 2003. – 8 с.

Кулаков Н. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ МОНОЛИТНЫХ ЧАШ НЕПРЕРЫВНЫМ СПОСОБОМ

***Аннотация.** Рассмотрены основные методы строительства бетонных чаш бассейнов, повышение устойчивости к воздействию агрессивной водной среды с повышенным содержанием хлора. Исследовано влияние и эффективность введения в бетонную смесь гидрофобизирующих добавок. Представлены рекомендации возможного применения модифицирующих добавок: гидрофобизатор «Оптилюкс» и «Кристаллизол».*

***Ключевые слова:** бетон, непрерывный способ бетонирования, монолитная чаша бассейна, гидрофобизирующая добавка, «Оптилюкс», «Кристаллизол».*

Актуальность строительства бассейнов в настоящее время обусловлена следующими факторами:

– в большинстве регионов России ощущается дефицит водных спортивных комплексов, многие из которых были построены еще во времена СССР и технически устарели. Например, в Республике Марий Эл до 2007 года существовал 1 бассейн с низкой пропускной способностью.

– обширная целевая аудитория: плаванием занимаются люди всех возрастов – от рождения до глубокой старости.

Самым распространенным является строительство бассейнов из монолитного железобетона. Такая конструкция бассейна выполняет все условия в плане прочности, нагрузки, герметичности и другим параметрам даже при неблагоприятных условиях.

Целью настоящего исследования является разработка оптимальных решений для создания монолитного бассейна и улучшение показателей водостойкости бетона при применении гидрофобизирующих добавок.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

– определить оптимальный способ строительства бетонной чаши бассейна;

– разработать состав бетонной смеси с использованием гидрофобизирующей добавки.

Материалы и методы исследования

В качестве гидрофобизирующих добавок использовались «Оптилюкс» гидрофобизатор (изготовитель «Ижсинтез») и «Кристаллизол» гидрофобизатор (концентрат) (изготовитель ООО «ПК «Гидростройкомплект»). Исследовались водопоглощение и водонепроницаемость бетонной смеси при введении соответствующих добавок.

Результаты исследования и их обсуждение

При строительстве чаши бассейна оптимальнее выбрать непрерывный способ бетонирования (в один этап), так как при использовании данного способа исключается появление «холодных стыков». Это гарантирует отсутствие раковин, трещин и, как следствие, – разрушение бетона. Кроме того, только при непрерывной отливке бетонной чаши возможно создание 100% водонепроницаемости при применении гидрофобизирующих добавок [1, 2].

Существует два способа введения гидрофобизирующих добавок:

1. объемный метод – добавление гидрофобизирующих добавок в бетон на этапе замешивания. В исследовании использовалась добавка «Оптилюкс».

2. поверхностная обработка – нанесение тонкого слоя водоотталкивающего вещества на поверхность готового бетона. Использовался модификатор «Кристаллизол».

В табл. 1 представлен результат исследования образцов на массовое водопоглощение

Таблица 1. Массовое водопоглощение исследуемых образцов

Образец	$m_{вл}$, гр	$M_{сух}$, гр	W_m , %
Контрольный, без введения гидрофобизатора	2365	2166	9,1%
С добавлением «Оптилюкс» в бетонную смесь	2263	2162	4,3%
С нанесением «Кристаллизол» кистью	2276	2148	6%

Полученные результаты свидетельствуют об уменьшении степени водонасыщения образцов с добавлением гидрофобизирующих добавок, в частности при внесении добавки «Оптилюкс» в состав смеси снижает водопоглощение образца по массе до 4,3%. При нанесении раствора гидрофобизатора «Кристаллизол» в один слой на поверхность образца водопоглощение бетона снижается до 3,1% в сравнении с образцом бетона без модификатора.

В табл. 2 представлен результат исследования образцов на водонепроницаемость прибором «АГАМА-2РМ».

Таблица 2. Водонепроницаемость исследуемых образцов

Образец	Размеры образцов, мм	Марки водонепроницаемости
Контрольный, без введения гидрофобизатора	100x100	W0
С добавлением «Оптилюкс» в бетонную смесь	100x100	W4
С нанесением «Кристаллизол» кистью	100x100	W4

В ходе эксперимента наблюдается, что введение гидрофобизирующих добавок улучшает свойства водонепроницаемости с увеличением марки до W4.

Выводы

1. Введение гидрофобизирующих добавок в состав бетона значительно влияет на сопротивление бетонной смеси воздействию водной среды, что имеет большое значение при строительстве бетонной чаши бассейна.

2. Водопоглощение состава бетона при добавлении гидрофобизатора «Оптилюкс» снижается до 4,3% по массе, с нанесением гидрофобизатора «Кристаллизол» на поверхность кистью снижается до 3,1 %.

3. Применение гидрофобизаторов «Оптилюкс» и «Кристаллизол» позволяет получить бетон по марке водонепроницаемости W4.

Литература

1. Ищенко, А. В. Влияние гидрофобизирующих добавок на строительные материалы / А. В. Ищенко, Д. Г. Угримов, Д. В. Шинкарев // Международная научно-техническая конференция молодых ученых. – Белгород: БГТУ им. Шухова: 2017. – С. 1569-1573.

2. Чивикова, Е. В. Перспективы применения гидрофобизирующих добавок в бетон / Е. В. Чивикова, В. В. Кленов // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2017. – №2. – С. 445-446.

3. Морев, Е. В. Гидрофобизация бетонов и растворов / Е. В. Морев, С. В. Маклаков, М. А. Гончарова // Сборник тезисов докладов научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: в 2-х частях. – Липецк: ЛПГТУ, 2016. – С. 372-375.

Малыгин А. В.

Научный руководитель: Бородина Е. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОКОННЫХ БЛОКОВ ИЗ ДЕРЕВА И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

***Аннотация.** Ответить определённо на вопрос о том, какие оконные блоки лучше – из дерева или ПВХ – довольно сложно. Современные деревянные и пластиковые окна, если они оснащены одинаковыми стеклопакетами, фурнитурой и так далее, обладают незначительными отличиями по эксплуатационным свойствам, однако, проведя сравнительный анализ, можно определить какой из видов материала уступает или превосходит.*

***Ключевые слова:** дерево, поливинилхлорид, оконные блоки, эксплуатационные свойства.*

Цель работы – анализ основных свойств оконных блоков из дерева и поливинилхлорида.

Поливинилхлоридные профили изготавливаются из жесткого непластифицированного, модифицированного на высокую ударную вязкость и стойкость к климатическим воздействиям поливинилхлорида, по требованиям ГОСТ 30673, преимущественно белого цвета, окрашенных в массу. В качестве остекления применяют одно-двухкамерные стеклопакеты по ГОСТ 24866, стекло по ГОСТ 111; для повышения теплозащитных характеристик стеклопакеты могут быть заполнены инертным газом. Имеют специфический процесс монтажа и специально предназначены для применения в оконных системах из ПВХ профилей оконные приборы и крепежные детали.

Для изготовления оконных блоков из древесины применяют пиломатериалы из хвойных пород (не ниже второго сорта по ГОСТ 8486 или третьей группы по ГОСТ 9685), дуба и ясеня (не ниже второго сорта по ГОСТ 2695 и ГОСТ 7897), а также клееные брусковые заготовки для оконных блоков по ГОСТ 30972. Допускается применение твердых, стойких к загниванию тропических пород древесины или других пород. Применение древесины разных пород в одном изделии не допускается, за исключением лиственницы и сосны или сосны, ели и пихты в изделиях под непрозрачное покрытие. Лакокрасочные покрытия древесины должны

соответствовать требованиям ГОСТ 15140. Для остекления оконных блоков из дерева применяются стекла по ГОСТ 111, по ГОСТ 30698, ГОСТ 30733, толщина наружных стекол устанавливается согласно требованиям ГОСТ 23166. Детали приборов должны иметь анодно-окисное или лакокрасочное защитно-декоративное покрытие по ГОСТ 9.301.

Оконные блоки из дерева или из поливинилхлорида классифицируются по основным эксплуатационным характеристикам, которые приведены в таблице, согласно ГОСТ 23166-99 Блоки оконные. Общие технические условия.

Основные эксплуатационные свойства оконных блоков из дерева и поливинилхлорида

№	Свойства	Оконные блоки из дерева	Оконные блоки из поливинилхлорида
1	приведенное сопротивление теплопередаче ($\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$) не менее	для СП – 0,40 для СП К – 0,45 для РП – 0,44 для РП К – 0,57 для РСРП – 0,53 для РСРП К – 0,64	с однокамерным стеклопакетом – 0,35-0,63 с двухкамерным – 0,49-0,56 с двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием – 0,57-0,72
2	воздухо- и водонепроницаемость	При $\Delta P=100$ Па, $\text{м}^3/(\text{ч}\times\text{м}^2)$ не более 17,0, класс не ниже В	При $\Delta P=10$ Па, $\text{м}^3/(\text{ч}\times\text{м}^2)$ не более 17,0, класс не ниже В
3	звукоизоляция не менее дБА	Для СП – 25 дБА Для РП – 27 дБА Для РСРП – 30 дБА	Не менее 26 дБА, класс не ниже «Д»
4	Общий коэффициент пропускания света	Для СП 0,40-0,50 Для РП 0,35-0,45 Для РСРП 0,30-0,40	0,35- 0,60
5	Безотказность оконных приборов и петель, цикл «открывание-закрывание»	Не менее 20000, 1000 для створчатых элементов	20000, 1000 для створчатых элементов
6	Стойкость к климатическим воздействиям (по средней месячной температуре воздуха в январе)	нормального исполнения – для районов с t воздуха минус 20°C и выше; морозостойкого исполнения (М) – для районов с t воздуха в январе ниже минус 20°C	нормального исполнения - для районов t воздуха в январе минус 20°C и выше; морозостойкого исполнения (М) – для районов с t воздуха в январе ниже минус 20°C

Окончание таблицы

7	Долговечность, условных лет эксплуатации	Клеевых соединений по не менее 40 Деревянных деталей по не менее 5 Непрозрачных лакокрасочных покрытий по древесине по НД не менее 20	ПВХ профилей – не менее 20(40) Стеклопакетов – не менее 10(20) Уплотняющих прокладок – не менее 5(10)
8	Сопротивление статистическим нагрузкам, Н	Перпендикулярно плоскости створки: Для одинарных – не менее 150 Для РП не менее 250/150/350/250 (внутренняя створка / наружная створка / внутреннее полотно / наружное полотно) Для СП не менее 350/400 (спаренная створка / спаренное полотно) в плоскости створки: Для одинарных – не менее 500 Для РП не менее 250/800/500/1200/700 (форточка / внутренняя створка/ наружная створка / внутреннее полотно / наружное полотно) Для СП не менее 1000/1200 (спаренная створка / спаренное полотно)	500/600 250/1000(500)/1200 (перпендикулярно плоскости створки/полотна в плоскости форточка/створки (наружной спаренной створки)/полотна)

Выводы

1. Приведенное сопротивление теплопередаче практически равно, однако оконные блоки из поливинилхлорида показывают себя лучше при определенных конструктивных особенностях, чем из деревянных. То же можно сказать и про коэффициент пропускания света.

2. Воздухо- и водопроницаемость лучше у деревянных оконных блоков, чем из поливинилхлорида, а потому циркуляция воздушных потоков лучше.

3. Долговечность оконных блоков из поливинилхлорида и дерева примерно одинакова.

Деревянные и пластиковые оконные блоки, в целом, имеют похожие свойства и качества, однако блоки из поливинилхлорида уступают в воздухо- и водопроницаемости деревянным, но имеют преимущества по другим эксплуатационным свойствам.

Литература

1. ГОСТ 23166-99 Блоки оконные. Общие технические условия. Введ. 01.01.2001г. – М.: МНТКС, 2000. – 53 с.
2. ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Введ. 01.01.2001г., М.: МНТКС, 2001. – 33 с.
3. ГОСТ 11214-2003 Блоки оконные деревянные с листовым остеклением. Введ. 01.03.2004г. – М.: МНТКС, 2004. – 50 с.

УДК 625.7/8.05

Марасанов В. А.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЕСКОВ ДЛЯ ДРЕНИРУЮЩЕГО СЛОЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Выполнен анализ существующих месторождений песков в РМЭ, пригодных для устройства дренирующих слоев дорожных одежд. Установлено, что высокое содержание пылеватых и глинистых частиц значительно снижает значение коэффициента фильтрации. Предложены мероприятия по улучшению данного показателя.*

***Ключевые слова:** дорожное строительство, природные пески, карьеры, фильтрация, дренаж.*

Пески для строительных работ составляют основной объём (70%) добываемых полезных ископаемых в РМЭ. В связи с геологическим строе-

нием месторождения песков по запасам и качеству распространены в республике неравномерно. Наиболее крупные месторождения с песками, отвечающими требованиям промышленности по содержанию глинистых примесей, разведаны в центральной и юго-западной частях республики. Всего в республике разведано и учтено территориальным балансом запасов 33 месторождения песчаного сырья.

В дорожном строительстве пески применяют, в основном, в качестве дренирующих слоев, направленных на осушение дорожной конструкции. Зачастую добытый песок не соответствует требованиям, предъявляемым ему стандартами и ГОСТами [1]. Это может заключаться в содержании всевозможных примесей или неудовлетворяющем зерновом составе. В восточной части РМЭ фактически отсутствуют карьеры с песками, удовлетворяющими требованиям стандартов по коэффициенту фильтрации. Доставка качественного песка большими расходами за счет значительных расстояний транспортировки. При плече доставки в 100 км стоимость песка увеличивается примерно в 3 раза. Поэтому, исходя из соображений экономии, следует проводить работы по обогащению таких песков отмывкой пылевидных, глинистых и илистых частиц, которую выполняют с помощью пескомоек и классификаторов.

С целью установления влияния количества глинистых и пылеватых частиц на коэффициент фильтрации проведены лабораторные исследования по методике, которая заключается в следующем. Берутся навески песка по 500 г и через сито 0,05 мм промываются в течение расчетного времени под постоянным напором воды. Далее по стандартным методикам [2] устанавливаются значения содержания глинистых частиц и коэффициента фильтрации.

Зависимость коэффициента фильтрации и числа глинистых частиц, промытых через сито 0,05 мм от времени промывки

Время промывки t, сек	0	45	60	90	120	180
Коэффициент фильтрации Кф, м/сут	0,7	1,03	1,24	1,82	2,58	2,55
Число глинистых частиц, %	2,60	2,30	1,50	1,00	0,00	0,00

В результате установлено, что все промытые пески соответствуют требованиям ГОСТ [1] и могут использоваться при возведении песчано-подстилающего слоя. То есть даже при большом содержании глинистых частиц можно добиться нормативных показателей фильтрации промывкой песка. Поэтому представляется рациональным промывать пески с применением различных установок. Автором предлагается применять

технологии промывки карьерного песка на основе установок отечественного производителя завода «НОВОМАШ».

Технологические этапы:

1. погрузка песка в бункер-питатель;
2. подача материала в ковшово-спиральную пескомойку с вращающимся колесом, где происходит растворение глины и отделение частиц ила и пыли;
3. окончательное вымывание глинистых и илистых частиц с помощью напорных гидроциклонов и складирование готовой продукции по транспортерной ленте;
4. вода с растворенными пылевидными, илистыми и глинистыми частицами удаляется из установки по трубопроводу с помощью землесоса в пруд отстойник для очистки, и водяной насос выкачивает осветленную воду в пруд.

Установлена экономическая эффективность таких установок при возведении дренарующих слоев дорожных одежд для РМЭ и выражается в экономии более 50% финансовых средств.

Литература

1. ГОСТ 8736-2014. Песок для строительных работ. – Введен в действие 01.04.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
2. ГОСТ 25584-2016. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. Межгосударственный стандарт. – Введ. 2017-05-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 22 с.

УДК 625.06

Понеделко Л. И.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

АНТИСТАРИТЕЛИ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

***Аннотация.** Автомобильные дороги общего пользования с усовершенствованными типами покрытий преимущественно строят из асфальтобетон. Наряду с хорошими эксплуатационными показателями им присущи некоторые недостатки. Одним из них является температурное старение. В связи с этим следует разрабатывать асфальтобетоны, устойчивые к процессу старения. На основе анализа ранее проведенных исследований предложен ряд решений по снижению старения.*

Ключевые слова: автомобильные дороги, асфальтобетоны, старение материалов, долговечность дорожных покрытий.

С большой вероятностью можно утверждать, что на изменение важнейших физико-механических и эксплуатационных свойств асфальтобетонов во времени оказывает именно устойчивость битумного вяжущего под воздействием влияния дорожно-климатических и других факторов. В результате этого они претерпевают невозвратные изменения и со временем перестают работать как адгезионно-когезионное вещество. При этом важно установить закономерности изменения во времени влияния на свойства пленок битума через изучение изменения физико-механических свойств битумоминерального материала в целом.

Для изучения процессов старения на кафедре СТиАД ПГТУ разработана специальная методика [1]. Суть данной методики заключается в возможности ускоренного изучения старения битума в составе его сочетания с любым из изучаемых компонентов битумоминеральной смеси или в их полном комплексе. Причем сравнительный анализ процесса во времени происходит при помощи безразмерного параметра – коэффициента старения по изучаемому показателю физико-механических свойств. О динамике процесса старения судят по значениям интенсивности старения и в сравнительном анализе значений коэффициента старения с допустимым значением. По указанной методике изучен ряд показателей различных сочетаний компонентов с битумными вяжущими. Установлено, что на интенсивность старения влияют такие факторы, как: исходные материалы, состав и пропорция компонентов, вид вяжущего. Оценка процессов старения проводится по показателям прочности и модуля упругости при различных температурах. К одним из самых чувствительных параметров относится прочность на сжатие при температуре 50°C.

В процессе анализа проработанных по данной методике материалов установлено, что к старению более устойчивы такие компоненты, которые защищают от воздействия температуры битум и его компоненты [2-4]. В связи с этим предложены следующие варианты решений по снижению процессов старения и добавок-антистарителей для битумо-минеральных смесей:

1. увеличение содержания минерального порошка;
2. применение в качестве вяжущего модифицированных полимерно-битумных вяжущих;
3. введение в битум противостарителей, применяемых при производстве резины;

4. введение в состав смесей стабилизирующих добавок, в виде гранулированной смеси измельченных целлюлозно-бумажных отходов (например, Viator).

Литература

1. Салихов, М. Г., Веюков, Е. В., Сабиров, Л. Р., Малянова, Л. И. Способ определения скорости и интенсивности старения асфальтобетонов. Патент на изобретение №2654954 от 13.02.2017. СПК. G01N 17/00 (2017/08); G01N33/42 (2017/08). – Оpubл. 23.05.2018. Бюл. № 15.

2. Изучение температурного старения битумо-порошковых смесей / М. Г. Салихов, Е. В. Веюков, Л. И. Малянова и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2019. – № 4. – С. 25-33.

3. Салихов, М. Г. Изучение трещиностойкости и сдвигоустойчивости асфальтобетонов в процессе температурного старения / М. Г. Салихов, Е. В. Веюков, Л. И. Малянова // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Отв. ред. В. Н. Бобылев. – Н. Новгород. – 2019. – С. 243-346.

4. Оценка сравнительной долговечности модифицированных асфальтобетонов с отходами дробления известняка методом искусственного старения при высокой температуре / М. Г. Салихов, Е. В. Веюков, Л. И. Малянова и др. // Строительные материалы. 2020. – № 4-5. – С. 75-79.

УДК 691.32

Романов Д. И.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОНОЛИТНЫХ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ БЫСТРОТОКА ВОДОПРОПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСБРОСА

***Аннотация.** Подобран оптимальный состав бетонной смеси. Из данной смеси изготовлены образцы-кубы с размером ребра 100 мм подвижностью П5 (осадка конуса 211-215 мм). В процессе твердения в нормальных условиях в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток на испытательном прессе периодически контролировалась их прочность при сжатии. Дополнительно образцы подвергались воздействию влаги. Рассчитаны физико-механические и химические показатели цемента. Построена диаграмма зависимости прочности бетона при сжатии от времени твердения.*

Ключевые слова: бетонная смесь, гидротехническое сооружение, пластификатор, цемент, водосбросная система, прочность, добавка.

Область гидротехники охватывает обширный ряд актуальных проблем. Среди них наиболее выделяются проблемы проектирования, строительства и эксплуатации грунтовых водосбросных сооружений. Экономическая составляющая гидротехнического строительства в основном зависит от рационального расходования ресурсов как материальных, так и трудовых. Это ведет к снижению стоимости строительства объектов [1,2].

Особое внимание стоит уделять материалам конструкций, подверженным коррозии и морозному пучению. Например, бетонирование водосброса осуществляется посредством бетонных смесей с несравнимо высокими показателями прочности, водонепроницаемости и водостойкости. Несомненно, это приводит к удорожанию стоимости материалов и технологии бетонирования [3,4].

В связи с изложенными ранее факторами, поиск путей снижения трудоемкости и материалоемкости процессов бетонирования гидротехнических сооружений всегда является актуальной задачей в условиях всепогодных строительных работ.

Целью настоящего исследования является разработка гиперпластифицированных бетонных смесей с высокими физико-механическими показателями для бетонирования быстротока водосбросной системы гидротехнического сооружения. Для достижения данной цели необходимо выполнить задачи:

1. на основе анализа способов бетонирования определить наиболее рациональный метод технологии организации водосбросной системы;
2. разработать технологию бетонирования наклонных поверхностей;
3. разработать составы пластифицированных бетонных смесей для снижения себестоимости объекта строительства.

Материалы и методы исследования

Для исследования влияния состава бетонной смеси и суперпластификатора на свойства тяжелого бетона в качестве вяжущего использовали Ульяновский цемент 42,5 по ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные».

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице представлена характеристика качества портландцемента со шлаком ЦЕМ II /В-Ш 42,5Н ГОСТ 31108-2016.

Физико-механические и химические показатели цемента

Показатель	Значение	Требования ГОСТ 31108-2016
Тонкость помола цемента (по остатку на сите 008), %	0,2	
Тонкость помола цемента (по удельной поверхности), м ² /кг	382	
Начало схватывания (сроки схватывания), мин	175	Не менее 50
Конец схватывания (срок схватывания), мин	260	
Равномерность изменения объема, мм	1	Не более 10
Нормальная густота цементного теста, %	29	
Предел прочности при сжатии в возрасте 3 суток, МПа	26,6	Не менее 10
Предел прочности при сжатии в возрасте 7 суток, МПа	32,2	Не менее 10
Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток (за предыдущий месяц), МПа	48,5	42,5 - 62,5

Анализ результатов показывает постепенное увеличение прочности при сжатии исследуемой бетонной смеси. Для повышения прочности бетонной смеси были применены добавки пластификатора Glenium® ACE 430. В процессе наблюдения за образцами выявлено, что наличие в смеси бетона 1,5% суперпластификатора Glenium® ACE 430 при расходе цемента 400 кг/м³ позволяет увеличить прочность бетонной смеси с 5 до 16%. Наилучшего показателя прочности достиг состав с максимальным количеством цемента и суперпластификатора Glenium® ACE 430 и составил 48,5 МПа. Полученные результаты соответствуют требованиям ГОСТ 31108-2016.

Выводы

1. Применение пластификаторов на основе поликарбоксилатного эфира позволяет значительно снизить водопотребность бетонных смесей, что оказывает положительное влияние на водонепроницаемость бетона.
2. Прочностные характеристики бетонов с гиперпластификаторами позволяют изготавливать изделия класса не менее В 40.

Литература

1. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 [Электронный ресурс]: СП 45.13330.2012 – Введ. 2013-01-01 // СПС «Техэксперт».
2. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Электронный ресурс]: ГОСТ 22690-2015 – Введ. 2016-04-01 // СПС «Техэксперт».

3. Анисимов, С. Н. Технология и организация производства железобетонных конструкций на заполнителях из тяжелого дробленого бетона / С. Н. Анисимов, А. А. Ивантаева // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы IV Всероссийской студ. конф.: в 8 ч. Часть 5: Инновации в строительстве, природообустройстве и техноферной безопасности. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – 206 с.

4. 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.

УДК 691.32

Савин С. А.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОБЛЕМЫ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ КОНДУКТИВНОМ СПОСОБЕ ПРОГРЕВА БЕТОНА

***Аннотация.** В статье раскрывается понятие кондуктивного способа прогрева бетона. Даны положительные и отрицательные стороны при использовании данного метода прогрева в зимнем бетонировании. На основе изучения данной проблемы делается вывод, что данный способ зимнего бетонирования нуждается в усовершенствовании и оптимизации.*

***Ключевые слова:** зимнее бетонирование, кондуктивный способ прогрева бетона.*

Изучению гидратации цемента посвящено множество работ [1]. Гидратация цемента – химический процесс, основанный на присоединении воды клинкерными составляющими цемента с образованием новых частиц – гидратов. Изначально при затворении цемента водой образуется цементный раствор, гелеобразное вещество, которое вследствие твердения переходит в цементный камень. Реакция гидратации происходит с выделением тепла [1,2].

Данный процесс тепловыделения имеет как положительные, так и отрицательные стороны. В процессе зимнего бетонирования данный процесс является положительным фактором, что позволяет экономить при прогреве бетона. Таким образом, при строительстве массивных конструкций прогрев бетона может не проводиться, так как экзотермическая реакция твердения бетона и дополнительное утепление укрывными утеплителями достаточны для набора прочности, что позволяет экономить на

энергоресурсах. В тонкостенных конструкциях с большим модулем поверхности дополнительный прогрев необходим, однако в настоящее время задача по увеличению количества выделяемого тепла стоит остро. С этой целью увеличивают процентное содержание бетона в 2 раза, а именно с 200 до 400 кг/м³. Это позволяет уменьшить мощность прогрева и энергозатраты.

Проблема затрат электроэнергии остро указывает на необходимость быстрого качественного бетонирования в современных условиях при этом с минимальной трудоемкостью и малыми финансовыми вложениями. Таким образом, укладывание прогревочного провода в тело бетона и последующий прогрев конструкции позволяет полностью использовать выделяемое тепло. Прогревочный провод подразумевает использование провода со стальным сердечником, поскольку сталь имеет большое сопротивление.

Основным вопросом при использовании данного метода является расчет параметров при прогреве. В настоящее время не существует регламентирующих нормативных документов, расчетов по применению технологии прогрева проводом.

Выбор режима термообработки обеспечивает равномерный прогрев бетона, расчет параметров греющего провода и шага укладки, однако данные вопросы мало изучены.

Анализ практики показал, что прогрев бетона в большинстве случаев осуществляется без каких-либо расчетов, основной точкой отсчета считается опыт предыдущих бетонирований, а сам инженерно-технический персонал мало знаком с данным вопросом. Однако климатические условия, толщина и особенности конструкций, мощность электроэнергии, материалы, оборудование везде различны, поэтому режим термообработки в каждом случае индивидуален.

Кроме того, вопрос о контроле температуры бетона также сложен. На строительных площадках данный контроль должным образом не осуществляется или не производится вообще. Отсюда возникает проблема закипания бетона при интенсивном прогреве или недобор прочности при раннем отключении прогрева.

В современных условиях бетонирования данный контроль обуславливается непрерывным контролем и ведением журнала. При бетонировании площади в 400 м² необходимо около 100 точек контроля. В обычных условиях это крайне затратная процедура.

В настоящее время количество устанавливаемых температурных датчиков для необходимости контроля не регламентируется, но должно быть предусмотрено проектом производства работ.

Тесно с температурным контролем связан вопрос о наборе прочности бетона. В соответствии с ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» прочность бетона монолитных конструкций осуществляется методами непосредственно на строительной площадке. При этом испытанию подвергается поверхность конструкции при помощи измерительных приборов или средств ультразвукового контроля. Сама методика испытаний не учитывает набор прочности конструкции при отрицательных температурах. Кроме того, при замерзании конструкции или возможном обледенении невозможно получить достоверную информацию о прочности бетона.

При изучении вопросов зимнего бетонирования возникает вопрос об обеспечении трещиностойкости бетона. Сокращение времени нахождения бетона под тепловой защитой обуславливается допустимой скоростью охлаждения, превышение которой может привести к трещинообразованию. При достаточно эффективной теплозащите эта скорость мала, что задерживает снижение температурных перепадов до безопасных значений. [3].

Кроме того, при обогреве бетонной смеси происходит процесс перемещения влаги от бетонной смеси к нагревательным элементам. Данный процесс обуславливается процессом термодиффузии, ухудшающим сцепление поверхностей в следствии жидкой прослойки. А также возможно ухудшение процесса теплопередачи вследствие вибрирования бетона и перемещения дополнительной влаги в область нагревательных элементов.

Выводы

1. Метод зимнего бетонирования с применением греющего провода нуждается в рационализации технологии укладки и обогрева бетонной смеси с применением методов кондуктивной обработки.
2. Наиболее рациональным способом прогрева бетона в зимних условиях является использование нагревательных проводов в теле конструкции.

Литература

1. Анисимов, С. Н. Влияние температуры твердения на раннюю прочность пластифицированного бетона / С. Н. Анисимов // Восемнадцатые Вавиловские чтения: материалы международной междисциплинарной научной конференции: в 2 ч. / под общ. ред. В. П. Шалаева. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – Ч. 2. – С. 139-141.
2. Минаков, Ю. А. Исследование обогрева бетона стыковых зон каркасных конструкций в термоактивной опалубке / Ю. А. Минаков, О. В. Кононова, С. Н. Анисимов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8-6. – С. 1313-1317.

3. Афанасьев, А. А. Оценка тепловых полей при ускоренных методах твердения бетонов в монолитном домостроении / А. А. Афанасьев, Ю. А. Минаков // Теоретические основы строительства. – М., 1998. – С. 247–254.

УДК 691.32

Сушенцов А. В.

Научный руководитель: Анисимов С. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Проведены испытания глинистого сырья с трех месторождений Республики Марий Эл. Исследованы показатели пластичности. Представлены рекомендации для применения при производстве керамического кирпича.*

***Ключевые слова:** глина, керамический кирпич, граница текучести и раскатывания, пластичность.*

Керамический кирпич остается одним из самых востребованных кладочных материалов на протяжении долгого времени. Основным сырьем для его изготовления служит глина. Глина, замешанная с определенным количеством воды, образует пластичное, поддающееся формованию тесто, обладающее рядом физико-химических свойств, которые определяют возможность его использования в производстве керамического кирпича.

Под пластичностью глин принято понимать их способность под действием нагрузки деформироваться без образования трещин, принимать любую форму и сохранять ее после прекращения действия нагрузки.

Целью настоящего исследования является исследование пластичности глины трех месторождений Республики Марий Эл.

Для достижения данной цели необходимо выполнить задачи:

1. определить границу текучести представленных образцов глины;
2. определить границу раскатывания представленных образцов глины.

Материалы и методы исследования

В качестве материала для исследования были взяты образцы глины из трех карьеров:

1. Кабачинское месторождение (недропользователь ООО «Вадно» производство керамзита),

2. Советское месторождение кирпичных суглинков (расположено рядом с Советским кирпичным заводом Республики Марий Эл);

3. Ошургинское месторождение (минерально-сырьевая база завода по производству керамического кирпича ОАО «Стройкерамика»).

Границу текучести определили путём приготовления из исследуемого сырья пасты, при которой балансирный конус Васильева погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм. Границу раскатывания пластичности определили путём приготовления пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3 – 10 мм.

Число пластичности P вычислили по формуле:

$$P = W_T - W_p, \quad (1)$$

где W_T – влажность массы, соответствующая границе текучести, %;

W_p – влажность массы, соответствующая границе раскатывания, %.

Влажность рассчитали по формулам:

$$W_{\text{отн.}} = m_1 - m_0 \cdot 100, \%;$$

$$W_{m_1 - m_2 \text{ абс.}} = m_2 - m_0 \cdot 100, \%;$$

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице представлены результаты определения пластичности глин трех месторождений Республики Марий Эл.

Физико-механические свойства «глины»

Показатель	Текучесть			Раскатывание		
	1	2	3	1	2	3
Название месторождения						
Номера бюксов	91	69	93	312	67	77
Вес пустого бюкса, г	19,92	20,02	19,80	13,50	19,77	13,25
Вес бюкса с влажным грунтом, г	39,62	41,35	46,08	24,09	38,54	22,32
Вес бюкса с сухим грунтом, г.	34,08	36,88	39,98	21,93	35,56	21,01
Влажность отобранного грунта, %	39,12	26,51	30,23	25,62	18,87	18,80
Пластичность, %	13,50	7,64	11,43			
Разновидность суглинка	тяжелый	легкий	легкий			

Анализ результатов показывает, что по стандарту ГОСТ в 25100 в Кабачинском месторождении залегают тяжелые суглинки, а глинистое сырье Советского и Ошургинское месторождений легкое, что более пригодно для производства керамического кирпича.

Выводы. Исследования показали, что при производстве керамического кирпича следует использовать глинистое сырье Советского и Ошургинского месторождений Республики Марий Эл.

Литература

1. Гнедина, Л. Ю. Экспериментальное определение прочностных характеристик различных видов кирпича и кирпичной кладки при центральном сжатии / Л. Ю. Гнедина // Строительные материалы. – 2007. – №12. – С. 18-19.
2. Улыбин, А. В. О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений / А. В. Улыбин, С. В. Зубков // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 3. – С. 29-34.
3. Иванова, А. В. Технологические испытания глин: учеб. электр. текстовое издание / А. В. Иванова, Н. А. Михайлова. – Екатеринбург: УГТУ, 2005. – 41 с.

УДК 625.712.1

Тихвинская Д. П., Кочергин Г. А.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук

Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЛЕНИНСКИЙ ПРОСПЕКТ - УЛ. ЭШКИНИНА Г. ЙОШКАР-ОЛА

***Аннотация.** В статье представлены результаты по установлению загрузки движением на кольцевом пересечении Ленинский проспект – ул. Эшкинина г. Йошкар-Ола. Даны рекомендации по совершенствованию пересечения.*

***Ключевые слова:** кольцевое пересечение, интенсивность движения, загрузка движением, транспортная планировка.*

Известно, что с каждым годом интенсивность движения автомобилей растет. С увеличением интенсивности растет загрузка дорог. Поэтому необходимо своевременно исследовать транспортные потоки и разрабатывать проекты организации движения транспорта. Выявлять участки улиц, где происходит торможение потока, то есть образуются «пробки». В данной работе исследовано одно из главных пересечений города – Ленинский проспект и ул. Эшкинина.

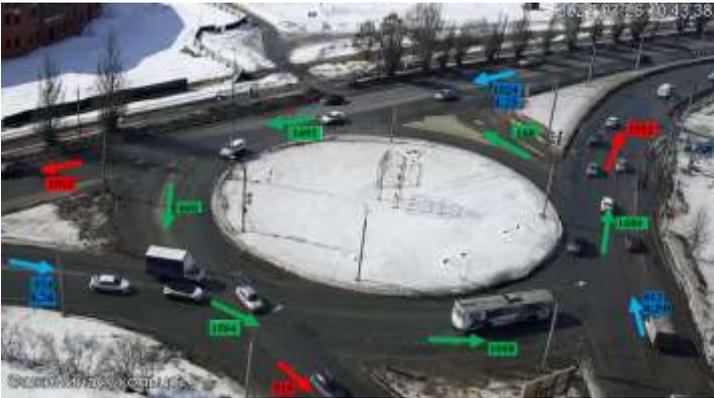
Для города Йошкар-Ола был знаменательным 2015 год – это год, когда рядом с существующим мостом через р. Кокшага на Ленинском проспекте был построен новый. В результате произошло перераспределение

потоков в городе, и количество машин проезжающих по этому мосту увеличилось. Соответственно возросла нагрузка и на кольцевое пересечение Ленинский проспект – Эшкинина. В связи с этим является актуальным проверить реальную загрузку этого пересечения. С этой целью в часы пик, в обеденное время в интервале от 12 до 13 часов, была определена интенсивность по всем потокам пересечения.

Перекресток состоит из 3-х веток, которые подразделены на потоки в прямом и обратном направлении. Потоки движутся по двум и трем полосам. Пересечение имеет 12 ключевых сечений: на выезде и въезде – по три и сечения объединенных потоков на кольце [1].

В результате наблюдения установлена фактическая интенсивность движения на кольце, которая составила 1020 автомобилей в час.

Пропускная способность и уровень загрузки движением установлены по нормативу [2]. Установленное значение пропускной способности составило 1216 авт/час. Поскольку автомобили, двигающиеся по кольцевому пересечению, имеют преимущество перед въезжающими на пересечение автомобилями, то на данном кольцевом пересечении следует учитывать загрузку движения на въездах.



Результаты исследований: показаны фактические значения интенсивностей движения в авт/час, на въездах под значениями интенсивностей представлены значения коэффициентов загрузки

Оптимальным значением коэффициента загрузки считается значение 0,65. Таким образом, въезд с моста считается неэффективным ($K_{загр}=1,25 > 0,65$), превышает экономически эффективный уровень, то есть въезд перегружен. Частично перегружен и въезд со стороны ул. Петрова ($K_{загр}=0,76 > 0,65$). То есть следует разработать мероприятия по увеличению

пропускной способности. Предлагается добавить дополнительные полосы движения на участках с высокой нагрузкой. Однако в дальнейшем следует учесть снижения интенсивности и уровня загрузки движения за счет строительства магистрали Кирова-Строителей.

Литература

1. ОДМ 218.2.071-2016. Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – М.: ФДА Роставтодор, 2012. – 130 с.
2. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: ФДА Роставтодор, 2012. – 148 с.

УДК 625.75

Толстова А. Г., Речкин Д. В.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук
Поволжский государственный технологический университет

ПРОТИВОГОЛОЛЕДНАЯ ОБРАБОТКА ПОКРЫТИЙ ПРИБЪЕКТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГРАЖДАНСКИХ ДОМОВ

***Аннотация.** В статье выполнен обзор существующих способов борьбы с зимней скользкостью на покрытиях, предложен способ противогололедной обработки.*

***Ключевые слова:** зимнее содержание дорог, противогололедные материалы, гидрофобизация.*

В настоящее время как в России, так и за рубежом основными способами борьбы с гололедообразованием и зимней скользкостью являются фрикционный и комбинированные способы. В РФ их доля составляет 94,3 % [1]. Однако по сравнению со способами механической очистки, они приводят к удорожанию работ по зимней эксплуатации в 3 раза [1]. Кроме того, отработанный материал загрязняет дорожное полотно, а в населенных пунктах он забивает водоотводные инженерные коммуникации. Поэтому, имея в виду зарубежный и отечественный опыт, в России принята концепция перехода к борьбе с зимней скользкостью на дорогах химическими способами. Наряду с традиционными способами борьбы [1, 2], предупреждения и ликвидации скользкости и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду за последние десятилетия по-

явились новые способы. Они направлены и сводятся к обеспечению повторного использования противогололедных растворов, конвективному оттаиванию льда на покрытии, добавлению в противогололедное покрытие ингибиторов коррозии и т. д. [1]. В этом направлении наиболее прогрессивным методом выглядит обработка покрытий, подверженных гололедообразованию, гидрофобными веществами.

Гидрофобизация покрытий дорог как способ борьбы с зимней скользкостью давно известен [3, 4]. Нанесение тонких пленок этих материалов позволяет на некоторое время уменьшить силы сцепления льда и покрытия. Как известно, молекулы воды и льда несут в себе дипольность. Активные компоненты вяжущего битума также содержат нескомпенсированные и полярные атомы, и поэтому его поверхности обладают определенной поверхностной энергией. В результате этого возникают межмолекулярные взаимодействия ориентационного характера. Молекулярному взаимодействию предшествует контакт и смачивание жидкости (воды, льда) и поверхности, что сопровождается уменьшением свободной поверхностной энергии. При этом затрачивается работа, определяемая по уравнению Дюпре-Юнга:

$$W_{\text{адг}} = \sigma_{12} \cdot (1 + \cos(\theta)), \frac{\text{мДж}}{\text{м}^2},$$

где σ_{12} – свободная поверхностная энергия на разделе фаз «жидкость-газ», мДж/м²; θ – краевой угол смачивания жидкости на асфальтобетоне.

Как видно из уравнения, работа адгезии возрастает по мере уменьшения краевого угла смачивания. Так как при гидрофобизации поверхности краевой угол смачивания увеличивается и поверхностное натяжение уменьшается, то работа адгезии должна уменьшаться.

Главными недостатками такого способа при борьбе с зимней скользкостью на автодорогах являются относительная дороговизна и недостаточная продолжительность эффекта (1-3 месяца). Последнее объясняется высокой интенсивностью движения автомобилей, за счет чего гидрофобная пленка быстро истирается. Но остается открытым вопрос применения такого способа для тротуаров, стоянок, автобусных остановок, главной отличительной особенностью которых является низкое механическое воздействие внешних факторов по отношению к автодорогам. В связи с этим считаем, что гидрофобизация таких покрытий является очень актуальной темой и появляется необходимость в теоретических и экспериментальных исследованиях в данной области. В качестве добавок предлагается использование добавок, применяемых в строительстве: «Аквафоб», «Розакор», «Кристазол», «Спектр» и др., которые представляют собой раствор кремнийорганической жидкости в растворителе.

Литература

1. Розов, Ю. Н. Противогололедные материалы для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и улицах / Ю. Н. Розов, С. Ю. Розов, О. В. Френкель // Обзорная информация. – М.: ФДА «Информационный центр по автомобильным дорогам», 2006. – №4. – 105 с.
2. Веюков, Е. В. Технологии строительства и очистки ото льда лесовозных дорог с антигололедным покрытием / Е. В. Веюков // дис... канд. техн. наук. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – 160 с.
3. Методические рекомендации по зимнему содержанию автомобильных дорог в Казахстане / под ред. Л. Б. Гончарова. – Алма-Ата, 1973. – 241 с.
4. Пат. 2086601 ФРГ, МПК С 09 К 3/18. Противообледенительное покрытие / Стуре Перссон, Ларс-Орф Андерсон // Б.И. – 1997. – №22.

УДК 691.7

Якупова Л. А.

Научный руководитель: Бородина Е. А., старший преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТАЛЛИЧЕСКОМУ ТОНКОЛИСТНОМУ ПРОКАТУ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены металлические виды облицовки фасадов в настоящее время, представлены положительные качества сайдинга, проведен анализ нормативной базы требований к металлическому тонколистному прокату на основе таких нормативных документов, как ГОСТ Р 58953-2020 и ГОСТ 34180-2017.*

***Ключевые слова:** облицовочные материалы, сайдинг, металлы, нормативные документы.*

К наружным ограждающим конструкциям здания относят стены наружные, кровлю (покрытие), полы, окна и двери. Особое внимание уделяется наружным стенам, занимающим по площади большую часть ограждающих конструкций. Важными свойствами облицовочных материалов для фасадов являются защита от воздействий окружающей среды, сохранение свойств материалов стены, ремонтпригодность, долговечность и декоративность.

Металлы как материал обладают положительными свойствами: прочность, негорючесть, декоративность, срок службы от 30 лет, ремонтпри-

годность и другие. Но наряду с плюсами имеются и отрицательные стороны, такие как высокая теплопроводность, коррозия, большая масса крупных элементов, низкая шумоизоляция.

Один из популярных отделочных материалов для фасадов зданий – это сайдинг [1]. Он представляет собой стеновые панели для облицовки и защиты фасадов домов от внешних воздействий, не требующие дополнительной покраски.

Различают всего два вида сайдинга – виниловый и металлический, но остановимся подробнее именно на металлическом.

Металлический сайдинг изготавливается из оцинкованной стали холодного проката или алюминиевого сплава. Данные панели покрыты лакокрасочным материалом и часто применяются в малоэтажном строительстве и в облицовке промышленных зданий, зданий автозаправочных станций и частных домов. Металлический сайдинг можно применять в самых сложных условиях благодаря его прочности, устойчивости к большим перепадам температуры и механическим повреждениям. Этот вид отделки сохраняет декоративные свойства (цвет) и прочностные свойства в течение более 25 лет в определенных условиях эксплуатации, а именно в умеренно холодном и холодном климате и защищает здание от ультрафиолетового излучения, сырости, гниения и ржавчины.

Помимо вышеперечисленного, это нетоксичный строительный материал, требующий минимальных затрат на обслуживание. Кроме того, разработаны системы вентилируемых и утепленных фасадов с облицовкой сайдингом.

Требования для данного вида отделки и прочих были представлены в нормативных документах, а именно в ГОСТ 34180-2017 «Прокат стальной тонколистовой холоднокатаный горячеоцинкованный с полимерным покрытием с непрерывных линий» [2] и ГОСТ 30246-2016 «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций». С 1 апреля 2021 года был введен документ ГОСТ Р 58953-2020 «Прокат тонколистовой металлический для фальцевых кровель и фасадов» [3]. Существенное его отличие от прежних стандартов заключается в отсутствии требований к металлам, и это является проблемой для производства и использования металлических конструкций.

После тщательного изучения свода правил можно сделать вывод о том, что цель создания ГОСТ Р 58953-2020 – унификация требований к металлическому тонколистовому прокату для фальцевых кровель и фасадов и обеспечение возможности потребителю более точного выбора характеристик заказываемой продукции с учётом особенностей применения в конкретных условиях, что позволяет заказчику оптимизировать стоимость заказа. Исходя из содержания, новый ГОСТ сократил перечень обязательных пунктов, которым должен отвечать выпускаемый в стране

тонколистовой металлический прокат. Документом строго регламентированы следующие характеристики: химический состав примененного металла, механические свойства, геометрия изделия, тип и качество поверхности. Все прочие параметры продукции, имеющиеся в прежнем ГОСТ 34180-2017, устанавливаются как дополнительные характеристики, подлежащие индивидуальному обсуждению между изготовителем и заказчиком материала, а значит, являются необязательными.

Рассмотрим виды проката, применяемого для фальцевых кровель и фасадов по ГОСТ Р 58953-2020.

Из стали изготавливаются два вида стального тонколистового холоднокатанного горячеоцинкованного проката: с полимерным покрытием и без полимерного покрытия. Тип поверхности – защитное металлизированное покрытие (цинковое покрытие, цинкалюминиевое покрытие) и полимерное защитное покрытие. Из таких материалов, как цинк-титан, медь (включая сплавы – латунь, бронза, сплав с алюминием), алюминий, нержавеющая сталь, документом прописано изготовление тонколистового проката с различными типами поверхности. В сравнении с ГОСТ 34180-2017, в пункте 4 нового ГОСТ даются положения, в основном, описывающие внешний вид и защитное покрытие. В пункте 5 представлены основные технические свойства, в частности, по стали, причем механические свойства представлены только для толщины изделия 0,5-0,7 мм, в то время как для других сплавов толщина изделия в своде правил отсутствует. При всем этом в прежнем нормативном документе, а именно в пункте 4.3. указана допустимая толщина изделия 0,2-2,0 мм.

Таким образом, можно сделать следующее заключение: основными характеристиками, указанными в ГОСТ Р 58953-2020, являются вид металла/сплава, вид проката и тип поверхности. Опираясь на изученный материал, следует вывод о том, что в данном нормативном документе сокращены требования к химическому составу сплавов, толщине изделия, но подробно рассмотрены требования к защитному покрытию.

Литература

1. Федотов, А. С. Анализ существующих материалов для облицовки фасадов в малоэтажном домостроении / А. С. Федотов // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. – 2017. – №3(21).
2. ГОСТ 34180-2017. Межгосударственный стандарт. Прокат стальной тонколистовой холоднокатаный горячеоцинкованный с полимерным покрытием с непрерывных линий. Технические условия.
3. ГОСТ Р 58953-2020. Стандарт Российской Федерации. Прокат тонколистовой металлический для фальцевых кровель и фасадов. Общие технические условия.

УДК 519

Васильев Н. И.

Научный руководитель: Уразаева Т. А. канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОДНОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОТКАЗОМ

Аннотация. Представлен одноканальный вид системы массового обслуживания с отказом с примером решения задачи.

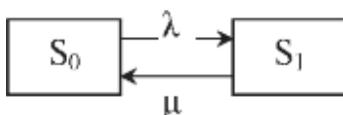
Ключевые слова: состояние, система, поток состояний.

Системы массового обслуживания (СМО) представляют собой системы специального вида, реализующие многократное выполнение однотипных задач. Такие системы играют важную роль во многих областях экономики, финансов, производства и быта.

Для совершенствования деятельности систем массового обслуживания необходимо тщательно производить наблюдения за процессами обслуживания в системе. На основе наблюдений можно выделить экономические критерии оценки работы систем.

СМО могут быть одноканальными или многоканальными. В данной статье рассматривается одноканальная система с отказом в обслуживании на примере диспетчерской службы с одним телефонным номером. В тот момент, когда телефон занят, заявка, пришедшая на обслуживание, покидает систему не обслуженной, т. е. образование очереди в такой системе невозможно.

Размеченный граф такой системы приведем на рисунке, где λ – интенсивность потока заявок и интенсивность обслуживания соответственно. Состояние системы S_0 обозначает, что канал свободен, а S_1 – что канал занят обслуживанием заявки.



Граф состояний

Для определения основных характеристик системы используется уравнение Колмогорова, позволяющее вычислить все вероятности состояний системы массового обслуживания в функции времени:

$$P = \left(1 + \frac{\lambda_0}{\mu_0} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_0 \mu_1}\right)^{-1};$$

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_0} * P_0.$$

А для определения относительной (Q) и абсолютной (A) пропускной способности – следующие формулы:

$$O = \frac{\lambda * P_0}{\lambda} = P_0;$$

$$A = \frac{\lambda * \mu}{\lambda + \mu} = \lambda * Q.$$

Приведем следующий пример.

В мастерской по мелкому (срочному) ремонту обуви работает один мастер. Клиенты в мастерскую приходят независимо друг от друга в среднем через каждые 30 мин. Мастер выполняет заказ одного клиента в среднем 20 мин, в случае, если мастер занят, клиенты уходят. Необходимо определить долю потери клиентов.

Работа системы будет описана двумя состояниями:

1. система свободна;
2. система занята обслуживанием.

Следовательно, долю потери клиентов будет характеризовать P_1 , вероятность состояния S_1 , т. к. клиенты уходят, когда мастер занят. Таким образом, рассчитав P_1 , узнаем долю потери клиентов.

Из теоретической части следует, что вероятности одноканальной системы массового обслуживания с отказом можно найти, используя уравнение Колмогорова. И для решения необходимо определить характеристики системы:

1. интенсивность потока клиентов (λ) здесь будет равна 2 кл./ч (клиенты подходят к мастеру в среднем каждые 30 мин);
2. интенсивность обслуживания (μ) – 3 заказа/ч (мастер выполняет один заказ в среднем 20 мин).

Подставим значения интенсивностей в формулы для решения уравнения Колмогорова:

$$P_0 = \left(1 + \frac{2}{3}\right)^{-1} = 0,600;$$

$$P_1 = \frac{2}{3} * 0,600 = 0,399 \approx 40\% .$$

Таким образом, доля потери клиентов составляет 40%, т. е. из 100 % приходящих клиентов мастер в состоянии обслужить только 60%. По результатам складывающегося потока клиентов для данной мастерской можно рекомендовать второго мастера.

Литература

1. Солнышкина, И. В. Теория систем массового обслуживания: учеб. пособие / И. В. Солнышкина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 76 с.
2. Система массового обслуживания с отказами: определения и формулы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=sms-s-otkazami> (дата обращения 31.03.2021).

УДК 338.27

Григорьева В. В.

Научный руководитель: Абдулаев В. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЗАГРУЗКИ КОЕЧНОГО ФОНДА СТАЦИОНАРОВ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

***Аннотация.** В статье рассматривается параметрическая модель стационарной медицинской помощи с ограниченным коечным фондом. Модель разработана для прогнозирования динамики показателя занятости коечного фонда.*

***Ключевые слова:** прогнозирование, коечный фонд, COVID-19, нормальный закон распределения.*

31 декабря 2019 года Всемирная организация здравоохранения была проинформирована об обнаружении случаев пневмонии, вызванной неизвестным возбудителем, 3 января китайские службы сообщили ВОЗ о 44 случаях пневмонии в городе Ухань провинции Хубэй. Патоген оказался новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), которая впоследствии распространилась на Юго-Восточную Азию, страны Европы, Южной и Северной Америки, Россию и СНГ. Данный вирус передаётся воздушно-капельным путём. В связи с его распространением, в больницах

стало расти число заболевших, следовательно, коечных мест требуется всё больше и больше. В данной работе рассматривается динамика показателя занятости коечного фонда стационаров, которая сформирована параметрической моделью (модель Hospital). Программный код модели написан на языке программирования Python.

В настоящее время существует несколько типов COVID-19, которые различны по своим симптомам и степени заражения. Длительность течения зависит от того, в какой форме проходит заболевание.

Если болезнь протекает в легкой форме, продолжительность заболевания составляет около двух недель. Такие пациенты, как правило, не госпитализируются и лечатся амбулаторно. «Выздоровление пациента со средней тяжестью течения заболевания, вызванного новой коронавирусной инфекцией, занимает не менее трех недель» [2], сообщила главный внештатный инфекционист Минздрава РФ Елена Малинникова. При тяжелом течении COVID-19 с развитием дыхательной недостаточности, дистресс-синдрома, а также при наличии хронических заболеваний длительность может составлять более 4-5 недель. Полное выздоровление в зависимости от степени тяжести может потребовать гораздо больше времени – до полугода. Остаточные явления после купирования всех симптомов, отрицательных тестов сохраняются от двух недель до месяца. «Тяжелые пациенты госпитализируются сразу в палату интенсивной терапии, со среднетяжелыми формами – в инфекционное отделение. Основа терапии – кислородное обеспечение пациента на фоне медикаментозной терапии. Минимальный курс стационарного лечения – 2 недели, но он может удлиниться и до 1,5 месяцев. Много зависит от эпидобстановки в регионе: если заболевших очень много, такого пациента выпишут под наблюдение врача и с соблюдением двухнедельной самоизоляции. Если все спокойно, пациента оставляют в стационаре до полного разрешения симптомов болезни.» [1].

Смоделировано несколько условных ситуаций, в которых жители города имеют разные степени заразности, в зависимости от типа коронавируса. Для горожан также учитываются их возрастные группы:

- 1) до 20 лет;
- 2) до 40 лет;
- 3) до 60 лет;
- 4) до 80 лет.

Описание работы модели больницы, с ограниченным числом коечных мест, начинается с генерирования коечных мест в графическом окне (рис. 1).

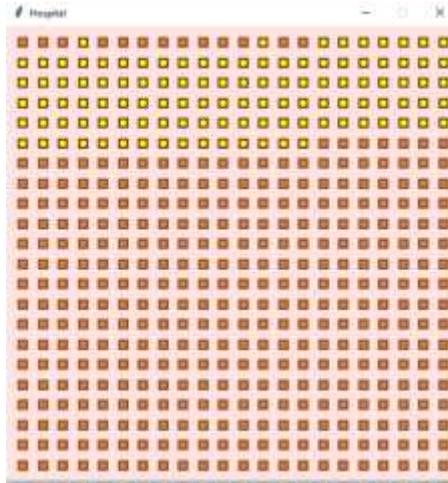


Рис. 1. Графическое окно больницы

Койки изображены квадратами, а пациенты – кругами. То есть при поступлении в больницу заболевшего горожанина, он помещается на предоставленное ему койко-место, и графическое окно рисует на квадрате круг. Пациенту автоматически добавляется свойство о времени его лечения, которое генерируется функцией нормального распределения Гаусса и учитывает возрастную категорию жителя.

$$F(x) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_i)^2}{2\sigma_i^2}},$$

где m_i – математическое ожидание времени, проведенного в стационаре пациента i -ой возрастной группы; σ_i – дисперсия; x – переменная, для которой высчитывается плотность вероятности.

Каждый день количество пациентов меняется. Выписываются те, чье время лечения закончилось, поступают новые заболевшие из модели Town. Чтобы отследить динамику этих изменений, строится график из сформированных в модуле данных по занятости коечного фонда. Благодаря полученной динамике можно отследить то, как в течение периода меняется число пациентов, что позволит спрогнозировать необходимое число коечных мест, для каждого известного типа коронавируса. В экспериментах с разработанной моделью были построены графики занятости коечного фонда, один из которых изображён на рис. 2.

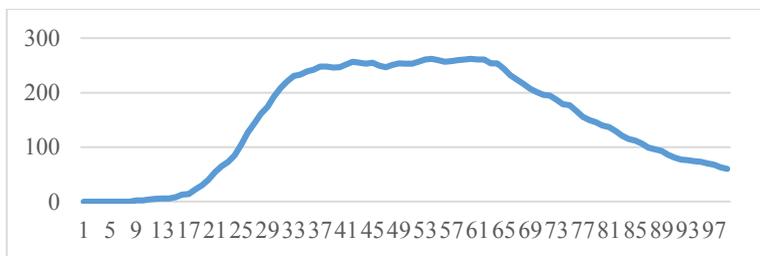


Рис. 2. Занятость коечного фонда

Чтобы в условиях пандемии государство могло вовремя обеспечить население необходимым количеством коечных мест в больницах, можно заранее спрогнозировать занятость коечного фонда.

Литература

1. Жаворонкова, Л. Сколько дней болеют коронавирусом до выздоровления. [Электронный ресурс] // Семейная клиника «Опора», 2020. – Режим доступа: Сколько дней болеют коронавирусом до выздоровления (yandex.ru) (дата обращения 25.03.2021).
2. Эксперт рассказала, сколько займет выздоровление пациента со средней тяжестью COVID-19. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tass.ru/obschestvo/8421235> (дата обращения 25.03.2021).

УДК 303.724.32

Григорьева В. В.

Научный руководитель: Игнашева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПАРНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ИНДЕКСА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЦЕН НА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ТОВАРЫ

***Аннотация.** В данной статье произведен анализ влияния на индекс потребительских цен на продовольственные товары среднемесячной номинальной заработной платы работников Российской Федерации. Рассмотрена статистически значимая регрессионная модель индекса продовольственных товаров.*

***Ключевые слова:** индекс потребительских цен, среднемесячная номинальная заработная плата, регрессионный анализ, парная регрессия.*

Индекс потребительских цен на товары и услуги (ИПЦ) измеряет отношение стоимости фиксированного перечня товаров и услуг в ценах текущего периода к его стоимости в ценах предыдущего периода и характеризует изменение во времени общего уровня цен на товары и услуги, приобретаемые населением для непроизводственного потребления. Регрессионный анализ – это метод статистического анализа зависимости случайной величины y от переменных x , рассматриваемых как неслучайные величины независимо от их истинного закона распределения. Парная регрессия представляет собой зависимость между двумя переменными y и x , т. е. модель вида $y = f(x)$, где y – зависимая переменная; x – независимая, объясняющая переменная.

В таблице 1 представлены исходные данные [2] о среднедушевых денежных доходах населения и оборота розничной торговли в расчете на душу населения за период с 2007 по 2019 гг.

Таблица 1

Год	Среднемесячная номинальная начисленная з/п работников РФ, руб. (x)	ИПЦ на продовольственные товары, %. (y)
2007	13593	104,2
2008	17290	106,56
2009	18638	108,35
2010	20952	109,02
2011	23369	110,2
2012	26629	113,16
2013	29792	114,07
2014	32495	116,07
2015	34030	120,73
2016	36709	114,77
2017	39167	118,04
2018	43724	117,19
2019	47468	119,99

Для расчета параметров a , b уравнения линейной регрессии построена рабочая Таблица 2.

Таблица 2

№	$y \cdot x$	x^2	\hat{y}_x	$(y - \hat{y}_x)^2$	A_i
1	1416390,6	184769649	105,988003	3,1969531	1,71593334
2	1842422,4	298944100	107,674672	1,2424941	1,04605124
3	2019427,3	347375044	108,289666	0,0036402	0,0556847
4	2284187,04	438986304	109,345374	0,1058682	0,29845343
5	2575263,8	546110161	110,448074	0,0615405	0,22511213
6	3013337,64	709103641	111,935372	1,4997132	1,08220907

Окончание таблицы

7	3398373,44	887563264	113,378417	0,4782872	0,60627958
8	3771694,65	1055925025	114,611597	2,1269384	1,25648547
9	4108441,9	1158040900	115,311905	29,355752	4,48777842
10	4213091,93	1347550681	116,534136	3,1121762	1,53710562
11	4623272,68	1534053889	117,655541	0,1478087	0,32570226
12	5124015,56	1911788176	119,734566	6,4748139	2,17131629
13	5695685,32	2253211024	121,442678	2,110273	1,21066578
Итого	44085604,26	12673421858	274,911824	49,916259	16,0187773
Ср. знач.	3391200,328	974878604,5	-	-	1,23221364

Получены значения параметров: $b = 0,00046$, $a = 99,79$.

Таким образом, уравнение регрессии имеет вид: $\hat{y}_x = 99,79 + 0,00046x$; t -критерий (54,9) (7,84); $(r_{xy})^2 = 0,85$; $F_{набл} = 61,4$.

Из уравнения следует, что с увеличением среднемесячной номинальной начисленной з/п работников РФ на 1 тыс. руб., ИПЦ на продовольственные товары возрастает в среднем на 0,46%.

Величина r_{xy}^2 характеризует долю дисперсии результативного признака y , вызванную влиянием остальных, неучтенных в модели факторов [1]. Согласно расчетам $r_{xy}^2 = 0,85$.

Средняя ошибка аппроксимации $\tilde{A} = 1,23\%$, значит, качество модели хорошее, так как ошибка аппроксимации не превышает 8-10%.

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции рассчитываются t -критерий Стьюдента и доверительные интервалы каждого из показателей. Выдвинули гипотезу H_0 о статистически незначимом отличии показателей от нуля: $b = r_{xy} = 0$.

$t_{табл}$ для числа степеней свободы $\nu = n - 2 = 13 - 2 = 11$ и уровня значимости $\alpha = 0,05$ равен 2,2.

Определили случайные ошибки $m_a = 1,82$, $m_b = 0,00006$, $m_{rxy} = 0,118$, а также фактические значения t -статистик, которые превосходят табличные значения:

$$t_a = 54,9 > t_{табл} = 2,2; t_b = 7,84 > t_{табл} = 2,2; t_{rxy} = 7,84 > t_{табл} = 2,2$$

Гипотеза отклоняется, т. е. a , b и r_{xy} являются статистически значимыми. Предельные ошибки: $\Delta_a = 4$, $\Delta_b = 0,00013$. Доверительные интервалы: $\mathcal{Y}_{amin} = 95,79$ руб и $\mathcal{Y}_{amax} = 103,79$ руб.; $\mathcal{Y}_{bmin} = 0,00033$ руб. и $\mathcal{Y}_{bmax} = 0,00058$ руб.

Сравнение фактического и критического (табличного) значений F -критерия Фишера: $F_{табл} = 4,8 < F_{факт} = 61,4$, значит, гипотеза H_0 о статистической незначимости уравнения регрессии отклоняется, и построенное уравнение признается статистически значимым и надежным. Прогнозное значение \hat{y}_p нашли путём подстановки в построенное уравнение

регрессии \hat{y}_x соответствующего (прогнозного) значения $x_p = 50\ 000$ руб.
 $\hat{y}_p = 122,79\%$; $m_{yp} = 2,21$ руб.; $\Delta\hat{y}_p = 4,87$.

Доверительный интервал прогноза: $\mathcal{Y}_{pmin} = 117,92$ руб. и $\mathcal{Y}_{pmax} = 127,66$ руб. Выполненный прогноз ИПЦ является надежным и точным, диапазон верхней и нижней границ доверительного интервала составляет 1,08 раза.

Данная модель подтверждает, что рост среднемесячной номинальной начисленной з/п работников РФ является фактором увеличения индекса потребительских цен на продовольственные товары.

Литература

1. Игнашева, Т. А. Методы прогнозирования социально-экономических процессов [Текст]: учебное пособие / Т. А. Игнашева – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 103 с.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gks.ru/>. (дата обращения 28.03.2020).

УДК 519.863

Дубникова К. Д.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОКУПКИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ (СИЗ) МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

***Аннотация.** Осуществляется постановка задачи о ранце, приведённой к практическому примеру. На основании имеющихся данных приведено решение задачи методом ветвей и границ. Полученный итог показал эффективность метода при решении задачи, в ходе которого был выявлен оптимальный для покупки набор средств индивидуальной защиты.*

***Ключевые слова:** ветвление, оптимизация, целевая функция.*

Предмет данного исследования – это задача о рюкзаке. Объект исследования заключается в применении метода ветвей и границ для решения задачи. При этом цель исследования состоит в нахождении оптимального для покупки набора средств индивидуальной защиты.

Различные вариации задачи о ранце принадлежат комбинаторной оптимизации. «Своё название получила от конечной цели: уложить как можно большее число ценных вещей в рюкзак при условии, что вместимость рюкзака ограничена» [2]. В свою очередь, комбинаторная оптимизация является областью теории оптимизации в прикладной математике, связанной с исследованием операций.

Далее приводится постановка частной задачи о ранце. В текущей задаче дано следующее:

- на покупку средств индивидуальной защиты у посетителя аптеки имеется 2000 руб.;
- покупатель может приобрести пары перчаток, каждая из которых имеет стоимость в 80 руб., занимает пространство рюкзака в 1120 мл и обеспечивает защиту от возбудителей заболевания в течение 5 час.;
- покупатель может приобрести флаконы антисептика, каждый из которых имеет стоимость в 200 руб., занимает пространство рюкзака в 700 мл и обеспечивает защиту от возбудителей заболевания в течение 7 час.;
- аптека может продать не более 7 пар перчаток.

Пользуясь методом ветвей и границ, определим оптимальный план приобретения средств индивидуальной защиты.

Необходимо найти максимальное значение целевой функции, выражающей суммарное количество часов защиты от возбудителей заболевания:

$$5x_1 + 7x_2 \rightarrow \max ; \quad (1)$$

при системе ограничений:

$$80x_1 + 200x_2 \leq 2000, \quad (2)$$

$$1120x_1 + 700x_2 \leq 10000, \quad (3)$$

$$x_1 \leq 7, \quad (4)$$

$$x_1, x_2 \geq 0, \quad (5)$$

где x_1 – количество пар перчаток, x_2 – количество флаконов антисептика.

Во-первых, определим область допустимых решений, решив систему неравенств (см. фор. 2-5) графически. Для это в системе двух координат отобразим каждую прямую и определим полуплоскости.

Во-вторых, построим границы области допустимых решений (рис. 1). Пересечением полуплоскостей будет являться область, координаты точек которого удовлетворяют условию неравенств системы ограничений:

Решение системы уравнений привело к значениям $x_1 = 3,5714$, $x_2 = 8,5714$, $F(x) = 77,8571$. При этом оптимальные значения переменных оказались нецелочисленными, поэтому задача была разбита на две подзадачи. В частности, первая подзадача получила новое условие $x_1 \geq 4$, а вторая подзадача – новое условие $x_1 \leq 3$.

Таким образом, была проведена процедура ветвления по переменной x_1 . Спустя множество процедур ветвления, было выявлено, что при покупке 2 пар перчаток и 9 флаконов антисептика достигается наибольшее суммарное количество часов защиты от возбудителей заболевания, т. е. $F(x) = 73$.

Как итог, был найден оптимальный для покупки набора средств индивидуальной защиты.

Литература

1. Миносцев, В. Б. Курс математики для технических высших учебных заведений. Часть 3. Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации: учебное пособие / В. Б. Миносцев. – СПб.: Лань, 2013. – 858 с.
2. Википедия [Электронный ресурс]: свобод. энцикл. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 03.04.2021).

УДК 519

Дьякова А. Д.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. Представлено решение задачи линейного программирования с помощью метода ветвей и границ.

Ключевые слова: переменная, ограничения, ветвления.

Метод ветвей и границ относится к комбинаторным методам решения целочисленных задач и применяется как к полностью, так и к частично целочисленным задачам. Суть данного метода заключается в направленном частичном переборе допустимых решений.

В статье рассматривается применение этого метода на задачах линейного программирования. Вначале она решается без ограничений на целочисленность. При этом находится верхняя граница $F(x)$, так как целочисленное решение не может улучшить значение функции цели. Затем в методе ветвей и границ определяется область допустимых значений переменных (ОДЗП) и разбивается на ряд непересекающихся областей, так называемых ветвлений, в каждой из которых оценивается экстремальное значение функции. Если целое решение не найдено, ветвление продолжается. Ветвление производится последовательным введением дополнительных ограничений.

Пусть X_k – это целочисленная переменная, значение которой в оптимальном решении получилось дробным. Интервал $[\beta_k] \leq X_k \leq [\beta_k] + 1$ не содержит целочисленных компонентов решения. Поэтому допустимое целое значение X_k должно удовлетворять одному из неравенств $X_k \geq [\beta_k] + 1$ или $X_k \leq [\beta_k]$. Таким образом, получили дополнительные ограничения. Введение их в методе ветвей и границ на каждом шаге формирует две новые и не связанные между собой подзадачи. Такая каждая подзадача решается как задача линейного программирования с исходной целевой функцией. После конечного числа шагов будет найдено целочисленное оптимальное решение.

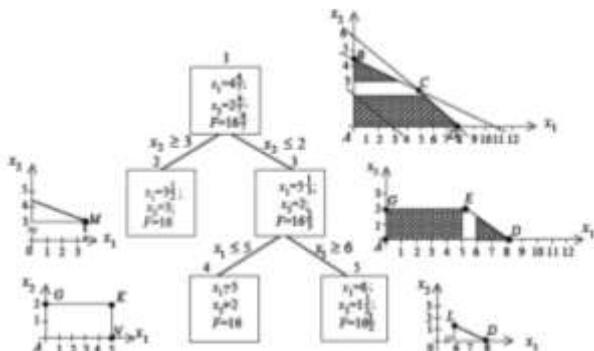
Для примера рассмотрим следующую задачу, в которой необходимо найти максимальное значение функции $F(x) = 2 * x_1 + 3 * x_2$ данным методом при соответствующих ограничениях, где $x_{1,2} \geq 0$:

$$3 * x_1 + 4 * x_2 \leq 24 \text{ и } 2 * x_1 + 5 * x_2 \leq 22 .$$

Первый этап решения – решение с отброшенными условиями целочисленности с помощью симплекс-метода. Получаем решение:

$$X_1^* = 4 \frac{4}{7}; X_2^* = 2 \frac{4}{7}; F_{\max} = 16 \frac{6}{7} .$$

Приведем графическое описание задачи на рисунке, в качестве области ОДЗП представлен четырехугольник ABCD, а координаты вершины C совпадают с X_1^* и X_2^* . Эти переменные в оптимальном решении являются нецелыми, поэтому любая из них – переменная.



Графическая интерпретация решения

Выберем x_2 . Этот выбор порождает две подзадачи: одну с добавлением ограничения $x_2 \geq 3$ к исходной задаче, а другую – путем добавления ограничения $x_2 \leq 2$. При этом ОДЗП разбивается на две заштрихованные области, а полоса значений $2 < x_2 < 3$ исключается из рассмотрения.

На втором этапе осуществляется выбор одной из подзадач. Пусть вначале решается подзадача 3 с ограничением $x_2 \leq 2$ ($x_2 + x_5 = 2$), получаем:

$$X_1^* = 4 \frac{4}{7}; X_2^* = 2 \frac{4}{7}; F_{\max} = 16 \frac{6}{7}.$$

X_1 – нецелое, продолжается ветвление, возникают подзадачи 4 и 5 с ограничениями $x_1 \leq 5$ и $x_1 \geq 6$. Полоса значений $5 < x_1 < 6$ исключается.

На третьем этапе решаются подзадачи 4 и 5. По рисунку видно, что оптимальное решение подзадачи 4 достигается в вершине K ($x_1^*=5$, $x_2^*=2$), но это не оптимум исходной задачи. Причина – еще не решенные подзадачи 3 и 5, которые также могут дать целочисленные решения. $F = 16$ определяет лишь нижнюю границу значений целевой функции.

Подзадача 5 предполагает дополнительное ограничение $x_1 \geq 6$ в подзадаче 3. Графическое решение на рисунке определяет вершину L ($x_1^*=6$, $x_2^*=3/2$), в которой достигается оптимальное решение подзадачи 5: $F_{\max}=16,5$. Дальнейшее ветвление уже нецелесообразно, т. к. большего, чем 16, целого значения функции цели получить невозможно.

На четвертом этапе исследуется подзадача 2 с ограничением $x_2 \geq 3$, находится её оптимальное решение (вершина M с координатами $x_1^*=3,5$, $x_2^*=2=3$). И $F_{\max} = 16$, которое не превышает найденного ранее решения. Теперь поиск вдоль ветви $x_2 \geq 3$ следует прекратить.

Таким образом, алгоритм метода ветвей и границ является надёжным средством решения целочисленных задач, он положен в основу большинства прикладных программ для ПЭВМ.

Литература

1. Метод ветвей и границ решения целочисленных задач линейного программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://functionx.ru> (дата обращения 30.03.2021).

2. Метод ветвей и границ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://math.semestr.ru/lp/branch.php> (дата обращения 31.03.2021).

УДК 338.27

Егошин Р. Г.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АЛГОРИТМ ЛИТТЛА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ ИТ-ОРГАНИЗАЦИИ

***Аннотация.** В данной статье отображены принципы решения задач коммивояжера на примере их решения через алгоритм Литтла.*

***Ключевые слова:** алгоритм Литтла, матрица, алгоритм, задачи коммивояжера, расчет долгосрочных операций, поиск наилучшего пути.*

Спецификация этих типов задач заключается в поиске оптимального пути между несколькими точками без возвращения в текущую точку.

Для решения задачи коммивояжера алгоритм Литтла применяется в виде гамильтоново контура. Этот контур используется в массиве точек, внутри которых расположена цена за прохождение от одной точки к другой, причем цена прохождения от одной точки в другую всегда должна быть положительна, а из каждой всегда имеется 2 пути, которые направлены на вхождение в точку и в выход из точки. Далее по отношению этих точек друг к другу строится матрица, в которой все значения, пересекающиеся по диагонали, приравниваются к бесконечности (не имеет смысла заходить в точку, в которой ты сейчас находишься).

Объектом для анализа была выбрана организация ООО Торговый дом «Гармония», которая решила повысить качество предлагаемых услуг. Для этих целей был выбран ряд мер по модернизации текущих процессов, а именно:

- 1) создание ИТ архитектуры процессов,
- 2) создание подхода тестирования программных продуктов на базе ИС,

- 3) создание нового подхода к ведению проектов,
- 4) повышение квалификации персонала по специфике их роду деятельности в предприятии,
- 5) подготовка нетиповых баз к обновлению платформы.

Все вышеуказанные меры необходимо выполнить с наименьшими временными затратами при условии, что время для подготовки к следующему проекту зависит от предыдущего. Данная информация представлена в таблице 1.

Таблица 1. Время мер для перехода процессов в месяцах

i/j	1	2	3	4	5
1	∞	4	5	7	5
2	8	∞	5	6	6
3	3	5	∞	9	6
4	3	5	6	∞	2
5	6	2	3	8	∞

В качестве произвольной точки возьмем:

$$X_0 = (1,2);(2,3);(3,4);(4,5);(5,1).$$

Это значит, что длина нашего выбранного пути будет равна:

$$F(X_0) = 4 + 5 + 9 + 2 + 6 = 26.$$

Для определения нижней границы множества воспользуемся операцией редукции, для чего необходимо в каждой строке матрицы D найти минимальный элемент, $d_i = \min(j) d_{ij}$. После найденные элементы (d_i) вычитаются из значений матрицы соответствующей строки. В итоге после этих операций в некоторых клетках матрицы должны появиться нули. То же самое действие необходимо сделать и со столбцами.

Вследствие этих действий получается полностью редуцированная матрица, где величины d_i и d_j называются константами приведения. Далее определяется нижняя граница H , которая равна сумме констант, что в нашем случае значит:

$$H = \sum d_i + \sum d_j,$$

$$H = 4+5+3+2+2+0+0+1+0 = 17.$$

Определяем ребро ветвления и разобьем все множество маршрутов относительно этого ребра на два подмножества (i,j) и (i^*,j^*) . С этой целью для всех клеток матрицы с нулевыми элементами заменяем поочередно нули на ∞ и определяем для них сумму образовавшихся констант приведения (они показаны в скобках).

Таблица 2. Таблица с суммами образовавшихся констант

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	d_i
1	∞	0(1)	1	2	1	1
2	3	∞	0(1)	0(2)	1	0
3	0(3)	2	∞	5	3	2
4	1	3	4	∞	0(2)	1
5	4	0(1)	1	5	∞	1
d_j	1	0	1	2	1	0

$$d(1,2) = 1 + 0 = 1; d(2,3) = 0 + 1 = 1;$$

$$d(2,4) = 0 + 2 = 2; d(3,1) = 2 + 1 = 3;$$

$$d(4,5) = 1 + 1 = 2; d(5,2) = 1 + 0 = 1.$$

Наибольшая сумма констант приведения равна 3 для ребра (3,1), следовательно, множество разбивается на два подмножества (3,1) и (3*,1*). Далее данное ребро исключается из этой таблицы. Вышеперечисленные операции повторяются до тех пор, пока итоговая матрица не будет иметь следующий вид:

Таблица 4. Итоговая матрица

$i \setminus j$	2	3	d_i
1	0	∞	0
5	0	1	0
d_i	0	1	1

Сумма констант приведения сокращенной матрицы равна одному. Нижняя граница подмножества (2,4) равна $17 + 1 = 18 \leq 19$. Поскольку нижняя граница этого подмножества (2,4) меньше, чем подмножества (2*,4*), ребро (2,4) включаем в маршрут с новой границей $H = 18$. В соответствии с этой матрицей включаем в гамильтонов маршрут ребра (1,2) и (5,3). В результате по дереву ветвлений гамильтонов цикл образуют ребра: (3,1), (1,2), (2,4), (4,5), (5,3),

Минимальная длина маршрута = 18.

Таким образом, реализуется расчет методом алгоритма Литла задачи коммивояжера. В итоге был получен путь по проведению мер модернизации текущих процессов, который предполагает наименьшие временные затраты. Порядок, в котором находятся вышеуказанные меры, после оптимизации имеет следующий вид: (3,1), (1,2), (2,4), (4,5), (5,3). Минимальное время для реализации мер не превышает 18 месяцев.

Литература

1. Montero, A.; Mendez-Diaz, I.; Jose Miranda-Bront, J. An integer programming approach for the time-dependent traveling salesman problem with time windows // Computers & Operations Research. 2017. Volume: 88. – P. 280-289.
2. Romm, J.E.; Nazarian, E.G. Polynomial complexity of parallel forms method the branch and bound solution to the traveling salesman problem // Izvestiya YuFU. – 2015. – №. 4. – P. 46-50.
3. Burkhovetskiy, V. V.; Steinberg, B. Y. Parallelizing an exact algorithm for the traveling salesman problem / Conference: 6th Annual International Young Scientists Conference on HPC and Computational Science (YSC): Kotka, FINLAND, NOV 01-03, 2017. Book series: Procedia Computer Science. Volume: 119 P.: 97-102.

УДК 519.816

Етрукова Д. А.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ МЕТОДА ГЕНЕРАЦИИ РАСПИСАНИЙ

Аннотация. Представлены способы организации и упорядочивания данных путем использования генератора расписаний – одного из методов решения задач теории расписаний.

Ключевые слова: теория расписаний, теория принятия решений, генераторы расписаний.

Цель работы – изучение метода генераторов расписаний при решении задач теории расписаний. Данный подход занимает особое место при распределении и упорядочении множества требований, обслуживаемых детерминированными системами с одним или несколькими приборами, при различных предположениях относительно их обслуживания. В роли «приборов» могут выступать, например, станки, преподаватели, а в качестве «требований» – обрабатываемые детали, студенты и т. п.

Генераторы расписаний базируются на применении правил, обобщающих опыт составления эффективных расписаний. Получаемые с их помощью решения являются близкими к оптимальным. При решении задач с помощью генераторов расписаний предполагается, что задано множество работ $M = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$, множество приборов $N = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$, матрица времени выполнения работ, элементы которой t_{ij} равны времени

выполнения i -й работы j -м прибором $T = \|t_{ij}\|$, и технологическая матрица $F = \|f_{ij}\|$. При задании F считается, что одна и та же работа в одном и том же технологическом цикле на разных этапах технологии выполняется на одном и том же приборе [3].

Число допустимых расписаний и скорость построения расписаний, генерируемых за установленный промежуток времени, зависит от качества и объема имеющейся информации [1]. Известны генераторы расписаний, которые за достаточно большой промежуток времени позволяют построить все допустимые расписания – это генератор с равновероятной выборкой ($\Gamma(R)$). Выбирает любую операцию из множества возможных на данном шаге претендентов с вероятностью $1/j$. Также можно выделить генераторы, исключающие из рассмотрения заведомо неконкурентоспособные расписания ($\Gamma(A)$) – генератор активных расписаний, который при выборе дает предпочтение операции, не изменяющей календарное время начала выполнения других операций, в противном случае также выбирает любую операцию с вероятностью $1/j$ [2].

Наиболее распространены на практике генераторы, использующие разнообразные правила предпочтения (приоритеты).

Рассмотрим практический пример составления расписания обработки пяти деталей на двух станках, таким образом, чтобы время производственного цикла была минимальное.

Время обработки пяти деталей на двух станках приведено в таблице, где i – это номер детали, a_i и b_i – временные интервалы обработки детали.

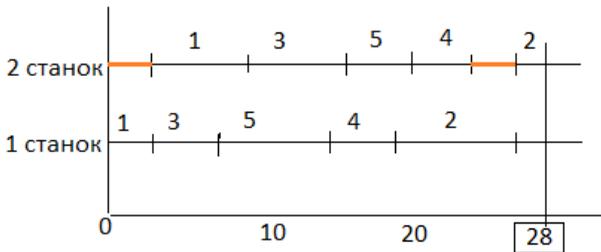
Временные интервалы обработки i -ой детали

i	a_i	b_i
1	3	6
2	7	2
3	4	7
4	5	3
5	7	4

Далее находим наименьшее время обработки детали. Если эта величина находится в столбце a_i , то i -ю деталь помещаем на первый станок в первую очередь. Если эта величина находится в столбце b_i , то i -я деталь занимает последнее место на первом станке. Вычеркиваем выбранную деталь, и продолжаем процедуру поиска. В случае одинаковых значений выбираем любую деталь. Полученная последовательность обработки деталей S будет оптимальной.

В задаче наименьшее время обработки детали соответствует $b_2 = 2$. Таким образом, деталь 2 на первом станке обрабатывается последней. Деталь 2 вычеркиваем. Продолжаем поиск и определяем, что минимальное время равняется $a_1 = 3$ и $b_4 = 3$. Выберем деталь 1 и помещаем ее на первый станок в первую очередь, а деталь 4 занимает предпоследнее место. Следующая минимальная величина равна 4 и принадлежит a_3 и b_5 . Назначим второе место на первом станке для детали 3 и третье место для детали 5.

Полученная последовательность обработки деталей на двух станках $S = (1, 3, 5, 4, 2)$ будет оптимальной и представлена в виде диаграммы Ганта на рисунке.



Оптимальное расписание обработки деталей на двух станках

По рисунку видно, что время производственного цикла составило 28 единиц, а суммарное время простоев – 6 единиц (выделено цветом).

Выводы

Люди неоднократно сталкиваются с необходимостью оптимального планирования выполнения рабочих обязанностей, личного времени. Получается, составления расписаний. Казалось бы, что трудностей возникнуть не должно. Однако сложности могут появиться при дополнительной загруженности, особенно с учетом множества дополнительных условий. Именно в процессе решения подобных задач находит свое применение метод генерации расписаний в рамках научной дисциплины теории принятия решений, благодаря которому можно получить множество возможных допустимых и оптимальных решений.

Литература

1. Бурда, А. Г. Исследование операций в экономике: учебное пособие / А. Г. Бурда, Г. П. Бурда. – СПб.: Лань, 2018. – 564 с.
2. Гильбоа, И. Как принять наилучшее решение? Теория принятия решений на практике / И. Гильбоа. – М.: ИД «Дело» РАНХиГС, 2017. – 288 с.
3. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебник / А. И. Орлов. – М.: КноРус, 2018. – 48 с.

Зуева К. И.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. 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 ЕхС. Предложен альтернативный метод принятия решений на множестве вариантов по множеству показателей, объединяющий возможности всех моделей ЕхС.*

***Ключевые слова:** логистика, многокритериальные методы принятия решений, задача выбора, критерий наибольшего результата.*

Практика показала, что в системе маркетинга фирмы для выявления потребительских предпочтений в определенном сегменте рынка, в системе внутрифирменного менеджмента, при выборе поставщика, материала, канала сбыта, цены, покупателя, инвестиционного проекта, источника привлекаемых средств, делового партнера, варианта финансовой политики и пр. достаточно эффективны методы ЕхС, которые могут успешно использоваться практически в любой области, где требуется формально мотивированный выбор варианта. Система ЕхС является блоком моделей, которые позволяют решать задачу выбора на множестве вариантов по множеству показателей [1].

Исходные данные для ЕхС представляют матрицей $n \times m$ оценок A_{ij} качеств отдельных видов (модификаций) выбираемых объектов, где $I = 1, 2, \dots, n$ – количество признаков, оценивающих вариант объекта (модель); $j = 1, 2, \dots, m$ – количество сравниваемых объектов. При этом A_{ij} – оценка в баллах соответствия I -го качества лицом, принимающим решение (ЛПР). Обычно используется диапазон балльных оценок $0 \div 10$ [3].

Уровень в 10 баллов – высшая оценка; 0 – худшая оценка. Как правило, нулевой уровень (полное несоответствие) является гипотетической ситуацией. Часто на практике балльные оценки начинаются с 1.

В зависимости от решаемой задачи может использоваться одна из моделей ЕхС. Рассмотрим следующий пример.

Услуги различных авиакомпаний по ряду потребительских свойств оценены экспертами в баллах (таблица).

Оценки экспертов

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 качестве эталона, как правило, выбирается компания – лидер рынка перевозок.

1. Доминантная модель

Выбирается наиболее важный, по мнению ЛПР, показатель, например, W1 – цена. Решением является вариант, обладающий высшей оценкой по данному показателю. Это альтернатива A1.

2. Модель ограничений

На значения каждого показателя ЛПР накладывает ограничения, которые записываются в виде неравенств. Решением задачи являются варианты, удовлетворяющие всем неравенствам. Пусть $\forall W_i \geq 6$. Тогда решением задачи являются авиакомпании A2, A5, и A6.

3. Разделительная модель

Аналогична предыдущей модели, но с той разницей, что исходное множество показателей сужается за счет исключения ряда незначимых показателей. Пусть, по мнению ЛПР, незначимыми показателями являются W3 и W6. В этом случае решением задачи являются авиакомпании A2, A4, A5 и A6 [2].

4. Лексикографическая модель

Исходное множество показателей ЛПР ранжирует по важности, например: W1, W2, W5, W4, W3, W6.

Решением является вариант, имеющий наибольшую оценку в баллах по самому важному показателю. Если таких решений 2 и более, варианты первого этапа сравнивают по 2-му по важности показателю и т. д. до момента, пока в списке оптимальных вариантов останется лишь один вариант. Решением задачи является авиакомпания A1.

5. Метод последовательных уступок

В данном методе все показатели также ранжируются по важности. Выбирается вариант, имеющий высшую оценку по самому важному показателю. Данная альтернатива подвергается более детальному анализу. Может оказаться, что полученное решение по какой-либо причине не удовлетворяет ЛПР. Тогда требование к наиболее важному показателю снижается, и выбирают варианты, соответствующие новому, меньшему значению наиболее важного показателя. Среди полученного подобным образом подмножества альтернатив выбирается вариант, обладающий наибольшим значением по второму по важности показателю и т. д. до принятия окончательного решения [2]. В рассматриваемом примере решением задачи является авиакомпания А5.

6. Метод прямой комплексной оценки

В данном случае решение принимается по критерию *min* суммы отклонений от *max* значения каждого показателя

$$u : \min \sum (10 - W_{ij}).$$

Решением задачи является авиакомпания А5.

7. Модель соответствия эталону

Критерием принятия решений является *min* расстояния между исследуемыми и эталонными вариантами в факторном пространстве

$$U : \min \sqrt{\sum (W_{zi} - W_{ij})^2}.$$

Решением задачи по данному методу является вариант А5.

Комплексное применение системы ExC связано с выбором варианта, который чаще других фигурирует как решение в отдельных моделях. Очевидно, это альтернатива А5.

Вывод. 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.

Литература

1. Подиновский, В. В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В. В. Подиновский. – М.: Наука, 2019. – 103 с.
2. Мадера, А. Г. Количественные методы разработки и принятия решений в менеджменте: Компьютерное моделирование в Microsoft Excel. Практикум / А. Г. Мадера. – М.: Ленанд, 2019. – 120 с.
3. Малых, В. В. Современные методы практического маркетинга. Стратегии, прикладные методы, тренинги и практикум / В. В. Малых. – М.: Изд-во МПСИ, 2017. – 232 с.

Зуева К. И.

Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

***Аннотация.** Проблема трудоустройства выпускников является важной социально-экономической проблемой как для всей системы российского профессионального образования, так и для страны в целом. В статье представлены диаграммы и графики по самым популярным способам поиска работы, а также проведен анализ по выявлению самых популярных Интернет-ресурсов для поиска вакансий.*

***Ключевые слова:** бизнес-процесс, моделирование, трудоустройство, цифровые инструменты, Интернет-ресурсы, вакансии.*

Осуществляя подготовку будущих специалистов в сфере высшего и среднего профессионального образования, необходимо учитывать перспективы их дальнейшего трудоустройства на основе реальных потребностей национальной экономики. Также и выпускник образовательной организации должен знать возможность трудоустройства после получения специальности. Найти хорошую работу с первой попытки удастся не всем. Рассматривая бизнес-процесс трудоустройства выпускника, необходимо отметить стремительное развитие применения цифровых инструментов в найме сотрудников, что привносит особенности в модель трудоустройства.

Для того чтобы качественно и быстро подобрать необходимое место работы, необходимо понять, что и в какой последовательности необходимо выполнять. Прежде всего, необходимо проанализировать желаемые условия работы, сферу деятельности и ожидания от компании (изучение «рабочих сайтов» на предмет обозначенных параметров трудоустройства). Затем следует приступить к анализу рынка труда. Здесь нужно соотносить свои ожидания от работы с требованиями, зарплатами и функциональными должностными обязанностями, которые выдвигают работодатели в выбранной сфере. После этого можно приступать к написанию резюме и вместе с этим нужно сформировать личное досье, куда войдут дипломы, свидетельства о получении дополнительного образования или

повышения квалификации, рекомендации, грамоты и другие документы, подтверждающие разносторонние интересы человека. Далее необходимо разместить составленное резюме на самых популярных сайтах по трудоустройству, отправлять резюме работодателям и смотреть новые объявления о вакансиях. Также можно использовать услуги кадровых и рекрутинговых агентств. Несомненно, необходимо просматривать сайты интересующих компаний, где прописываются свободные вакансии [1]. По данным Федеральной службы государственной статистики и данных общероссийской базы вакансий «Работа в России», около 85% выпускников высшего и среднего профессионального образования нашли работу в течение года после окончания высшего образовательного учреждения, данные цифры представлены на рис. 1 [2].

	Всего	В том числе имеют образование				
		Высшее (аспирантура)	Высшее (специалитет, магистратура)	Высшее (бакалавриат)	СПО (ПССЗ)	СПО (ПКОС)
Численность выпускников, искавших работу	7 298,4	23,9	3 562,7	699,2	2 154,1	858,5
Из них трудоустроились не позднее года после выпуска	5 887,3	19,9	2 872,0	574,4	1 729,3	691,7

Рис. 1. Индикатор спроса на труд выпускников [2, с. 8]

Данный показатель может рассматриваться в качестве индикатора спроса на труд выпускников образовательных организаций на рынке труда. В целом, по России наиболее распространённым способом поиска работы является мониторинг объявлений о вакансиях (54-64% выпускников использовали этот способ), а также трудоустройство через знакомых (62-68% нашли работу таким образом). Популярным каналом поиска работы является и непосредственное обращение к потенциальному работодателю (в среднем 40% выпускников указали этот способ поиска работы) (рис. 2).

Для поиска работы в Интернете на данный момент создано большое количество инструментов. Рейтинг самых популярных онлайн-сервисов для поиска работы представлен сайтами: hh.ru – 27 млн. резюме, superjob.ru – 14 млн. резюме, rabota.ru – 10 млн. резюме, zarplata.ru – 6,9 млн. резюме, joblab.ru – 1,2 млн. резюме, trudvsem.ru – 1 млн. резюме. [3]. Найти работу сразу непосредственно после получения высшего образования сложнее, так как у большинства выпускников отсутствует опыт работы. Поэтому получение практического опыта во время обучения определяет возможность более быстрого нахождения работы по специальности.

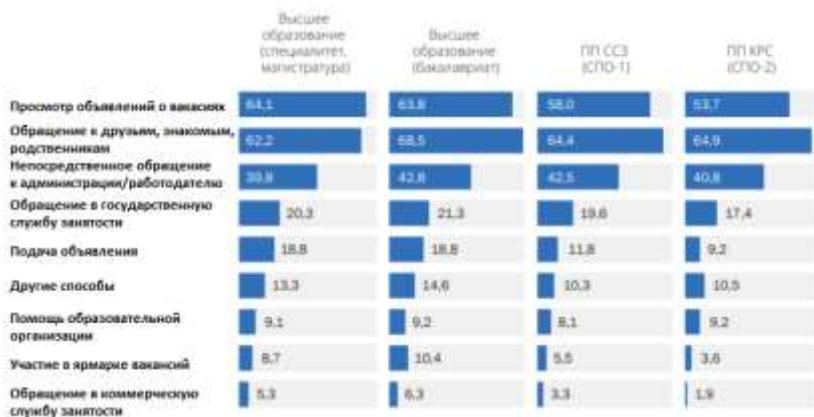


Рис. 2. Наиболее распространенные способы поиска работы [2, с. 63]

Поиск работы – очень важный процесс. Хотя он и не кажется настолько сложным, но именно благодаря описанию и моделированию удастся повысить объективность принимаемых решений, снизить потери времени выпускников. Грамотное проектирование логики процесса и четкое определение этапов бизнес-процесса «Трудоустройства выпускников» делает его более «прозрачным», регламентированным и понятным. Предложенная модель предполагает возможность возврата и корректировки информации и данных в обозначенной цепочке действий. В зависимости от ситуации возможен и реинжиниринг процесса трудоустройства выпускника.

Литература

1. Варзунов, А. В. Анализ и управление бизнес-процессами: учебное пособие / А. В. Варзунов, Е. К. Торосян, Л. П. Сажнева. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 112 с.
2. Выпускники среднего профессионального и высшего образования на российском рынке труда: информационный бюллетень [Текст] / М. В. Лопатина, Л. А. Леонова, П. В. Травкин, С. Ю. Рощин, В. Н. Рудаков; под науч. ред. С. Ю. Рощина, В. Н. Рудакова; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. – 72 с.
3. Скрыль, В. В. Методы отбора персонала на предприятии как инструмент реализации кадровой политики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1429596549> (дата обращения 20.02.2021).

Иваница Е. А.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА КОЛИЧЕСТВО УЛОВЛЕННЫХ И ОБЕЗВРЕЖЕННЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Аннотация. В данной работе проводится исследование количества уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ по 63 регионам Российской Федерации, а также факторов, оказывающих на него влияние, при помощи методов статистического анализа.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, экология, регрессионный анализ, факторный анализ, метод главных компонент, корреляция, фактор, метод, уравнение регрессии, STATISTICA.

Сложившаяся в мире экологическая ситуация вызывает обоснованную тревогу и опасения всех людей планеты. Целью работы является выявление зависимости количества уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ от различных показателей, влияющих на экологическую обстановку в регионах Российской Федерации.

Для проведения анализа была взята выборка показателей по 63 регионам РФ за 2019 год. Данные были предварительно стандартизованы для обеспечения корректного сравнения значений наблюдений, собранных в различных условиях. Решение практических задач методами статистического анализа осуществляется в системе STATISTICA.

Показатели, участвующие в классификации, следующие: Y – уловлено и обезврежено загрязняющих веществ (тысяча тонн); X1 – число случаев лесных пожаров (единица); X2 – выброшено в атмосферу загрязняющих веществ за отчетный год от сжигания топлива (для выработки электро- и теплоэнергии) (тысяча тонн); X3 – доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих от стационарных источников (тысяча тонн); X4 – забор воды из природных водных объектов (миллион кубических метров); X5 – количество объектов, имеющих стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха (единица); X6 – наличие автомобильного транспорта (штука); X7 – объем выбросов вредных(загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта (тысяча тонн); X8 – площадь лесных земель (тысяча

гектаров); X_9 – погибло лесных насаждений (гектар); X_{10} – число санаторно-курортных организаций (единица).

Воспользовавшись методами статистического анализа необходимо провести множественный регрессионный анализ зависимости количества уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ от ряда факторов, провести факторный анализ по исходным данным.

Уравнение регрессии было построено при помощи процедуры оценивания «Пошаговая» с исключением на каждом шаге, в результате оно имеет вид: $Y_i = 0,82 * X_2 + 0,2 * X_3 - 0,38 * X_8 + 0,34 * X_9$.

Связь высокая, так как множественный R равен 0,89. Доля дисперсии объясненной регрессией (R^2) составляет 80%. $F_{\phi} = 57,33$, что значительно превосходит $F_{кр} = 4,49$ при степени надежности $P=0,95$, следовательно, обнаруженная линейная связь существенна.

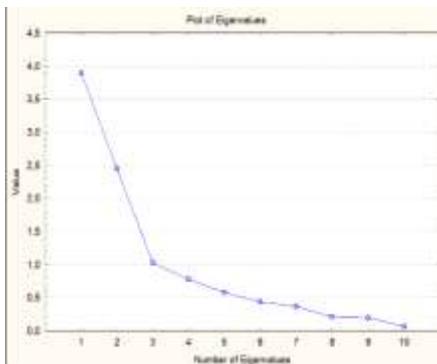
На основании полученного уравнения регрессии можно сделать следующие выводы: 1. если количество выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ за отчетный год от сжигания топлива (для выработки электро- и теплоэнергии) (X_2) увеличится на 1%, то объем уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (Y) увеличится на 0,82% при прочих неизменных факторах; 2. если доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве отходящих от стационарных источников (X_3) увеличится на 1%, то объем уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (Y) увеличится на 0,2% при прочих неизменных факторах; 3. если площадь лесных земель (X_8) увеличится на 1%, то объем уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (Y) уменьшится на 0,38% при прочих неизменных факторах; 4. если площадь погибших лесных насаждений (X_9) увеличится на 1%, то объем уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ (Y) увеличится на 0,34% при прочих неизменных факторах.

Так как при использовании пошагового регрессионного анализа часть исходных показателей была исключена (из 10 осталось 4), что говорит о существенной потере информации, к исходным данным был применен метод факторного анализа – метод главных компонент. Метод главных компонент объединяет множество данных в схожие группы – компоненты, что значительно упрощает модель, уменьшая число переменных.

График собственных значений факторов (Scree plot button) позволяет выбрать число значимых факторов для дальнейшего анализа.

В данном случае убывание собственных значений слева направо замедляется на 3 факторе (рис. 1).

Наилучшие показатели коэффициентов информативности были получены при помощи метода вращения Varimax gaw (рис. 2).



Factor Loadings (Varimax raw)			
Extraction: Principal components			
(Marked loadings are > .700000)			
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
X1	0,097051	0,954411	0,094130
X2	0,261265	0,707022	0,280723
X3	0,061932	0,092588	0,916657
X4	0,482663	0,053456	0,479715
X5	0,791089	0,245239	0,011136
X6	0,882319	0,009979	0,210125
X7	0,850823	0,131261	0,003844
X8	-0,074032	0,913011	-0,001025
X9	0,117398	0,776990	-0,053801
X10	0,874040	-0,033891	0,034965
Expl. Var	3,225894	2,938133	1,206462
Prp. Totl	0,322589	0,293813	0,120646

Рис. 1. График «каменистой осыпи» Рис. 2 Факторные нагрузки (Varimax raw)

Фактор 1 – «Чистота атмосферного воздуха» включает в себя четыре переменные: X5, X6, X7, X10. $K_{инф1} = 0,896543 \Rightarrow 89,65\%$.

Фактор 2 – «Состояние лесных насаждений» также включает в себя четыре переменные: X1, X2, X8, X9. $K_{инф2} = 0,969351 \Rightarrow 96,94\%$.

Фактор 3 – «Доля уловленных загрязняющих атмосферу веществ от общего количества» включает в себя только одну переменную: X3. $K_{инф3} = 0,696467 \Rightarrow 69,65\%$.

Таким образом, первый фактор на 89,65% объясняет вариации переменных, а второй на 96,94%. Но модель нельзя считать полностью корректной, поскольку $K_{инф3} < 0,75$. Применение других методов вращения улучшения в модель не приносит.

Проведение регрессионного анализа на главных компонентах показало, что все факторы оказались значимы. Уравнение регрессии имеет вид: $Y = 0,322633 * f1 + 0,505457 * f2 + 0,405919 * f3$.

Связь высокая, так как множественный R равен 0,72. Доля дисперсии объясненной регрессией (R^2) составляет 52,43%. $F_{ф} = 21,68$, что значительно превосходит $F_{кр} = 3,59$ при степени надежности $P=0,95$, следовательно, обнаруженная линейная связь существенна.

Таким образом за 2019 год в регионах РФ 32,26% изменений объема уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ зависело от чистоты атмосферного воздуха, 50,55% зависело от состояния лесных насаждений и 40,59% изменений приходилось на доли уловленных загрязняющих атмосферу веществ.

Литература

1. <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения 01.11.2020).
2. Елисеева, И. И. Общая теория статистики: учебник / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 480 с.
3. Болч, Б. Многомерные статистические методы для экономики; пер.с англ. / Б. Болч, К. Дж. Хуань. – М.: Статистика, 1979. – 317 с.

УДК 519.87

Игнатъев Р. П.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ РАБОТЫ СЕКЦИЙ КОНФЕРЕНЦИИ

***Аннотация.** Рассматривается проблематика составления расписания. Также установлена актуальность задачи составления расписания работы секций научно-практической конференции. На основе результатов данного исследования построена математическая модель формирования расписания секций конференции.*

***Ключевые слова:** конференция, ограничение, планирование, показатель.*

Объектом исследования является организация работы научно-практической конференции, выступающая в качестве способа использования и обсуждения информации, а в качестве предмета исследования выступает повышение эффективности деятельности организационного комитета конференции.

Проблема составления расписаний, независимо от их определённого вида, изучается теорией расписаний. «Теория расписаний – раздел дискретной математики, занимающийся проблемами упорядочения» [3]. В данном разделе строятся и анализируются математические модели календарного планирования (т. е. упорядочивания во времени) различных целенаправленных действий с учётом целевой функции и различных ограничений [2].

Цель решения задач с подобной проблематикой состоит в построении допустимых расписаний, удовлетворяющем всем ограничениям. Задача

составления расписания относится к виду задач целочисленного программирования.

Актуальность данной задачи состоит в определении математического аппарата решения, который, в свою очередь, является алгоритмической основой для автоматизированных систем управления расписаниями конференций.

Решение текущей задачи состоит в использовании методов объёмного-календарного планирования, при этом её возможно описать не только математически, но и с учётом всех возможных связей и ограничений [1].

Из основных исходных данных подобной задачи выявляется потребность распределения общего плана мероприятия в объёмных характеристиках по различным показателям, которые подразделяются на:

- «жесткие» (обязательные к выполнению и формализуемые в виде ограничений),
- «желательные» (формализуемые в виде критериев оптимальности).

Таким образом, данная задача является многокритериальной с линейными ограничениями.

Допустим, имеются следующие исходные данные:

- s – номер секции конференции (где $s = 1, \dots, S$);
- r – номер зала заседания (где $r = 1, \dots, R$);
- t – период планирования (где $t = 1, \dots, T$);
- p – номер участника (где $p = 1, \dots, P$).

Тогда показатели искомого расписания выражаются следующими величинами:

- A_t – число докладов, которые возможно организовать в период t ;
- B_{rt} – число докладов, которые возможно организовать в период t ;
- C_{rt} – число докладов, которые необходимо организовать в зале r в период t ;
- D_{sr} – число докладов, которые возможно организовать в секции s в зале r ;
- h_{pt} – матрица доступности участника p в период t (при этом $h_{pt} = 1$ в случае возможности выступления в период t , иначе – $h_{pt} = 0$).

Из них к «жестким» показателям относятся показатели A_t , C_{rt} , D_{sr} . Следовательно, задача объёмного-календарного планирования имеет следующую формулировку: требуется определить такие величины $x_{стр}$ (т. е. доклады, которые будут сделаны в секции s в зале r в период t участником p), для которых выполняются такие соотношения:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{p=1}^P \sum_{r=1}^R x_{srtp} \leq A_t, \quad t = \overline{1, T}, \quad (1)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{s=1}^S x_{srtp} \geq C_{rt}, \quad r = \overline{1, R}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (2)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T x_{srtp} \leq D_{sr}, \quad s = \overline{1, S}, \quad r = \overline{1, R}, \quad (3)$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R x_{srtp} \leq h_{pt}, \quad p = \overline{1, P}, \quad t = \overline{1, T}, \quad (4)$$

$$s = \overline{1, S}, \quad r = \overline{1, R}, \quad t = \overline{1, T}, \quad p = \overline{1, P}; \quad (5)$$

с учётом минимизируемых критериев:

$$|\sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R x_{srtp} - B_{pt}| \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$t = \overline{1, T}, \quad p = \overline{1, P}. \quad (7)$$

Введённые выше ограничения означают следующие утверждения:

- число докладов во всех секциях, во всех залах и у всех докладчиков не должно превышать общее число докладов, которые возможно выполнить в период t (см. формулу 1);
- должны быть выполнены все запланированные доклады каждой секции в каждом зале, причём у каждого участника и в каждый промежуток времени (см. формулу 2);
- количество докладов всех участников по всем периодам планирования не должно превышать число докладов, которые могут быть выполнены в соответствующих залах по соответствующим секциям (см. формулу 3);
- необходимо учитывать периоды пребывания участника на конференции (см. формулу 4);
- естественные условия на переменные состоят в ограничениях неотрицательности (см. формулу 5).

Функции (см. формулу 5 и формулу 6) являются функциями оценок отклонений числа докладов от заданной величины B_{pt} – «желательного» показателя искомого плана, $t = \overline{1, T}, p = \overline{1, P}$.

Как итог, была построена математическая модель для решения задачи планирования работы секций научно-практической конференции. Имея математический фундамент, автоматизированная система сможет обеспечивать эффективное решение планируемых задач составления расписания работы секций конференций, имея более низкие трудозатраты благодаря автоматическому составлению расписаний.

Литература

1. Гарфутдинова, А. Р. О задаче составления расписания работы секций в автоматизированной системе управления конференцией / А. Р. Гарфутдинова, Т. А. Макаровских // Информационные технологии и системы. – 2016. – Т. 5. – С. 11-14.

2. Лазарев, А. А. Теория расписаний: задачи и алгоритмы / А. А. Лазарев, Е. Р. Гафаров. – М.: МГУ, 2011. – 222 с.

3. Википедия [Электронный ресурс]: свобод. энцикл. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 31.03.2021).

УДК 519.816

Каранаев К. А.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

***Аннотация.** Представлены основные модели составления расписания учебных занятий. В моделях описаны основные идеи моделей их сильные и слабые стороны.*

***Ключевые слова:** эвристическая модель, математическая модель, эволюционная модель, компьютерно-информационная модель, теория расписаний.*

Цель работы – изучить основы науки теории расписаний и описать существующие модели составления расписаний учебных занятий.

Теория расписаний – раздел дискретной математики, берущий свое начало в работах Генри Гантта в 1903 году.

В начале XXI века стало набирать популярность создание моделей для составления расписаний для учебных занятий, но известные методы для составления расписаний оказались недостаточны, так как имелся ряд ограничений по численности и условиям. Это привело к возникновению методов, основанных на использовании целочисленного программирования.

На данный момент существуют следующие модели составления расписаний учебных занятий:

1. эвристические модели. В основе эвристических моделей лежит использование различных эвристических алгоритмов, при создании которых используются интуитивные гипотезы и догадки, не обоснованные математически. Формирование расписаний при помощи определенных правил эвристики позволяет ускорить поиск оптимального расписания, но данные методы не могут помочь в большинстве решений. Но несмотря на указанный недостаток, эвристический метод продолжает оставаться популярной моделью в случаях, когда нахождение лучшего решения затруднено или невозможно.

2. математические модели – наиболее распространенные модели для построения учебных расписаний. Задачи при этой модели предлагается решать поэтапно. На первом этапе на основе документации формируется непротиворечивое расписание. На втором этапе назначаются аудитории для занятий, согласно расписанию первого этапа. На третьем этапе разрешаются конфликты, возникшие на первых двух этапах и выбирается наиболее оптимальное решение. На данный момент математическая модель имеет методы и алгоритмы, позволяющие решать всевозможные задачи по составлению расписаний для учебных заведений.

3. компьютерные информационные модели позволяют учитывать большой объем набора параметров, наличие сложных логических и количественных зависимостей между ними, а также возможность получения решения задачи приемлемого качества и в разумные сроки. Информационные компьютерные модели позволяют совмещать в себе все вышеописанные модели и соответственно получать требуемые результаты за меньшие временные затраты. Также в наши дни существуют и разрабатываются различные модели, использующие искусственные нейронные сети. Такие модели могут составить наиболее оптимальные расписания со всевозможными ограничениями и условиями.

Рассмотрим применение моделей при решении задачи.

По учебному плану требуется провести у двух групп занятия по предметам: высшая математика – 12 часов (6 пар), информационно-вычислительная техника – 8 часов (4 пары), методологии и технологии проектирования – 6 часов (3 пары), математическое и инструментальные методы принятия решений – 2 часа (1 пара), архитектура предприятий – 4 часа (2 пары), основы научной исследовательской деятельности – 4 часа (2 пары) в течение учебной недели (с понедельника по субботу). Требуется составить расписание так, чтобы пары не повторялись в один учебный день.

Наиболее простой эвристический метод предполагает составление расписаний путем перечисления всех возможных расписаний. Следовательно, при обучении 6 дней в неделю по 3 занятия в день и 6 предметов мы получаем 216 возможных расписаний. Далее уберем все варианты расписаний, в которых имеется по две одинаковые пары в день, и получим 36 расписаний. Далее требуется выбрать расписание, которое удовлетворяет количеству учебных часов для всех занятий.

Математический метод предлагает решить данную задачу, используя формулы. Предположим, что x_{ij} обозначает наличие или отсутствие пары i -го предмета в j -день недели. Построим целевую функцию:

$$f(x) = \sum(\sum_{1 \text{ гр}} + \sum_{2 \text{ гр}}), \quad (1)$$

где $\sum_{1 \text{ гр}} = \sum x_{ij}$ – количество учебных пар в первой группе,

$\sum_{2 \text{ гр}} = \sum x_{ij}$ – количество учебных пар во второй группе.

Также для данной целевой функции имеются ограничения:

$$x_{1j} \leq 6; x_{2j} \leq 4; x_{3j} \leq 3; x_{4j} \leq 1; x_{5j} \leq 2; x_{6j} \leq 2;$$

$$x_{i1} \leq 3; x_{i2} \leq 3; x_{i3} \leq 3; x_{i4} \leq 3; x_{i5} \leq 3; x_{i6} \leq 3;$$

После составления целевой функции проводится расчет.

Компьютерная модель позволяет нам наложить математические формулы в программу и провести расчеты (рисунок).

Предметы	ПН		ВТ		СР		ЧТ		ПТ		Сб		Итого	Ограничение по кол-ву пар в неделю
	Гр.1	Гр.2												
Высшая математика	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6
Информационно-вычислительная техника	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	4	4
Методологии и технологии проектирования	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	3	3
Математические и инструментальные методы принятия решений	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Административная предпринимательской деятельности	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Основы научной и исследовательской деятельности	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2
Всего пар	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18
Ограничение по кол-ву пар в день	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		

Результаты компьютерной модели учебных занятий

Выводы

Изучив все способы решения задач, можно сделать вывод, что эвристический метод удобен для решения малых задач, где будет возможность составить небольшое количество расписаний для сравнения. Математический метод даст точный ответ, но метод требует проведения большого объема расчетов. Компьютерно-информационная модель позволяет провести точный расчет за минимальный промежуток времени, но требуется составить программу, где будут учтены все формулы, ограничения и методы решения. Наиболее актуальными моделями, на мой взгляд, в ближайшее время станут компьютерно-информационные модели, опирающиеся на все остальные модели, методы и алгоритмы, что упростит составление расписаний учебных занятий, увеличит качество данных занятий и позволит оптимизировать учебное время как преподавателей, так и учащихся.

Литература

1. Красный, Д. Г. Исследование неоднородных распределительных задач теории расписаний / Д. Г. Красный, Р. А. Нейдорф, В. Г. Кобак. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2016. – 184 с.
2. Сотсков, Ю. Н. Теория расписаний: учебно-методическое пособие / Ю. Н. Сотсков, А.Н. Нарольская, А.И. Кириленко. – Минск: МГВАК, 2018.
3. Гафаров, Е. Р. Задачи теории расписаний. Алгоритмы и применение / Е. Р. Гафаров // Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук: тр. 49-й науч. конф. МФТИ: Управление и прикладная математика. – Москва-Долгопрудный, 2016. – С. 82-83.

4. Лазарев, А. А. Методы и алгоритмы решения задач теории расписаний для одного и нескольких приборов и их применение для задач комбинаторной оптимизации: дисс. ... д-ра физ.-мат. наук / А. А. Лазарев. – М.: Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 1997. – 413 с.

УДК 539.376

Катасонова М. А.

Научный руководитель: Иванов О. Е., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЕРОЯТНОСТЯМИ МАРКОВСКИМИ ПРОЦЕССАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аннотация. На примере решения задачи в условиях риска рассматривается применение марковских моделей, а именно модель динамического программирования с конечным числом этапов.

Ключевые слова: динамическое программирование, стохастические задачи, марковские модели, принятие решений, конечное число этапов.

При решении стохастических задач, в которых в виде ряда чередующихся состояний представляются изменения в системе, применяются марковские процессы. Переходные вероятности между этими состояниями описывают марковскую цепь. Структура данных в марковском процессе представляется в виде матриц. Элементы этих матриц в общем виде могут изменяться при переходе из одного состояния в другое [1, 134].

Целью решения задачи принятия решения в условиях риска является нахождение оптимальной стратегии, максимизирующей ожидаемый доход. Стоит подчеркнуть, что структура марковского процесса позволяет моделировать его на основе модели динамического программирования. При этом процесс принятия решений описывается стационарной стратегией.

При условии, что количество этапов в задаче выбора наилучшей стратегии ограничено, эту задачу можно представить как задачу динамического программирования с конечным числом этапов [2, 250].

Рассмотрим на примере ход решения задачи для конечного числа этапов, используя метод итерации по стратегиям без дисконтирования.

Формулировка рассматриваемой задачи следующая:

Облачный сервис планирует свою работу на 3 месяца, при этом перед менеджерами сервиса ставится следующая задача: какие меры по стимулированию спроса, в зависимости от состояния дел, следует предпринять для увеличения объема продаж. Рассматриваются следующие варианты стимулирования спроса:

1. 3% скидка при следующей покупке тарифа на год;
2. бесплатный доступ на 3 дня;
3. не предпринимать ничего.

Кроме того, фирма оценивает месячный объем продаж по трехбалльной шкале, как:

1. отличный;
2. хороший;
3. удовлетворительный.

Известны переходные вероятности и соответствующие месячные доходы по каждому из 3 вариантов (таблицы 1-3).

Таблица 1. Первый вариант стимулирования спроса

3% скидка при следующей покупке тарифа на год					Месячные доходы				
P1		1	2	3	R1		1	2	3
	1	0,4	0,5	0,1		1	110	100	70
	2	0,1	0,6	0,3		2	105	90	65
	3	0	0,2	0,8		3	100	85	60

Таблица 2. Второй вариант стимулирования спроса

Бесплатный доступ на 3 дня					Месячные доходы				
P2		1	2	3	R2		1	2	3
	1	0,3	0,6	0,1		1	130	110	90
	2	0	0,4	0,6		2	130	100	85
	3	0	0,2	0,8		3	125	98	80

Таблица 3. Третий вариант стимулирования спроса

Не предпринимать ничего					Месячные доходы				
P3		1	2	3	R3		1	2	3
	1	0,3	0,3	0,4		1	100	90	70
	2	0,1	0,7	0,2		2	110	95	65
	3	0,05	0,2	0,75		3	100	85	60

Необходимо найти оптимальную стратегию стимуляции спроса для последующих 3 месяцев.

Решение задачи:

В нашем случае число этапов – 3 (месяца), число состояний для каждого $m=3$ (спрос отличный, хороший, удовлетворительный). Вычислим значения по формуле 1.

$$v_i^k = \sum_{j=1}^m p_{ij}^k * r_{ij}^k. \quad (1)$$

Результаты вычислений представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты вычислений

i	v_i^1	v_i^2	v_i^3
1	101	114	85
2	84	91	90,5
3	65	83,6	67

С учетом затрат на каждую стратегию (10, 20, 0) находим оптимальное решение для каждого этапа. Для первого этапа рассматриваем значения, найденные по формуле 2. Для второго этапа рассматриваем значения, найденные по формуле 3, а для третьего этапа рассматриваем значения, представленные в таблице 4.

$$v_i^k + p_{i1}^k f_2(1) + p_{i2}^k f_2(2) + p_{i3}^k f_2(3). \quad (2)$$

$$v_i^k + p_{i1}^k f_3(1) + p_{i2}^k f_3(2) + p_{i3}^k f_3(3). \quad (3)$$

Результаты оптимального решения показывают, что в 1-ый и во 2-ой месяцы при предоставлении облачного сервиса стоит стимулировать спрос, применяя бесплатный доступ на 3 дня. При этом должно выполняться условие, что уровень спроса находится либо в отличном, либо в удовлетворительном состоянии. При условии, что уровень спроса хороший, менеджерам сервиса не следует ничего предпринимать. В 3-ем месяце, независимо от состояния, при предоставлении облачного сервиса следует организовать бесплатный доступ на 3 дня. Суммарный ожидаемый доход за 3 месяца составит: $f_1(1) = 303,61$ при отличном уровне продаж в 1-ый месяц, $f_1(2) = 272,98$ – при хорошем уровне и $f_1(3) = 255,01$ – при удовлетворительном уровне продаж в 1-ый.

Литература

1. Дорогов, В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: учебное пособие / В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова. – М.: ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2012. – 240 с.
2. Колбин, В. В. Математические методы коллективного принятия решений: учебное пособие / В. В. Колбин. – СПб.: Лань, 2015. – 256 с.
3. Юдин, Д. Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д. Б. Юдин. – М.: КД Либроком, 2014. – 320 с.

Катасонова М. А.

Научный руководитель: Еклашева О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

***Аннотация.** На примере расчетно-графической работы проведен анализ организации, рассматривается внедрение ССП для оптимизирования внутренних бизнес-процессов организации, повышение ее эффективности и рентабельности.*

***Ключевые слова:** сбалансированная система показателей, стратегическое планирование, формирование стратегических целей, разработка карты стратегии, разработка показателей к стратегическим целям.*

Стратегия ООО «Дивизион»: повысить конкурентоспособность и экономическую эффективность предприятия через инновационный прорыв в развитии за счет усиления и развития интеллектуального капитала.

Ниже представлены стратегические цели для ССП (BSC) и выбор целей компании для включения в ССП (BSC)

Список целей для ССП: увеличить прибыль и продажи; сохранить клиентскую базу; привлечь новых клиентов; повысить удовлетворенность клиентов, качество разрабатываемого программного обеспечения, квалификацию разработчиков; укрепить позицию на рынке информационных технологий и мотивацию сотрудников технического отдела; уменьшить время разработки ПО; улучшить систему управления разрабатываемых программ и систему планирования; внедрение автоматизированного тестирования ПО и Agile-методологии разработки ПО; модернизация технологий и оборудования.

Документирование стратегических целей:

– увеличить прибыль – достижение данной цели предполагает долгосрочный рост получаемой прибыли и должно обеспечить рост рентабельности компании;

– повысить продажи – достижение предполагает повышения общего уровня продаж компании и должно обеспечить рост рентабельности и прибыли компании;

- сохранить клиентскую базу. Достижение цели предполагает сохранить имеющуюся базу клиентов и позволяет избежать сокращения рынка сбыта;
- привлечь новых клиентов. Достижение цели предполагает расширение имеющейся клиентской базы и позволяет увеличить рынок сбыта;
- повысить удовлетворенность клиентов. Достижение цели предполагает повысить лояльность клиентов и повысится количество повторных обращений клиентов;
- укрепить позицию на рынке ИТ. Увеличение охвата рынка разработки ПО и четкое позиционирование должно обеспечить увеличение числа целевых клиентов;
- повысить качество разрабатываемого ПО. Достижение цели предполагает производство более качественных информационных продуктов, и более объемная проверка разработанного программного обеспечения позволит повысить их качество;
- уменьшить время разработки ПО. Достижение цели предполагает увеличение количества разрабатываемых программных продуктов, и предполагается оптимизация разработки программных продуктов;
- улучшить систему управления разрабатываемых программ. Достижение цели предполагает повысить эффективность структуры управления компанией, и использование эффективной структуры управления проектом позволит выстраивать оптимальную стратегию развития;
- улучшить систему планирования. Достижение данной цели предполагает оптимизировать существующую систему планирования, и оптимизация системы планирования позволит более четко отслеживать процесс обработки заказов;
- повысить квалификацию разработчиков. Достижение данной цели предполагает овладение новыми навыками сотрудников отдела разработки, и повышение их квалификации в данной области должно обеспечить большую производительность;
- внедрение автоматизированного тестирования ПО. Достижение данной цели предполагает овладение новыми навыками сотрудников отдела тестирования, и повышение их квалификации в данной области должно обеспечить большую производительность;
- повысить мотивацию сотрудников техотдела. Достижение данной цели предполагает нематериальную и материальную мотивацию сотрудников технического отдела, и повышение мотивации сотрудников позволит повысить качество и количество разрабатываемых программных продуктов;

– внедрить Agile-методологии разработки ПО. Достижение данной цели предполагает внедрение новых методологий разработки, и внедрение методологий разработки позволит повысить качество и количество разрабатываемых программных продуктов, позволяет выстроить более удобное ведение проекта;

– модернизация технологий и оборудования. Достижение данной цели предполагает модернизацию технологий оборудования, используемого для разработки программного обеспечения, и модернизация технологий оборудования позволит ускорить процесс разработки.

Разработка карты стратегии

Стратегическая карта (СК) – это диаграмма или рисунок, представляющий стратегию в виде набора стратегических целей и причинно-следственных связей между ними.

Важно также, что четкие причинно-следственные соотношения, отраженные на стратегической карте, позволяют организациям сбалансированно и эффективно обеспечивать поддержку выполнения стратегии. СК, в которой описаны нефинансовые цели, такие как своевременное выполнение заказов, повышение эффективности персонала или удовлетворенности заказчиков, позволяет описать процесс создания добавленной стоимости.

Ключевые показатели эффективности – КРІ. Количество клиентов; Объем прибыли; Рыночная стоимость; Процент клиентов, обратившихся повторно; Количество привлеченных клиентов; Объем охватываемого рынка; Индикатор имиджа; Общее количество обращений клиентов; Процент недовольных клиентов; Затраты на привлечение клиентов.

Ключевые показатели эффективности – КРІ. Количество проектов, выполненных в срок; Среднее время разработки программного обеспечения; время тестирования ПО и потраченное на исправление ошибок; Рост производительности труда; Процент квалифицированных работников; Уровень удовлетворенности персонала; Затраты на мотивацию; на обучение; на внедрение Agile-методологий и на модернизацию технологий оборудования; Производительность оборудования.

Литература

1. Гершун, А. Сбалансированная система показателей / А. Гершун, Ю. Нефедьева // Контроллинг в России. – 2003. – № 3. – 217 с.
2. Крюков, И. Сбалансированная система показателей в интегрированной системе качества / И. Крюков, А. Шадрин // Стандарты и качество. – 2004. – №6. – С. 62-64.
3. Юдин, Д. Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д. Б. Юдин. – М.: КД Либроком, 2014. – 420 с.

Корочкина Д. П.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИКИ ПОСЕЩЕНИЯ САЙТА С ПОМОЩЬЮ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Определение зависимости показателей, влияющих на количество посетителей сайта с помощью регрессионного анализа. Проверка коллинеарности факторов, построение уравнения регрессии по полученным факторам.

Ключевые слова: регрессионный анализ, регрессия, коллинеарность.

Целью данной статьи является проведение регрессионного анализа на примере данных из статистики посещения сайта за 2 месяца для определения зависимости показателей, влияющих на количество посетителей.

Основной особенностью регрессионного анализа является возможность с его помощью получить конкретные сведения о том, какую форму и характер имеет зависимость между исследуемыми переменными. В данном случае показателем, для которого необходимо установить функциональную зависимость является посетители (Y – чел.), а за факторы взяты визиты на сайт, доля новых посетителей, отказы, глубина просмотра, просмотр с ПК, просмотр с телефона, переходя из поисковых систем, прямые заходы, переходы из социальных сетей, прочие переходы. В таком случае задача регрессионного анализа понимается как задача выявления такой функциональной зависимости $y=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10})$, которая наилучшим образом описывает имеющиеся данные.

Для проведения вычислений воспользуемся прикладным пакетом STATISTICA 12. Для начала необходимо построить корреляционную матрицу, описывающую зависимости между рассматриваемыми факторами, оценить эти зависимости, а также произвести регрессионный анализ вышеописанных факторов. Для того чтобы определить значимые и не значимые регрессоры, была построена матрица межфакторных корреляций.

После анализа матрицы выявлено, что наибольшее влияние на количество посетителей сайта имеют факторы: Визиты – 0,975; Просмотр с ПК – 0,865; Просмотр с телефона – 0,953; Переходы из социальных сетей – 0,968.

Построим уравнение регрессии с помощью процедуры оценивания «Пошаговая с исключением» на каждом шаге. Окончательные результаты множественной регрессии на шаге 3 представлены на рис. 1. В модели остаются факторы Визиты, Доля новых посетителей, Глубина просмотра. Прочие факторы были исключены.

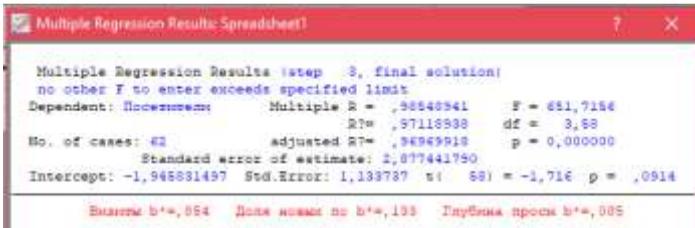


Рис. 1. Результаты множественной регрессии

На экране результатов множественной регрессии отображается множественный коэффициент корреляции – 0,98, коэффициент детерминации – 0,97, скорректированный коэффициент детерминации – 0,96.

Значение $R^2 = 0,97$ показывает, по сути, какая доля дисперсии отклика объясняется влиянием предикторов в построенной модели (т. е. 97%), показывает, что с помощью модели объясняется почти вся изменчивость Y .

На панели также приведены результаты дисперсионного анализа для проверки гипотезы об адекватности модели: величина F -критерия (651,71), соответствующее число степеней свободы для уравнения, стандартная ошибка оценки (2,87).

Теперь построим уравнение регрессии по полученным факторам (рис. 2). Из данной таблицы видны значения коэффициентов регрессионного уравнения, стандартная ошибка коэффициентов, стандартные β -коэффициенты регрессионной модели, эмпирическое значение t -критерия для проверки статистической значимости соответствующего коэффициента.

		Regression Summary for Dependent Variable: посетители (Spreadsheet1)					
		R = .98548941 R² = .97118938 Adjusted R² = .96969918					
		F(3,58) = 651.72 p < 0.0000 Std. Error of estimate: 2.8774					
	N=62	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(58)	p-value
Intercept				-1,94583	1,133737	-1,71630	0,091445
Визиты		0,854497	0,030560	0,53184	0,019821	27,96128	0,000000
Доля новых посетителей		0,133112	0,026149	0,14374	0,028237	5,09642	0,000004
Глубина просмотра		0,084773	0,029534	0,90167	0,314208	2,87031	0,005714

Рис. 2. Регрессия

Уравнение регрессии выглядит следующим образом: $Y = a + b \times X_i$.

При помощи этого уравнения переменная Y выражается через константу a и угол наклона прямой (или угловой коэффициент) b , умноженный на значение переменной X . Константу a также называют свободным членом, а угловой коэффициент – коэффициентом регрессии или B -коэффициентом.

Получаем следующее уравнение: $Y = -1,94583 + 0,53184 \cdot \text{Визиты} + 0,14374 \cdot \text{Доля новых пользователей} + 0,90187 \cdot \text{Глубина просмотра}$.

Можно сделать вывод о высокой связи, так как множественный R равен 0,98. Доля дисперсии объясненной регрессией (R^2) составляет 97%. F -статистика равна 651,72. В результате регрессионного анализа выяснилось:

- если число визитов на сайт увеличится на 1, то посетители сайта увеличатся на 0,53 человека при прочих неизменных факторах;
- если доля новых посетителей увеличится на 1, то посетители увеличатся на 0,14 при прочих неизменных факторах;
- если глубина просмотра увеличится на 1 минуту, то посетители увеличатся на 0,9 при прочих неизменных факторах.

Таким образом, в процессе проведения регрессионного анализа на примере данных из статистики посещения сайта за 2 месяца была получена матрица межфакторных корреляций, которая показала, что наибольшее влияние на количество посетителей сайта имеют факторы: Визиты – 0,975; Просмотр с ПК – 0,865; Просмотр с телефона – 0,953; После исключения в модели остаются факторы Визиты, Доля новых посетителей, Глубина просмотра. Из уравнения регрессии можно сделать вывод о высокой связи, так как множественный R равен 0,98. Доля дисперсии объясненной регрессией (R^2) составляет 97%.

Литература

1. Елисеева, И. И. Общая теория статистики / И. И. Елисеева. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 657 с.
2. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебное пособие. – М.: Бином, 2010. – 522 с.
3. Чернова, Т. В. Экономическая статистика: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. – 140 с.

Крашенинникова М. А., Мокерова А. А.
Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ МОДУЛЯ ОПЕРАЦИЙ НА ДЕНЕЖНЫХ РЫНКАХ

***Аннотация.** Разработана структура базы данных для модуля банковской информационной системы, который отвечает за операции на денежных рынках.*

***Ключевые слова:** банковская информационная система, модуль, денежный рынок, база данных, форма документа.*

Банковская информационная система (БИС) представляет собой совокупность всех средств и информационных технологий, используемых в банке, автоматизирующих выполняемые предметные технологии.

Структура современной информационной системы кредитных операций представляет собой набор функциональных модулей. Они отражают одну из особенностей банковских систем – модульный принцип построения, который присущ большинству современных информационных систем кредитных операций. Модульный принцип построения предусматривает разделение информационной банковской системы на ряд элементов по функциональному или объектному принципу [1].

Рассмотрим модуль операций на денежном рынке.

Функции модуля [2]:

– автоматизированный учет и оформление сделок, соответствующих обязательств, календарей платежей, выплат процентов, пролонгаций и взаимозачетов по сделкам, заключенным на межбанковском денежном рынке;

– обеспечение возможности совместного расчета лимитов по сделкам межбанковского кредита (МБК) и FOREX в случае, если в банке ведутся единые кредитные лимиты контрагентов;

– формирование обязательной, внутренней и клиентской отчетности.

В модуле используются такие формы документов:

- 1) документы, удостоверяющие личность физического лица;
- 2) документ о государственной регистрации физического лица в качестве индивидуального предпринимателя;

- 3) документы, удостоверяющие статус юридического лица, – для нерезидентов, документ о государственной регистрации юридического лица – для резидентов;
- 4) свидетельство о постановке на учет в налоговом органе;
- 5) документы, удостоверяющие права лиц на недвижимое имущество;
- 6) документы, удостоверяющие права нерезидентов на осуществление валютных операций, открытие счетов (вкладов);
- 7) уведомление налогового органа по месту учета резидента об открытии счета (вклада) в банке за пределами территории Российской Федерации;
- 8) регистрационные документы в случаях, когда предварительная регистрация предусмотрена в соответствии с настоящим Федеральным законом;
- 9) документы (проекты документов), являющиеся основанием для проведения валютных операций, включая договоры (соглашения, контракты), доверенности, выписки из протокола общего собрания или иного органа управления юридического лица;
- 10) документы, оформляемые и выдаваемые кредитными организациями, включая банковские выписки; документы, подтверждающие совершение валютных операций;
- 11) таможенные декларации, документы, подтверждающие ввоз в Российскую Федерацию валюты Российской Федерации, иностранной валюты и внешних и внутренних ценных бумаг в документарной форме;
- 12) паспорт сделки;
- 13) документы, подтверждающие, что физические лица являются супругами или близкими родственниками;
- 14) справка о приходе валюты РФ (СПВ);
- 15) справка о подтверждающих документах (СПД);
- 16) справка о валютных операциях;
- 17) подтверждение по сделке [3].

Была разработана структура базы данных для модуля операций на денежных рынках. Для разработки структуры были взяты несколько форм документов. В MS Access создаем таблицы для данных из документов, справочники, обозначаем связи между ними (рисунок).

Летова Ю. И., Байков И. М.

Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ МОДУЛЯ РАСЧЕТНО-КАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (БИС)

***Аннотация.** Разработана структура базы данных для модуля банковской информационной системы, который отвечает за операции расчетно-кассового обслуживания.*

***Ключевые слова:** банковская информационная система, модуль, расчетно-кассовое обслуживание, база данных, форма документа.*

Банки всегда стремились облегчить ручной труд и ускорить выполнение операции. Для этого они использовали передовые технологии в науке и технике. Но простая автоматизация ручного труда недостаточна. Поэтому следует полноценно перестроить банковскую деятельность в соответствии с современными технологиями. Внедрение электронных систем обработки и передачи информации охватывает все направления банковской деятельности. Преимущества и новые возможности комплексной автоматизации банковских систем позволяют оперативно и точно решать возникающие задачи. Банковские системы как инструмент поддержки и развития банковского бизнеса создаются на базе ряда основополагающих принципов: комплексный подход в охвате широкого спектра банковских функций с их полной интеграцией; модульный принцип построения, позволяющий легко конфигурировать системы под конкретный заказ с последующим наращиванием; открытость технологий, способных взаимодействовать с различными внешними системами.

Цель работы состоит в разработке структуры данных, формирующихся в процессе расчетно-кассового обслуживания клиентов банка посредством разработки проекта автоматизации соответствующего модуля банковской информационной системы (БИС).

Расчетно-кассовое обслуживание – основной вид деятельности банков. Поэтому автоматизация этой сферы деятельности сотрудников является одним из необходимых элементов работы с учетом возрастающего объема операции и необходимости их безопасности, безошибочности.

Под расчетно-кассовыми операциями понимают ведение счетов юридических и физических лиц и осуществление расчетов по их поручению [1].

Задачами проектируемого модуля расчетно-кассового обслуживания являются: учет данных о клиентах; проверка состояния и ведение счетов клиентов; подготовка для клиентов выписки по состоянию счетов и операциям; обработка первичных документов различных видов, относящихся к расчетно-кассовому обслуживанию; проведение межбанковских расчетов; ведение картотек документов по расчетно-кассовому обслуживанию; расчет и взимание комиссии с клиентов за проведение операций; формирование необходимой отчетности [2].

Перечень и формы документов, которые формируются специалистом (первичные и отчетные документы) включает следующие элементы: Приходный кассовый ордер (Унифицированная форма N КО-1) (ОКУД 0310001); Расходный кассовый ордер (Унифицированная форма N КО-2) (ОКУД 0310002); Журнал регистрации приходных и расходных кассовых документов (Унифицированная форма N КО-3) (ОКУД 0310003); Кассовая книга (Унифицированная форма N КО-4) (ОКУД 0310004); Книга учета принятых и выданных кассиром денежных средств (Унифицированная форма N КО-5) (ОКУД 0310005); Авансовый отчет (Унифицированная форма N АО-1) (ОКУД 0302001); Объявление на взнос наличными (Форма 0402001) (ОКУД 0402001) [3].

Была разработана структура базы данных для модуля операций расчетно-кассового обслуживания. Для разработки структуры были взяты несколько форм документов. В MS Access создаем таблицы для данных из документов, справочники, заполняем их данными и обозначаем связи между ними. В каждой таблице содержится информация, соответствующая информации в наших документах. В нашей структуре данных используются справочники «Справочник физических лиц» и «Справочник юридических лиц». Справочник «Юридические лица» включает в себя наименование организации, номера общероссийских классификаторов предприятий и организаций, физический и юридический адреса. Справочник «Физические лица» включает в себя ФИО, должности и контактные данные физических лиц.

На основе созданной базы данных составляем несколько отчетов. Отчет «Юридические лица» выводит список всех организаций, номера ОКПО, их физический и юридический адреса. Отчет «Физические лица» выводит список ФИО сотрудников организаций, их должности и контактные данные этих физических лиц.

Фрагмент схемы данных представлена на рисунке.

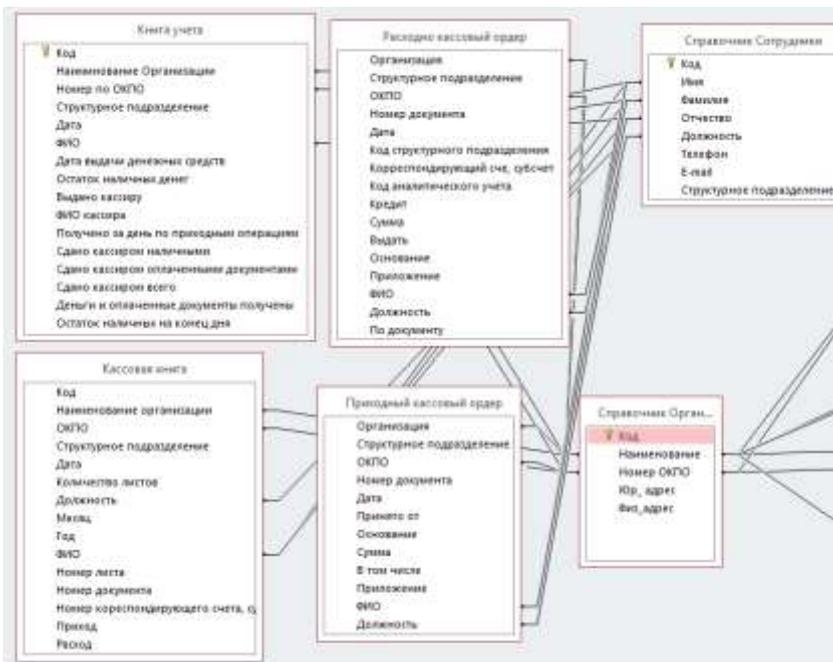


Схема данных для модуля операций расчетно-кассового обслуживания

Разработанный проект представленного модуля расчетно-кассового обслуживания позволяет автоматизировать работу основных банковских операции расчетно-кассового обслуживания клиентов банка, позволяет решать множество задач, необходимых для развития и функционирования.

Литература

1. Модуль расчетно-кассового обслуживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9039030/page:7/>.
2. Состав задач модуля расчетно-кассового обслуживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poisk-ru.ru/s30289t1.html>.
3. Формы первичных учетных документов по учету кассовых операций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32449/a3e9fcc0246012176024981561f601ca215f5a47/.

Лобанова В. А.

Научный руководитель: Иванов О. Е., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

Аннотация. Представлены основные портфельные модели формирования оптимального инвестиционного портфеля.

Ключевые слова: инвестиционный портфель, модель Марковица, модель Шарпа, инвестиции.

Цель работы – рассмотреть математические модели формирования оптимального инвестиционного портфеля.

Главная цель любого инвестора – это получение максимальной доходности при минимальном риске. Для достижения этой цели инвестиционный портфель ценных бумаг обычно формируется из различных видов активов. Данная стратегия оптимизирует портфель ценных бумаг с точки зрения риска и доходности. Используя определенные методы формирования портфеля, инвестор выбирает комбинацию различных видов ценных бумаг.

Рассмотрим портфельную теорию Марковица.

Доходность портфеля измеряется как средневзвешенная сумма доходностей, входящих в него бумаг.

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i \times r_i,$$

где w_i – доля документа в портфеле; r_i – доходность документа.

Риск отдельного инструмента оценивается как среднеквадратичное (стандартное) отклонение его доходности. Для расчета общего риска портфеля необходимо отразить совокупные изменения рисков отдельного инструмента и их взаимное влияние (через ковариации и корреляции – меры взаимосвязи).

$$\sigma_p = \sqrt{w_i \times w_j \times v_{ij}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \times \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i \times w_j \times k_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j},$$

где σ_i – стандартное отклонение доходностей инструмента;

k_{ij} – коэффициент корреляции между i, j -м инструментом;

v_{ij} – ковариация доходностей i -го и j -го финансового инструмента;

n – количество финансовых инструментов в рамках портфеля.

Таким образом, в рамках правильно подобранного портфеля риски снижаются за счет обратной корреляции инструментов. При этом устраняются не только специфические риски инструмента, но снижается систематический (рыночный) риск.

Основной сложностью применения метода Марковица является большой объем вычислений, необходимый для определения весов w_i каждой ценной бумаги. Существует модель, позволяющая существенно сократить объемы необходимых вычислений, именуемая моделью Шарпа.

В основе модели Шарпа лежит метод линейного регрессионного анализа, позволяющий связать две случайные зависимые переменные величины X и Y линейным выражением типа

$$Y = \alpha + \beta X.$$

В модели Шарпа в качестве зависимой переменной Y берется доходность $r_{i,t}$ какой-то i -й акции портфеля, измеренная за выбранные шаги расчета. Независимой переменной X считается величина какого-то рыночного показателя, воздействующего на доходности акций портфеля. Таковым показателем может быть, например, темп роста валового внутреннего продукта, уровень инфляции, индекс цен потребительских товаров и т. п. Сам Шарп в качестве независимой переменной рассматривал доходность рыночного портфеля $r_{i,t}$ вычисленную за те же шаги расчета на основе индекса Standard and Poor's (S&P500).

В российских условиях доходность $r_{i,t}$ рыночного портфеля можно оценивать с использованием отечественных индексов РЦБ (например, индекса ММВБ или индекса РТС). Если задана длительность холдингового периода и известны значения индекса I в начале $I_{\text{нач}}$ и в конце $I_{\text{кон}}$ холдингового периода, то доходность рыночного портфеля за этот период находится по формуле

$$r_m = \frac{I_{\text{кон}} - I_{\text{нач}}}{I_{\text{нач}}}.$$

Полученные результаты показывают полезность использования математического анализа инвестиционного портфеля. Рассмотренные методы могут использоваться в реальной жизни, в результате чего возрастает вероятность получения прибыли и, наоборот, уменьшается риск обесценивания ценных бумаг в портфеле.

Литература

1. Мадера, А. Г. Математическая модель оптимального инвестиционного портфеля / А. Г. Мадера // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 12. – С. 109-112 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=31210> (дата обращения 04.04.2021).

2. Касимов, Ю. Ф. Введение в теорию оптимального портфеля ценных бумаг / Ю. Ф. Касимов. – М.: «Анкил», 2005. – 144 с.
3. Шарп, Уильям Ф. Инвестиции / Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В.Бэйли. – М.: Инфра-М, 1997. – 1024 с.

УДК 004.94

Малтакова М. А.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

***Аннотация.** В условиях современной рыночной конкуренции главной целью любого предприятия является оптимизация производства и извлечение наибольшей прибыли. Для проведения анализа на данный момент придумано множество алгоритмов, одним из них является метод имитационного моделирования. В данной статье мы рассмотрим модель, основанную на методе системной динамики в среде разработки PowerSim.*

Цель исследования – оптимизировать процесс производства и реализации продукции на предприятии с помощью компьютерного имитационного моделирования, учитывая все экономические и физические факторы.

***Ключевые слова:** имитационное моделирование, метод системной динамики, предприятие.*

Одним из способов проведения исследования является метод имитационного моделирования. Это метод, при котором изучаемая система заменяется моделью, описывающей прохождение процесса в действительности. Отличие имитационной модели от математической заключается в том, что в имитационной модели начальные данные варьируемы, то есть показывают изменчивость протекания процесса.

Актуальность статьи обусловлена тем, что в условиях рыночной экономики довольно сложно определить параметры объема производства продукции, цену товара, дальнейшее развитие производственного процесса, следовательно, имитационная модель производства и реализации продукции окажет сильное влияние на оптимизацию этого процесса.

В работе для исследования системы используется компьютерное имитационное моделирование на основе метода системной динамики. Основоположником данного метода является Джей Форрестер, который в 1950-х годах в Массачусетском технологическом институте применил научный и инженерный опыт для выяснения фундаментальных причин успеха и провала предприятий [1]. Модель реализуется в виде потоковых диаграмм, которые, в свою очередь, состоят из уровней и потоков [2]. Значения уровней представляют собой информацию, необходимую для принятия решений, а потоки изменяют значение накопителя [3]. Такой подход позволяет повысить эффективность оперативного планирования.

Для решения задач повышения эффективности производства и реализации продукции построена имитационная модель, включающая в себя потоки: производства, реализации, выручки, и трат на производственные процессы, такие как расходы на техническое обслуживание, на оплату жилищно-коммунальных услуг и на закупку материалов для изготовления продукции. В свою очередь, поток производства зависит от количества продукции на складе, поток реализации зависит от спроса, поток выручки – от реализации, поток на производственные процессы – от количества производимой продукции, а поток на проведение технического обслуживания зависит от износа оборудования.

В результате многократной имитации при различных начальных условиях получены соответствующие сценарии для исследуемого процесса производства и реализации продукции. Благодаря чему удалось определить точку безубыточности, оптимальную цену реализации, при данных начальных условиях, суммарные затраты на производственный процесс.

Предложенный инструмент исследования данных процессов позволил оптимизировать такие экономические параметры, как затраты, расходы и издержки на абстрактном предприятии, что позволило сделать вывод о возможности эффективности применения данного подхода на малых промышленных предприятиях для решения задач оперативного планирования.

Литература

1. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятий (Индустриальная динамика) / Дж. Форрестер. – М.: Прогресс, 1971. – 229 с.
2. Методы системной динамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/145098/informatika/metody_sistemnoy_dinamiki. (дата обращения 28.03.2021).
3. Модели системной динамики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.url: https://studref.com/389024/ekonomika/modeli_sistemnoy_dinamiki](http://www.url:https://studref.com/389024/ekonomika/modeli_sistemnoy_dinamiki). (дата обращения 28.03.2021).

Малтакова М. В.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук профессор
Поволжский государственный технологический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ
НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ И ФАКТОРОВ,
ОКАЗЫВАЮЩИХ НА НЕЁ ВЛИЯНИЕ, ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА
МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ**

Аннотация. Одним из индикаторов уровня жизни населения той или иной страны является средняя продолжительность жизни населения.

Ключевые слова: уровень жизни населения, средняя продолжительность жизни.

Средняя продолжительность жизни – это прогноз, статистически рассчитанный с использованием теории вероятностей, который показывает, сколько лет в среднем проживут люди, родившиеся либо находящиеся в определённом возрасте.

Среднюю продолжительность жизни населения по регионам РФ исследуем с помощью метода множественной регрессии. Регрессионный анализ (множественная регрессия) – метод установления зависимости одной переменной от двух или более независимых переменных. Метод позволяет обоснованно выбрать модель, которая наилучшим образом соответствует исходным статистическим данным, оценить надежность и точность выводов, сделанных на основании ограниченного статистического материала. В результате анализа определяется какой фактор оказывает наиболее благоприятное влияние на определяющий исследуемый фактор.

Для исследования продолжительности жизни в регионах России были выбраны следующие факторы (выполнялось в программном пакете STATISTICA):

X1 – Численность населения (тыс. чел.), X2 – рождаемость (на 1000 чел.), X3 – смертность (на 1000 чел.), X4 – плотность населения (чел./км²), X5 – средняя зарплата по региону (тыс. руб.), X6 – Среднедушевые денежные доходы населения (руб./месяц), X7 – Потребительские расходы в среднем на душу населения (руб.), X8 – Индекс производительности труда (%).

Построим регрессионную модель с учетом всех факторов, как значимых, так и незначимых. Результаты представлены на рис. 1. Регрессионная статистика показывает, что коэффициент корреляции равен 0,745, а коэффициент детерминации – 0,55, что говорит о том, что модель является качественной и 75% факторов были учтены в модели.

Итоги регрессии для зависимой переменной: У (Матковид)						
R= 0,70975607 R2= 0,50375367 Скоррел. R2= 0,47630516						
F(4 70)=19,795 p= 0,00000 Станд. ошибка оценки: 1,6053						
№-факт	БЕТА	Ст. Ош.	В	Ст. Ош.	t(Т)	p-знач.
См. значения	БЕТА	БЕТА	В	В		
			91,49626	0,00054	36,13674	0,000000
X1	0,00054	0,00054	0,00054	0,000715	4,68719	0,000012
X2	-0,76682	0,123428	-0,76682	0,130396	-5,86358	0,000005
X3	-0,85537	0,129621	-0,85537	0,112619	-7,57644	0,000000
X5	-0,07479	0,000025	-0,07479	0,016918	-3,95369	0,000168

Рис. 1. Итоговая таблица регрессии (стандартный метод)

Величина Бета-коэффициентов позволяет сравнивать относительный вклад каждой независимой переменной в предсказание зависимой. Как видно из таблицы результатов, переменные: X1 – Численность населения (тыс. чел.), X2 – рождаемость (на 1000 чел.), X3 – смертность (на 1000 чел.), X5 – средняя зарплата по региону (тыс. руб.) – являются наиболее важными предикторами для средней продолжительности жизни населения в регионах России (значимая переменная). С учетом всех факторов при проведении анализа данных получается следующая модель:

$$Y = 91,49626 + 0,00054X1 - 0,76682X2 - 0,85537X3 - 0,07479X5.$$

В результате регрессионного анализа выяснилось:

При увеличении численности населения на 1000 чел., ожидаемая продолжительность жизни населения в регионах России увеличится на 0,00054 года; при увеличении рождаемости на 1000 чел., ожидаемая продолжительность жизни населения в регионах России уменьшится на 0,76682 года; при увеличении смертности на 1000 чел., ожидаемая продолжительность жизни населения в регионах России уменьшится на 0,85537 года; при увеличении средней заработной платы, ожидаемая продолжительность жизни населения в регионах России уменьшится на 0,07479 года; по данной модели можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на значение ожидаемой продолжительности жизни населения в регионах России оказывает смертность.

Проведем классификацию регионов России по исходным показателям методом кластерного анализа, для нахождения схожих субъектов РФ в выборке данных. Используем иерархический алгоритм, на основе такого анализа дендрограммы можно проследить порядок объединения объектов в кластеры, изучить расстояние, на котором происходит объединение. По полученной дендрограмме, построенной методом Варда, можно

сделать предположение, что субъекты РФ образуют 3 естественных кластера (рис. 2). В первый кластер вошли 18 субъектов РФ, во второй – 63 субъекта РФ, в третий – 2 субъекта РФ.

Проверим данное предположение, разбив исходные данные методом *k*-средних на 3 кластера, и проверим значимость различия между полученными группами. Данный метод позволяет просмотреть средние значения для каждого кластера на линейном графике (рис. 3). По содержательным и статистическим критериям наилучшим оказалось разбиение регионов России на 3 кластера.

Средние всех показателей отличаются друг от друга. Это свидетельствует о качественном разбиении на группы. Как показывает график, расстояние между средними характеристиками кластеров присутствует, это может свидетельствовать об успешной кластеризации.

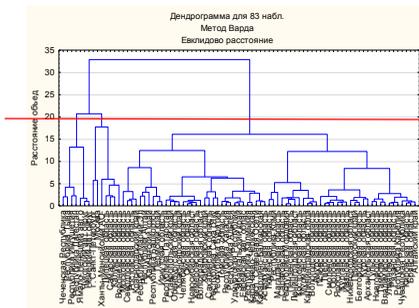


Рис. 2. Метод Варда

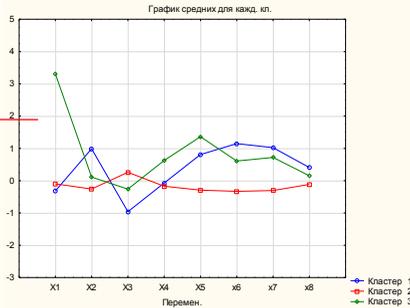


Рис. 3. График *k*-средних

В результате классификации регионов РФ с помощью кластерного анализа можно сделать вывод, что для решения большинства задач множество регионов России рассматривается как некий единый массив, однако, этот массив разумно разбивать на три части, значительно различающиеся по таким показателям, как: численность населения, рождаемость, смертность населения, средняя заработная плата. Отдельное изучение таких регионов позволит более эффективно прогнозировать их динамику, планировать меры по развитию регионов с учётом их особенностей, повысить точность используемых при изучении регионов России экономических моделей.

Таким образом, количественную характеристику показателей, оказывающих влияние на среднюю продолжительность жизни населения в регионах России, возможно построить на основе системы статистических показателей. В комплексе перечисленные группы факторов позволяют получить достаточно полное и всестороннее представление.

Литература

1. Елисеева, И. И. Общая теория статистики: учебник / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2015. – 480 с.
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – Росстат. – Режим доступа: www.gks.ru.

УДК 539.376

Марков А. А.

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

***Аннотация.** Предлагается информационная технология поддержки принятия решений в области планирования производства и реализации продуктов питания (хлебобулочных изделий). Технология основана на имитационном моделировании процессов производства и реализации хлебобулочных изделий. Многократная имитация данных процессов при различных начальных условиях позволяет повысить эффективность планирования производства продуктов питания.*

***Ключевые слова:** эффективность планирования производства, метод системной динамики.*

Актуальность исследования обусловлена потребностью населения в продуктах питания.

Цель: повышение эффективности планирования производства продуктов питания.

Для достижения данной цели применен метод системной динамики. Метод исследования сложных систем с помощью их динамического моделирования получил название системная динамика. Системная динамика является одним из наиболее мощных инструментов, используемых в настоящее время для анализа и проектирования сложных систем, особенно систем, включающих петли обратной связи. Одним из средств моделирования, реализующих метод системной динамики, является система динамического моделирования Powersim [https://studme.org/105440/ekonomika/sistemnaya_dinamika]. С помощью

Powersim можно строить модели, которые имитируют элементы исследуемой системы и их взаимодействие друг с другом.

В системе динамического моделирования Powersim реализована следующая структура модели производства и реализации хлебобулочных изделий. Данная модель состоит из множества уровней (склад, просроченная продукция, зерно) и переменных, с помощью которых оценивается производство и реализация продукции, а также из потоков, которые управляют изменениями в модели.

Рассматривая сценарии как причинно-следственные связи в сложной динамической системе, обеспечивается поддержка принятия решений по управлению данной системой. Имитационная модель, реализованная в системе динамического моделирования Powersim, позволяет оперативно получать ответ на вопрос: «что будет, если...?», тем самым обеспечивая принятие наиболее эффективных управленческих решений.

УДК 338.2

Никонова Е. А., Тихонова Т. Г.

Научный руководитель: Порядина О. В., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДУЛЯ ДЕПОЗИТОВ БАНКОВСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

***Аннотация.** Разработана структура базы данных для модуля депозитов банковской информационной системы.*

***Ключевые слова:** депозит, модуль депозитов, банковская информационная система, модуль, форма документа.*

Одна из основных задач банка – привлечение средств во вклады, что способствует развитию сберегательного дела в стране, а также предоставление населению возможности надежного хранения наличности, содействие накоплению денежных сбережений и использованию их в интересах развития экономики [1].

По данным Центрального банка РФ, объем привлеченных кредитными организациями вкладов (депозитов) физических лиц в 2020 году

возрос на 1 919 955 млн. руб. по сравнению с 2019 годом (таблица). Данные сведения говорят о том, что депозитные операции в настоящий момент пользуются вниманием многих клиентов банков [2].

Объем привлеченных кредитными организациями вкладов (депозитов) физических лиц (млн. руб.)

№		2019 г.	2020 г.
1	Вклады (депозиты) физических лиц:	30 549 014	32 468 969
2	в т. ч. в рублях	24 572 711	25 724 521
3	в т. ч. в иностранной валюте	5 976 303	6 744 448

Цель работы: разработать структуру базы данных для хранения информации о документах, формирующихся в процессе совершения депозитных операций банка посредством разработки проекта автоматизации соответствующего модуля банковской информационной системы (БИС).

Банковский вклад (или банковский депозит) – сумма денежных средств, переданная вкладчиком кредитному учреждению-банку на определенный или неопределенный срок с целью получить доход в виде процентов, образующихся в ходе финансовых операций с вкладом.

Депозитные операции – это операции банков по привлечению денежных средств юридических и физических лиц во вклады либо на определенный срок, либо до востребования.

В качестве субъектов депозитных операций выступают предприятия всех организационно-правовых форм и физические лица. Объектами депозитных операций являются депозиты, т. е. суммы денежных средств, которые субъекты депозитных операций вносят на банковские счета [3].

Функции разрабатываемого модуля депозитов:

1. учет депозитов и движения средств;
2. автоматическое открытие соответствующих счетов для дальнейшего учета;
3. начисление процентов по остаткам депозитных счетов на ежедневной основе путем проведения автоматических проводок;
4. ежемесячный вычет налогов путем проведения автоматических проводок;
5. формирование и получение отчетных форм.

Для разработки были взяты формы следующих документов: заявление об открытии счета, сообщение об открытии счета, договор банковского вклада, карточка лицевого счета.

При разработке был использован программный продукт Microsoft Office – MS Access. Были составлены модели таблиц, содержащих информацию, необходимую для заполнения обязательных полей приведённых

3. Депозитные операции банков [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.grandars.ru/student/bankovskoe-delo/depozitnye-operacii.html>.

4. Документы, применяемые при оформлении операций по вкладам [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/2_5515_dokumenty-primenyaemie-pri-oformlenii-operatsiy-po-vkladam.html.

УДК 539.376

Олтиев Н. Х.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ВВОД В ДЕЙСТВИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ СУБЪЕКТОВ РФ

***Аннотация.** В статье проанализированы показатели ввода в действие жилых домов в сельской местности методами многомерного статистического анализа.*

***Ключевые слова:** методы многомерного статистического анализа, регрессионный, факторный, кластерный и дискриминантный анализы.*

Целью работы является исследование ввода в действие жилых домов субъектов РФ и факторов, оказывающих на него влияние, при помощи методов многомерного статистического анализа. Ввод в действие жилых домов – это общая площадь жилых помещений во введенных в эксплуатацию жилых и нежилых зданиях, жилых домах. В общую площадь введенных жилых домов не входит площадь вестибюлей, тамбуров, лестничных клеток, лифтовых холлов, общих коридоров, а также площадь в жилых домах, предназначенная для встроено-пристроенных помещений. В индивидуальных жилых домах, построенных населением, в общую площадь жилых помещений не включаются площади балконов, лоджий, веранд и террас. Ввод в действие жилых домов измеряется в тысячах квадратных метров. Данный показатель действует с 1 января 1990 года.

В качестве методов исследования были использованы регрессионный, факторный, кластерный и дискриминантный анализы, которые позволили установить основные факторы, оказывают влияние на ввод в действие жилых домов в различных субъектах РФ.

В качестве исходных данных для анализа рассмотрены сведения о 76 субъектах РФ за 2019 год по следующим показателям:

- у-ввод в действие жилых домов, тыс. м²;
- x1 – общая площадь жилых помещений, тыс. м²;
- x2 – одиночное протяжение уличной газовой сети, метров;
- x3 – количество негазифицированных населенных пунктов, единиц;
- x4 – число источников теплоснабжения, единиц;
- x5 – число лечебно-профилактических организаций, единиц;
- x6 – одиночное протяжение уличной водопроводной сети, метров;
- x7 – количество населенных пунктов, не имеющих водопроводов (отдельных водопроводных сетей), единиц;
- x8 – одиночное протяжение уличной канализационной сети, метров;
- x9 – количество населенных пунктов, не имеющих канализаций (отдельных канализационных сетей), единиц;
- x10 – общая протяженность улиц, проездов, набережных, км;
- x11 – число объектов бытового обслуживания, единиц;
- x12 – число приемных пунктов бытового обслуживания, единиц;
- x13 – объекты розничной торговли, единиц;
- x14 – объекты общественного питания, единиц;
- x15 – спортивные сооружения, единиц.

При выполнении регрессионного анализа было получено следующее уравнение: $Y = -59,702 + 0,0151 * X1 - 0,0609 * X4 + 0,0007 * X8 + 1,1984 * X12$. Связь высокая, так как множественный R равен 0,91. Доля дисперсии, объясненной регрессией, (R²) составляет 83%. F-Статистика равна 20,15. По данному уравнению можно сделать следующие выводы: если общая площадь жилых помещений увеличится на 1 тыс. м², то ввод в действие жилых домов увеличится на 0,0151 тыс. м² при прочих неизменных факторах; если число источников теплоснабжения уменьшится на 1, то ввод в действие жилых домов уменьшится на 0,0609 тыс. м² при прочих неизменных факторах;

– если одиночное протяжение уличной канализационной сети увеличится на 1 метр, то ввод в действие жилых домов увеличится на 0,0007 тыс. м² при прочих неизменных факторах; если число приемных пунктов бытового обслуживания увеличится на 1, то ввод в действие жилых домов увеличится на 1,1984 тыс. м² при прочих неизменных факторах. Для учета всех факторов, оказывающих влияние на ввод в действие жилых домов, был проведен факторный анализ, метод главных компонент, который позволил выделить три основных фактора. Факторные нагрузки представлены на рисунке.

Перемен.	Фактор нагрузки (Базисный) (Таблица 11)		
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
x1	-0,979662	0,029767	-0,015525
x2	-0,830650	0,155941	-0,142831
x3	0,031834	0,973306	0,005282
x4	-0,581185	0,128180	0,544296
x5	-0,868314	-0,061982	0,101391
x6	-0,898276	0,122459	0,104811
x7	-0,055312	-0,985422	-0,012682
x8	-0,622014	-0,347632	-0,301723
x9	-0,254855	-0,946113	-0,011063
x10	-0,937087	-0,062982	0,034677
x11	0,100627	0,266217	0,764467
x12	-0,633762	0,150196	0,272381
x13	-0,902146	0,121753	-0,039302
x14	0,942687	0,074319	0,012097
x15	-0,931467	0,070472	0,013526
Общ. дис.	8,498121	3,116394	1,107636
Доля общ.	0,531133	0,194775	0,069227

Факторные нагрузки

Первый фактор содержит такие показатели, как общая площадь жилых помещений, одиночное протяжение уличной газовой сети, число лечебно-профилактических организаций, одиночное протяжение уличной водопроводной сети, общая протяженность улиц, проездов, набережных, объекты розничной торговли, объекты общественного питания, спортивные сооружения. Второй фактор включает в себя количество негацифицированных населенных пунктов, количество населенных пунктов, не имеющих водопроводов (отдельных водопроводных сетей), количество населенных пунктов, не имеющих канализаций (отдельных канализационных сетей). К третьему фактору отнесли число объектов бытового обслуживания.

Дискриминантный анализ показал, что распределение субъектов РФ по кластерам было практически полностью верным.

За 2019 г. в РФ 76% изменения показателя ввода в действие жилых домов повлияло на жилищные условия населения в сельской местности РФ.

Литература

1. Введено в действие общей площади жилых домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fedstat.ru/indicator/30954>.
2. Статистическая информация о социально-экономическом развитии сельских территорий Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/region_stat/sel-terr/sel-terr.html.

Погрибная Е. С.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ HR-ОТДЕЛА В ООО «ДВЕРИ 12»

***Аннотация.** Рассматривается оценка эффективности реинжиниринга HR-отдела в ООО «Двери 12».*

***Ключевые слова:** реинжиниринг, проектирование, экономическая эффективность.*

Современные предприятия планируют инвестиционную деятельность исходя из сформулированных собственных целей и анализа своей текущей деятельности. Экономический эффект от внедрения средств автоматизации может быть лишь косвенным, так как внедренные средства автоматизации не являются прямым источником дохода, а являются либо вспомогательным средством организации получения прибыли, либо помогают минимизировать затраты.

Главный экономический эффект от внедрения средств автоматизации заключается в улучшении экономических и хозяйственных показателей работы предприятия, в первую очередь, за счет повышения оперативности управления и снижения трудозатрат на реализацию процесса управления, то есть сокращения расходов на управление. Для большинства предприятий экономический эффект выступает в виде экономии трудовых и финансовых ресурсов, получаемой от:

- снижения трудоемкости расчетов;
- снижение трудозатрат на поиск и подготовку документов;
- экономии на расходных материалах (бумага, дискеты, картриджи);
- сокращения служащих предприятия.

Оценить экономический эффект от использования программы можно двумя способами: простым и сложным (более трудоемкий способ, но более точный). Простой способ – это некоторое упрощение сложного способа с учетом различных «оговорок». Например, если материальные затраты не меняются после внедрения программы, то их можно исключить из расчета, тем самым его упростив. Полная оценка по сложному алгоритму, как пра-

вило, проводится квалифицированными специалистами по итогам обследования бизнес-процессов предприятия. Но если необходимо быстро и приблизительно оценить эффективность внедрения средства автоматизации, то можно в представленные формулы подставлять оценочные значения затрат. Конечно, при использовании оценок затрат, а не их фактических значений, экономический эффект будет посчитан не точно, но тем не менее позволит оценить выгодность и необходимость автоматизации.

При согласовании бюджета следует учитывать стратегические показатели компании в целом, поскольку возможна ситуация, при которой требования к реализации отдельного проекта будут вступать в противоречие с требованиями в масштабах общей проектной деятельности компании. Общий бюджет проекта реинжиниринга деятельности представлен в таблице 1.

Таблица 1. Бюджет проекта, руб.

№ п/п	Статья затрат	Стоимость
1.	Затраты на полнофункциональную версию и ее установку на предприятии	109 000
2.	Затраты на обучение персонала	6 500
Итого:		115 500

Общий бюджет проекта составил 115 500 рублей. В расчет были включены затраты на покупку программного продукта «1С: Зарплата и Управление персоналом КОРП» и его установку, а также затраты на обучение персонала. Рассмотрим примерную годовую смету затрат до и после внедрения продукта, предоставленную в таблице 2.

Таблица 2. Смета годовых затрат, руб.

№ п/п	Элементы затрат	Вариант «AS-IS»	Вариант «TO-BE»	Отклонение (+/-)
1.	Материальные затраты:	64 800	46 800	18 000
1.1.	- бумага	19 200	12 000	7 200
1.2.	-канцтовары	12 000	9 600	2 400
1.3.	-картриджи	33 600	25 200	8 400

Окончание таблицы

2.	Прочие расходы:	684 000	456 640	227 360
2.1.	- амортизация	-	10 896	-10 896
2.2.	Договор ИС: ИТС	-	24 544	-24 544
2.3.	- электроэнергия	24 000	19 200	4 800
2.4.	- услуги связи	60 000	42 000	18 000
2.5.	- заработная плата	600 000	360 000	240 000
	Итого:	748 800	503 440	245 360

Из таблицы можно увидеть, что затраты за год сократились на 245 360 рублей.

Также не менее важно, что информационная система поможет сократить время на обработку информации. В таблице 3 приведено среднее время на выполнение различных операций.

Таблица 3. Среднее время на выполнение различных операций, ч.

№ п/п	Наименование операции	Время «AS-IS»	Время «TO-BE»	Отклонение (+/-)
1.	Отбор резюме кандидатов	0,8	0,35	0,45
2.	Систематизирование результатов собеседований с кандидатами	0,7	0,2	0,5
3.	Формирование пакета документа кандидата	1	0,3	0,7
4.	Подготовка пакета документов для аттестации и оценки персонала	-	0,5	-0,5
5.	Подготовка кадровых документов	1	0,6	0,4
6.	Выдача справок сотрудникам	0,25	0,1	0,15
	Итого:	3,75	2,05	1,7

Исходя из данных таблицы 3, можно сделать вывод, что сэкономленное время работы сотрудника составило примерно 1,7 часа.

Вычислим срок окупаемости проекта вычислим по формуле:

$$T_{OK} = \frac{K_n}{\Delta C} = \frac{115\,500}{245\,360} = 0,47,$$

где T_{OK} – период окупаемости проекта (год);

K_n – капиталовложения в проект;

ΔC – отклонение затрат варианта «AS-IS» от варианта «TO-BE».

Срок окупаемости проекта составит примерно полгода.

Попов А. К.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ РОСХОЛОД»

***Аннотация.** Метод ветвей и границ – это метод направленного перебора множества вариантов решений задачи. Графически перебор можно представить в виде дерева, т. е. связного графа, не содержащего циклов. Корень этого дерева – все множество вариантов, а вершины дерева – подмножества частично упорядоченных вариантов решения.*

***Ключевые слова:** симметричная задача, задача коммивояжера, дискретная оптимизация.*

Метод ветвей и границ – это метод направленного перебора множества вариантов решений задачи. Графически перебор можно представить в виде дерева, т. е. связного графа, не содержащего циклов. Корень этого дерева – все множество вариантов, а вершины дерева – подмножества частично упорядоченных вариантов решения. [1].

Допустим, требуется составить расписание обработки четырех деталей.

Для определенности присвоим деталям номера 1,2,3,4. Тогда решением данной задачи будет последовательность номеров, соответствующая расписанию, предпочтительному перед другими по выбранному критерию эффективности. [3].

Корнем дерева решений R является множество всех вариантов расписаний; вершины R соответствуют расписаниям, в которых первой обрабатывается деталь с номером i , а вершины R – расписаниям, в которых первыми обрабатываются детали с номерами i и j . [4].

Алгоритм метода ветвей и границ:

1. Построить вершины первого уровня. Для каждой вершины подсчитать оценку нижней (верхней) границы. Продолжить ветвление той вершины, которой соответствует лучшая (минимальная или максимальная) оценка.

2. Для всех вершин i -го уровня ($i = 2, 3, \dots$) подсчитать оценку. Продолжить ветвление той висячей вершины уровня i , $i = 1, \dots, 1$, которой соответствует лучшая (минимальная или максимальная) оценка.

3. Действия, указанные в пункте 2, повторять до тех пор, пока не будет получено точное решение на последнем уровне. Для него подсчитать точное значение. Если это значение не хуже оценок оставшихся висячих вершин, то найдено оптимальное решение. Если это значение строго лучше, то оптимальное решение единственно. Если значение функции/для вершин последнего уровня не лучше значения оценок оставшихся висячих вершин, то переходят к пункту 2. [2].

Рассмотрим решение задачи методом ветвей и границ на примере организации ООО «Торговый Дом Росхолод», имеющей несколько складов по России. Необходимо переместить оборудование для пяти складов, находящихся в разных точках России. Матрица попарных расстояний между складами имеет вид:

	Новосибирск	Омск	Красноярск	Владивосток	Хабаровск
Новосибирск	0	600	630	3700	3600
Омск	600	0	1200	4300	4200
Красноярск	630	1200	0	3100	2950
Владивосток	3700	4300	3100	0	650
Хабаровск	3600	4200	2950	650	0

Решение. Путь состоит из пяти звеньев. Длина каждого звена не меньше 600 км, следовательно, в качестве оценки снизу L можно взять длину минимального звена, умноженную на общее число звеньев: $L = 5 \cdot 600 = 3000$, и на каждом шаге ветвления к длине известного пути добавлять число оставшихся звеньев, умноженное на 600.

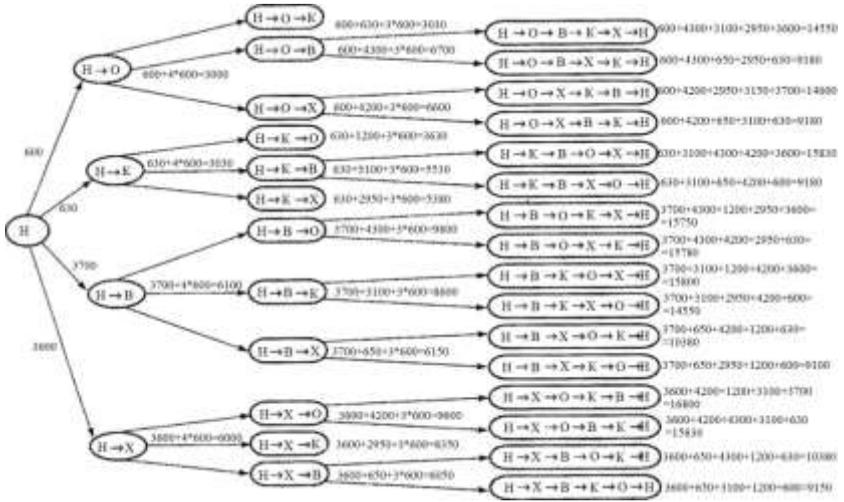
Дерево представлено на рисунке. Корнем дерева является множество вариантов путей, исходящих из города Новосибирска (так как надо объехать все пункты, то начальный пункт может быть любым). Вершинами дерева являются подмножества частично упорядоченных путей. Буквы, стоящие в каждой вершине, соответствуют пунктам объезда, известным на данном шаге ветвления.

Наименьшую длину (9100 единиц) имеет путь $H \rightarrow B \rightarrow X \rightarrow K \rightarrow O \rightarrow H$.

Из рисунка видно, что в процессе решения было перебрано достаточно большое число вариантов. Этого можно было бы избежать, взяв более точную оценку нижней границы. Например, оценивая вершину на каждом шаге ветвления, можно было добавлять к уже известной длине

пути длину минимального из оставшихся звеньев, умноженную на их число.

Аналогичным образом можно решать задачу коммивояжера, если в качестве исходных данных вместо расстояний рассматривать стоимость проезда от одного населенного пункта к другому и выбирать путь, минимизирующий суммарную стоимость проезда.



Дерево решений

Таким образом, можно сделать вывод, что метод ветвей и границ применим для выполнения многих задач планирования и оптимизации.

Литература

1. Гасс, С. Линейное программирование / С. Гасс. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 2017. – 304 с.
2. Юдин, Д. Б. Линейное программирование. Теория, методы и приложения / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. – М.: Красанд, 2016. – 428 с.
3. Лунгу, К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач / К. Н. Лунгу. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 132 с.
4. Агальцов, В. П. Математические методы в программировании / В. П. Агальцов. – М.: Форум, 2016. – 240 с.

Попов Е. К.

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 данной статье рассматриваются особенности решения минимаксных задач о назначениях методом ветвей и границ.

Ключевые слова: минимизация, максимизация, метод ветвей, алгоритм.

Метод ветвей и границ – это парадигма разработки алгоритмов для задач дискретной и комбинаторной оптимизации, а также для математической оптимизации.

Под методами ветвей и границ подразумевают алгоритмы перебора, представляющие собой фундаментальный общий метод нахождения оптимальных решений дискретных оптимизационных задач.

Алгоритм ветвления и границ состоит из систематического перечисления возможных решений посредством поиска в пространстве состояний: считается, что множество возможных решений образует корневое дерево с полным набором в корне.

Алгоритм исследует ветви этого дерева, которые представляют подмножества набора решений. Перед перечислением возможных решений ветви, ветвь проверяется по верхним и нижним оценочным границам на оптимальном решении и отбрасывается, если она не может дать лучшего решения, чем лучшее, найденное до сих пор алгоритмом [1].

Рассмотрим задачу о назначениях и применим для ее решения метод ветвей и границ.

Постановка задачи. Четыре работника должны выполнять четыре вида работ. Назначить работников на работы методами динамического программирования и ветвей и границ таким образом, чтобы затраты труда были минимальны [2].

Матрица затрат представлена в следующем виде (таблица):

Матрица затрат

7	7	3	6
4	9	5	4
5	5	4	5
6	4	7	2

Шаг 1. Рассчитываем φ_0 как минимальную сумму наименьших стоимостей выполнения всех работ одним работником или выполнения одной работы всеми работниками.

$$\varphi_0 = \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{элементов по строкам} \\ \sum \min \text{элементов по столбцам} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 3 + 4 + 4 + 2 = 13 \\ 4 + 4 + 3 + 2 = 13 \end{array} \right\} = 13.$$

Начинаем строить дерево, исходя из нулевого уровня, при котором $\varphi_0 = 13$.

Шаг 2. Делаем попытку назначить 1 работника на каждую работу. Для этого вычеркиваем 1 строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем работника.

$$\varphi_{1j} = C_{1j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\}.$$

Получаем: $\varphi_{11}=17$, $\varphi_{12}=17$, $\varphi_{13}=13$, $\varphi_{14}=18$. Так как минимальное значение достигается в случае $\varphi_{13}=13$, назначаем первого работника на 3 работу. Остальные ветви 1 уровня отсекаем.

Шаг 3. Делаем попытку назначить 2 работника, но оставшиеся работы (1, 2, 4). Для этого вычеркиваем 1 строку и 3 столбец, так как это назначение уже сделано, и вычеркиваем 2 строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем 2 работника.

$$\varphi_{2j} = C_{13} + C_{2j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\}.$$

Получаем: $\varphi_{21}=13$, $\varphi_{22}=19$, $\varphi_{24}=16$. Минимальное значение $\varphi_{21}=13$, поэтому назначаем второго работника на 1 работу, а остальные ветви отсекаем.

Шаг 4. Делаем попытку назначить 3 работника на оставшиеся работы (2 и 4). Вычеркиваем 1 и 2 строки, 1 и 3 столбец, так как эти назначения уже произведены. Вычеркиваем третью строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем 3 работника.

$$\varphi_{3j} = C_{13} + C_{21} + C_{3j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\}$$

Получаем: $\varphi_{32}=14$, $\varphi_{34}=16$. Так как минимальное значение достигается при $\varphi_{32}=14$, то назначаем третьего работника на вторую работу, а остальные ветви 3 уровня отсекаем.

Шаг 5. Четвертый работник назначается на оставшуюся работу, в данном случае, на 4 работу $\varphi_{44}=14$.

Получаем назначение: 4 работник – 4 работа, 1 работник – 3 работа, 3 работник – 2 работа, 2 работник – 1 работа. Минимальные затраты труда 14.

Реальные прикладные задачи дискретной оптимизации очень сложны. Современные методы оптимизации далеко не всегда справляются с решением реальных задач без помощи человека. Нет пока такой теории, которая учла бы любые особенности функций, описывающих постановку задачи. Следует отдавать предпочтение таким методам, которыми проще управлять в процессе решения задачи.

Очевидным недостатком алгоритма метода ветвей и границ при решении задач большой размерности является необходимость перебрать слишком большое количество вариантов перед тем, как будет найден оптимальный план. Однако он отчасти может быть преодолен, если ограничиться поиском не оптимального, а просто «хорошего» (близкого к оптимальному) плана.

Литература

1. Галеев, Э. М. Оптимизация. Теория, примеры, задачи: учебное пособие / Э. М. Галеев. – М.: Ленанд, 2015. – 344 с.
2. Морозов, В. В. Исследование операций в задачах и упражнениях / В. В. Морозов, А. Г. Сухарев, В. В. Федоров. – М.: Гостехиздат, 2016. – 595 с.
3. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. – М.: Риор, 2016. – 48 с.

УДК 004.4

Сibaгатуллина Г. Н.

Научный руководитель: Абдулаев В. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается параметрическая модель распространения инфекционного заболевания в условиях случайных контактов во время внутригородских пеших перемещений жителей изолированного компактного населенного пункта. Модель разработана для прогнозирования динамики показателя заболеваемости.

Ключевые слова: COVID-19, пандемия, прогнозирование, параметрическая модель.

Введение. Ситуация с пандемией COVID-19 по-прежнему негативно затрагивает здоровье и благополучие огромного числа людей во всем мире. При всех принятых профилактических мерах, направленных на сдерживание болезни и замедление ее распространения, многие страны оказались перед катастрофой системы оказания неотложной медицинской помощи из-за недостаточности ее ресурсов и опаздывающих мер по их увеличению. Важной причиной отставания организационных действий от темпа развития пандемии явилось отсутствие механизмов эффективного прогнозирования роста заболеваемости. Этот недостаток поспешили исправить ряд европейских и американских исследовательских центров.

Исследователи Стэнфордского университета создали компьютерную модель, которая точно предсказала распространение COVID-19 в 10 крупных городах США весной 2020 года, путем анализа факторов, определяющих риск заражения [2]. Учёные из Оксфордского университета разработали модель прогнозирования риска заражения COVID-19, позволяющую выявить людей, подверженных высокому риску заражения, с целью определения приоритетности их вакцинации и поддержки [1].

Приведенные примеры моделей предназначены для прогнозирования развития пандемии в глобальных масштабах, на уровне государств или крупных городов. В данной статье рассматривается модель ПЭП (Прогнозирование Эпидемиологических Показателей), цель которой заключается в прогнозировании показателей развития заболеваний, подобных COVID-19 в небольших изолированных населенных пунктах, таких как военные городки или городки добытчиков нефти и газа.

Параметры модели ПЭП

Модель ПЭП содержит объекты, имитирующие горожан и их контакты. Объект-горожанин может находиться в нескольких состояниях, изображенных на рис. 1.



Рис. 1. Диаграмма состояний горожанина

Модель ПЭП содержит также параметры, определяющие переход из одного состояния в другое. Например, d – это предельное расстояние, при котором происходит заражение. С момента, когда горожанин инфицирован, начинается отсчёт инкубационного периода T_{in} , во время которого инфицированный горожанин сам становится источником заражения. После истечения инкубационного периода инфицированный горожанин направляется в больницу, где продолжительность лечения определяется нормальной случайной величиной, среднее значение которой зависит от возрастной категории. По завершении лечения горожанин возвращается в город со свойством $\text{hasimmun} = \text{True}$, означающим наличие иммунитета, и не может заразиться повторно.

В каждый момент времени состояния всех горожан (за исключением госпитализированных) в графическом окне обозначаются цветом (рис. 2).

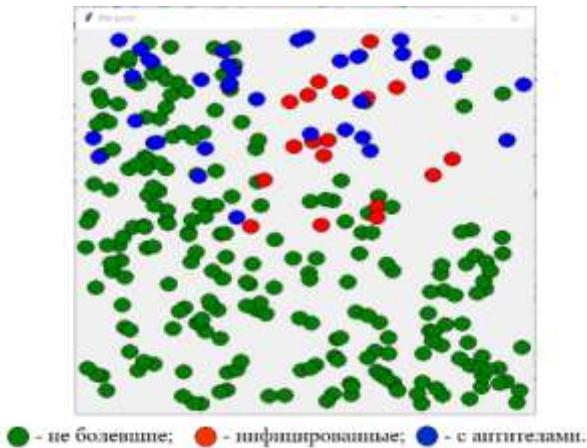


Рис. 2. Графическое окно состояний горожан в n -ый фрейм моделирования

Результаты моделирования

В разработанной модели замкнутого небольшого городка для некоторого условного вида COVID-19 с параметрами: в начальный момент процесса моделирования в городе появляется один зараженный горожанин, дистанция заражения – «на расстоянии вытянутой руки»; инкубационный период равен 5 дням – получен следующий график прироста заболевших за 100 дней (рис. 3).

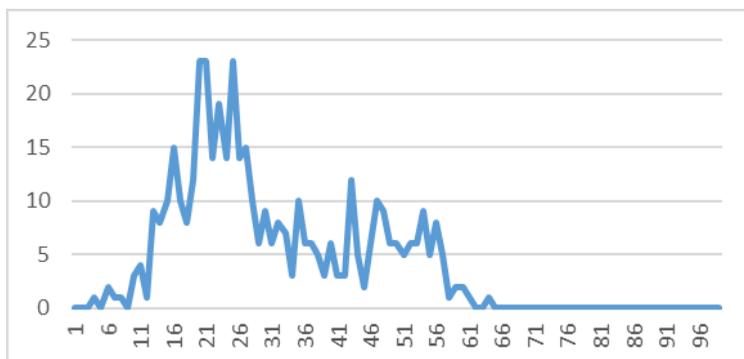


Рис. 3. Результаты моделирования

В соответствии с графиком интенсивный прирост заболевших длится примерно первые 20 дней. В последующие 10 дней наблюдается тенденция значительного снижения заболеваемости. Начиная приблизительно с 31 дня, график характеризуется относительной стабильностью, что свидетельствует о замедлении темпов распространения вируса. Ближе к 60 дню распространение вируса прекращается. В целом, на конец моделирования доля переболевших составила около 70% от общей численности населения.

Хотя в данной модели учтено лишь небольшое число параметров из присущих процессу развития эпидемии, эксперименты с моделью показали, что она адекватно отражает динамику показателя заболеваемости в зависимости от параметров модели. Модель может использоваться в учебных целях при изучении возможностей прогнозирования показателей, характеризующих развитие эпидемии во времени.

Литература

1. Oxford-led technology to help those at high risk from COVID-19 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ox.ac.uk/news/2021-02-16-oxford-led-technology-help-those-high-risk-covid-19> (дата обращения 26.03.2021).
2. Stanford-led team creates a computer model that can predict how COVID-19 spreads in cities – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.stanford.edu/2020/11/10/computer-model-can-predict-covid-19s-spread/> (дата обращения 26.03.2021).

Созонова Н. А.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОТГРУЗКЕ МЕДИКАМЕНТОВ

Аннотация. Представлено решение задачи линейного программирования с помощью метода ветвей и границ.

Ключевые слова: матрица, нижняя граница, константы приведения.

Метод ветвей и границ является одной из групп комбинаторных методов решения. Этот метод впервые был предложен А. Лэндом и А. Дойгом 61 год назад. Фактически «второе рождение» этого метода связано с работой Дж. Литгла, К. Мурти, Д. Суини и С. Кэрела. В ней же было предложено и принятое теперь название метода: «метод ветвей и границ». Он применим как к полностью, так и частично целочисленным задачам.

Классическим примером применения описанного выше метода является задача коммивояжера. Данная задача помогает определить «наилучший» маршрут движения коммивояжера для посещения всех мест, представленных в задании, в кратчайший срок.

Формулировка задачи: водителю необходимо посетить 5 больниц, чтобы доставить медикаменты. Расстояния (у. е.) между больницами представлены в таблице 1. Необходимо найти маршрут минимальной длины с посещением каждой больницы ровно один раз и возвращением в ту же больницу с которого был начат путь.

Таблица 1. Основная матрица расстояний

ij	1	2	3	4	5
1	0	120	110	70	130
2	90	0	70	80	100
3	80	60	0	90	50
4	40	100	50	0	80
5	50	70	80	50	0

Определяем нижнюю границу множества, для этого найдем в каждой ее строке минимальное расстояние $d_i = \min(j) d_{ij}$. В результате получаем

$d_i = \{70; 70; 50; 40; 50\}$, вычитаем d_i из элементов каждой строки и получаем новую матрицу, в которой будет как минимум один ноль.

Затем повторяем те же операции только с нахождением минимального расстояния по столбцам $d_j = \min(i) d_{ij}$, $d_j = \{0; 10; 0; 0; 0\}$. В результате получаем полностью редуцированную матрицу 1 (табл. 2).

Таблица 2. Матрица 1

ij	1	2	3	4	5
1	0	40	40	0	60
2	20	0	0	10	30
3	30	0	0	40	0
4	0	50	10	0	40
5	0	10	30	0	0

Величины d_i и d_j называются константами приведения. Их сумма определяет нижнюю границу $H = \sum d_i + \sum d_j = 70 + 70 + 50 + 40 + 50 + 0 + 10 + 0 + 0 + 0 = 290$.

Шаг №1. Определяем ребро ветвления и разбиваем все множество маршрутов относительно этого ребра на два подмножества ($i-j$) и (i^*-j^*). Для этого все клетки матрицы с нулевыми элементами заменяем поочередно на M (бесконечность) и определяем для них сумму образовавшихся констант приведения (указаны в скобках в табл. 3).

Таблица 3. Матрица 2

ij	1	2	3	4	5	d_i
1	M	40	40	0 (40)	60	40
2	20	M	0 (20)	10	30	10
3	30	0 (10)	M	40	0 (30)	0
4	0 (10)	50	10	M	40	10
5	0 (0)	10	30	0 (0)	M	0
d_j	0	10	10	0	30	-

$H(1-4) = (40 + 0) = 40$, т. к. оно максимально, то данное множество разбиваем на 2 подмножества (1-4 и 1*-4*); $H(1^*-4^*) = 290 + 40 = 330$.

Затем проводим исключение ребра 1-4, с помощью замены элемента $d_{14} = 0$ на M , после чего приводим матрицу расстояний для подмножества 1*-4* и получим новую редуцированную матрицу (табл. 4).

Таблица 4. Матрица 3

ij	1	2	3	4	5	d _i
1	M	40	40	M	60	40
2	20	M	0	10	30	0
3	30	0	M	40	0	0
4	0	50	10	M	40	0
5	0	10	30	0	M	0
d _j	0	0	0	0	0	40

Включение ребра 1-4 проводится исключением 1-ой строки и 4-го столбца, в которой элемент d_{41} заменяем на M , для исключения образования негамильтонова цикла, получаем другую сокращенную матрицу (табл. 5), которая подлежит операции приведения, $H(1^*-4^*)=10$.

Таблица 5. Матрица 4

ij	1	2	3	5	d _i
2	20	M	0	30	0
3	30	0	M	0	0
4	0	50	10	40	10
5	0	10	30	M	0
d _j	0	0	0	0	10

$H(1-4) = 290 + 10 = 300 < H(1^*-4^*) = 330$, следовательно, ребро 1-4 включаем в маршрут с новой границей $H = 300$.

Проводим все те же операции до того момента, пока матрица не станет размером 2 на 2 (табл. 6).

Таблица 6. Конечная матрица

ij	1	3	d _i
2	20	0	0
4	M	0	0
d _j	20	0	20

$H(5-2) = 310 + 20 = 330 < 340$, следовательно, ребро 5-2 включаем в маршрут с новой границей $H=330$. В соответствии с этой матрицей включаем в гамильтонов маршрут ребра 2-1 и 4-3.

Таким образом, была решена сложная задача коммивояжера методом ветвей и границ, по результатам которой был найден оптимальный маршрут посещения 5 больниц для доставки медикаментов: **1-4, 4-3, 3-5, 5-2, 2-1**; а длина маршрута составила 330 у. е.

Литература

1. Володина, Е. В. Практическое применение алгоритма решения задачи коммивояжера / Е. В. Володина, Е. А. Студентова // Инженерный Вестник Дона. – 2015. – №2-2. – 13 с.
2. МАТЕМАТИCUS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.matematicus.ru/matematicheskoe-programmirovanie/reshenie-zadachi-kommivoyazhera> (дата обращения 08.04.2021).
3. Математическое образование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mathedu.ru/text/mudrov_zadacha_o_kommivoyazhere_1969/p0/ (дата обращения 08.04.2021).

УДК 657.12

Соколова Ю. А.

Научный руководитель: Черкасова Т. И., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА СОСТАВЛЕНИЯ ЛЮБОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ПРОВОДКИ ПРИНЦИПОМ ДВОЙНОЙ ЗАПИСИ

***Аннотация.** Представлен график времени, которое потребуется для составления бухгалтерской проводки принципом двойной записи в зависимости от квалификации человека.*

***Ключевые слова:** бухгалтерский учет, проводки, алгоритм.*

В современном мире бухгалтерского учета составление проводок автоматизировано. Множество программ, к примеру, 1С: Бухгалтерия, сами составляют бухгалтерские проводки. Однако без понимания алгоритма составления человек никогда не сможет стать качественным бухгалтером. Основой для понимания этой системы будут являться бухгалтерские счета.

Цель исследования – определить время на выполнение алгоритма составления бухгалтерских проводок в зависимости от уровня подготовки человека.

Задачи исследования:

- изучить возможности современных бухгалтерских проводок;
- исследовать алгоритм составления проводок принципом двойной записи в зависимости от квалификации;
- оценить преимущества и недостатки использования бухгалтерских проводок.

Ежедневно бухгалтер должен учитывать хозяйственные операции на бухгалтерских счетах. Но что означает «учитывать»? Как определить, какой счет нужно использовать для отражения хозяйственной операции, и в какую его часть нужно вносить сумму: в дебет или кредит?

Составление бухгалтерских проводок – процесс интересный, но для большинства он представляется очень сложной задачей.

В бухгалтерии существует важное правило, на котором строится построение всех проводок – это правило двойной записи. Существование этого правила нужно принять как факт и пользоваться им постоянно.

Сущность двойной записи.

Двойная запись в бухгалтерском учете означает, что для каждой хозяйственной операции необходимо выполнить одновременную запись по дебету одного счета и по кредиту другого. Что такое бухгалтерский счет, и как он устроен, подробно рассмотрено здесь.

Каждый раз, когда совершается какая-то операция на предприятии, для целей бухгалтерского учета должна быть отражена проводка. Как нужно действовать?

1. Определяем, какие два счета задействованы в операции (их названия).
2. Определяем номера этих счетов по плану счетов.
3. Определяем, какие это счета – активные или пассивные. Активные счета – это счета имущества, а пассивные – счета источников образования имущества.
4. Определяем, что происходит со счетами: увеличиваются они или уменьшаются.
5. Если выяснилось, что активный счет увеличивается в ходе операции, его нужно поставить в дебет, а если уменьшается, то в кредит. Пассивный счет наоборот: увеличение – в кредит, а уменьшение – в дебет. В результате у вас получится бухгалтерская проводка, в которой один счет будет записан по дебету, а другой – по кредиту.

Проведя опрос среди студентов нашего вуза, выяснилось, что многие никогда не пользовались бухгалтерскими проводками. Однако люди, которые раньше изучали данную тему, с легкостью отметили преимущества и недостатки.

Основными преимуществами принципа двойной записи являются:

- оперативный контроль за произведенными затратами путем выявления отклонений фактических затрат от нормативных;
- точность калькулирования себестоимости продукции.

Однако существуют и недостатки использования данного метода:

- большая часть информации доносится сложно и непонятно для начинающих специалистов;

- легко ошибиться в расстановке счетов по дебету или по кредиту;
- есть возможность перепутать счета.

Литература

1. Бухгалтерский учет: учебник / Под ред. Бабаева Ю. А., Бобошко В. И. – М.: Юнити, 2017. – 1279 с.
2. Бухгалтерский учет и анализ (для бакалавров): учебное пособие / Под ред. Костюкова Е. И. – М.: КноРус, 2018. – 416 с.
3. Богаченко, В. М. Бухгалтерский учет: учебник / В. М. Богаченко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2018. – 538 с.
4. Бухгалтерский учет и анализ: учебное пособие / О. И. Васильчук, Т. Н. Гуськова, Л. А. Насакина и др. – М.: Форум, 2018. – 496 с.

УДК 368.2(470+571)

Степанов А. Г.

Научный руководитель: Бакуменко Л. П., д-р экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОСТРАХОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО РЕГИОНАМ РОССИИ ПРИ ПОМОЩИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Аннотация. Представлен анализ автостраховых показателей.

Ключевые слова: автострахование, кластерный анализ, statistica.

На конец 2019 года в России насчитывалось 55839 тыс. единиц транспорта [2]. Так как по каждому требуется оформлять страховую защиту, рынок автострахования велик и оказывает большое влияние на экономику. Проанализировав показатели, связанные с данной областью, можно сгруппировать регионы России, что может оказаться полезным для определения факторов, влияющих на среднюю страховую выплату.

В данной работе рассматривается 85 регионов со значениями средней страховой выплаты и 12 различных показателей: x_2 – число собственных легковых автомобилей на 1000 чел. населения, x_3 – ввоз автотранспортных средств легковые (новые), шт., x_4 – перевозки грузов автомобильного транспорта, млн т., x_5 – перевозки пассажиров автобусов общего пользования млн человек, x_6 – удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием в общей протяженности автомобильных дорог об-

щего пользования, в процентах, x_7 – число автобусов общего пользования на 100 000 чел., x_8 – число ДТП на 100 000 чел., x_9 – погибло в ДТП на 100 000 чел., x_{10} – уровень безработицы, x_{11} – потребительские расходы в среднем на душу населения, руб. в месяц, x_{12} – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, в %, x_{13} – среднедушевые денежные доходы населения, в месяц руб.

В исследовании используется кластерный анализ. Кластерный анализ – один из методов статистического многомерного анализа, предназначенный для группировки (кластеризации) совокупности элементов, которые характеризуются многими факторами, и получения однородных групп (кластеров). Задача кластерного анализа состоит в представлении исходной информации об элементах в сжатом виде без ее существенной потери.

Так как данные имеют разную размерность, их необходимо стандартизировать перед началом анализа. STATISTICA предлагает несколько методов кластерного анализа. Для нахождения расстояний выбрана Евклидова метрика. Для объединения кластеров был использован метод Варда (Ward's method). Этот метод отличается от других, т. к. применяет методы дисперсионного анализа для оценки расстояний между кластерами. Данный метод минимизирует сумму квадратов для двух любых гипотетических кластеров, которые могут быть сформированы на каждом шаге, приводит к образованию кластеров приблизительно равных размеров с минимальной внутрикластерной вариацией. С использованием данной метрики был получен наиболее лучший результат разбиения регионов на кластеры (рис. 1).

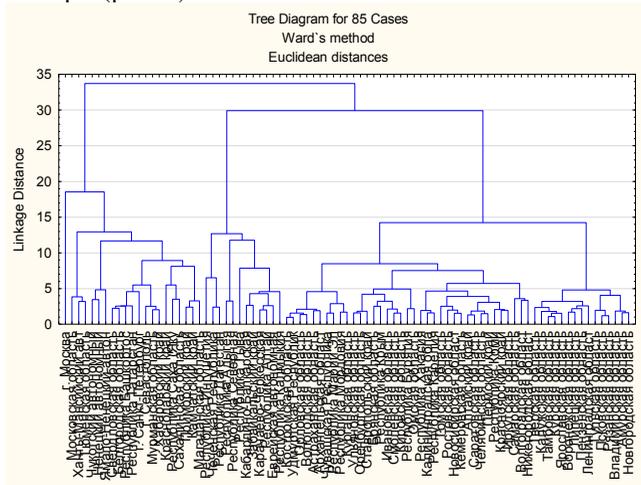


Рис. 1. Анализ при помощи метода Варда

На диаграмме отчётливо различаются 3 кластера.

В первом классе находятся Тюменская область, г. Санкт-Петербург, Республика Татарстан, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ, Московская область, г. Москва, Ненецкий автономный округ, Свердловская область, Чукотский автономный округ.

В третьем – Республика Калмыкия, Республика Тыва, Еврейская автономная область, Республика Алтай, Республика Северная Осетия – Алания, Забайкальский край, Республика Бурятия, Республика Адыгея, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Крым, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Чеченская Республика.

Во втором кластере – все остальные 61 наблюдение.

Для наглядного отображения средних значений на рис. 2 был построен Graph of means (график средних).

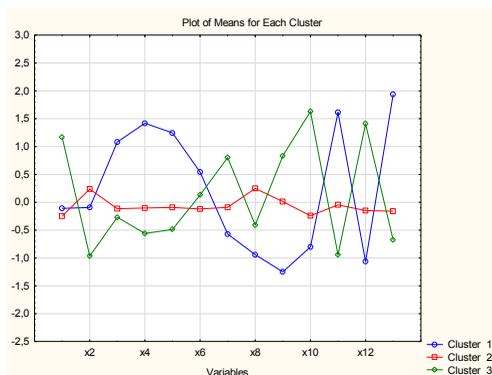


Рис. 2. График средних

На графике видно, что наибольшее значение по средней страховой выплате у первого кластера. Значения данной группы имеют большое значение по параметрам x9 – погибло в ДТП на 100 000 чел., x10 – уровень безработицы и x12 – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, в %. и низкое по x11 – потребительские расходы в среднем на душу населения. Различия по выплате у двух других групп близки на графике при отличии значений по другим переменным.

Таким образом, были проанализированы различные показатели из области автострахования. Проведение регрессионного анализа позволило выявить зависимость средней страховой выплаты от числа умерших в ДТП,

уровня безработицы, доли населения с доходами ниже прожиточного минимума и потребительским расходам на душу населения. Также удалось выяснить, что колебания значений остальных показателей мало влияют на выплату. Данная информация может быть использована, чтобы понять, как изменится сумма выплат при изменении отдельных показателей.

Литература

1. Садовникова, Н. А. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник / Н. А. Садовникова, Р. А. Шмойлова. – М.: Высшая школа, 2016. – 152 с.
2. Транспорт в России. 2020: Стат. сб. / Росстат. – Т. 65. – М., 2020. –108 с.
3. Халафян, А. А. Statistica 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – М.: Бином, 2008. – 522 с.

УДК 519.6

Степанова И. Ю.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности решения многомерной задачи о ранце тремя способами: жадным алгоритмом, алгоритмом муравьиных колоний и комбинированным методом.*

***Ключевые слова:** многомерная задача о ранце, жадный алгоритм, алгоритм муравьиных колоний.*

Задача о ранце – одна из NP-полных задач комбинаторной оптимизации. Своё название задача получила от оптимизационной задачи укладки как можно большего числа ценных вещей в ранец при условии, что общий объём всех предметов, способных поместиться в ранец, ограничен. Алгоритмы решения задачи применяются в криптографии, экономике, информатике, математике, вычислительной лингвистике, генетике.

Многомерная задача о ранце представляет собой модель распределения ресурсов, которая может быть сформулирована следующим образом [1]:

$$z = \max \sum_{j=1}^n c_j x_j ,$$

при ограничениях: $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = \overline{1, m}; x_j \in \{0, 1\}, j = \overline{1, n}$.

Алгоритм решения задачи включает в себя три этапа:

1. формирование приоритетной последовательности конкретизации компонент вектора решений значением «1»;
2. формирование самого вектора решений;
3. улучшение полученного решения.

Введем следующие обозначения: p_j – оценка j -ой компоненты вектора решений; $I_x = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}$ – последовательность индексов компонент вектора решений, предопределяющих порядок их конкретизации; R – исходное значение целевой функции.

Формирование приоритетной последовательности можно осуществить несколькими способами [2]:

1) идея жадного алгоритма. Ранжируемые компоненты вектора целевой функции в порядке невозрастания. Индексы компонент предопределяют приоритетную последовательность.

2) алгоритмы муравьиной колонии. Идея заключается в рассмотрении многомерной задаче как о состоящей из m – одномерных, имеющих одну и ту же целевую функцию. Оптимальное решение каждой из них является локальным по отношению к многомерной.

3) комбинирование идеи жадного алгоритма с учетом величины суммарной невязки в системе ограничений, практически предопределяющих количество единичных компонент в векторе решений и в значение целевой функции.

Рассмотрим пример решения задачи по трем предложенным способам без учета улучшения полученного решения:

$$z = \max(4x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 + 6x_5 + x_6 + 7x_7) ,$$

$$\text{при ограничениях: } \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 2x_5 + x_6 + 7x_7 \leq 10 \\ 4x_1 + 6x_2 + 3x_3 + 2x_4 + x_5 + 3x_6 + 6x_7 \leq 10 \\ 6x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 3x_4 + 5x_5 + 2x_6 + 4x_7 \leq 10 \end{cases} ,$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j = \overline{1, 7} .$$

Согласно первому способу формирования приоритетов, имеем $I_x = \{7, 5, 3, 1, 4, 2, 6\}$. Последовательность соответствует ранжированной последовательности коэффициентов целевой функции. Вариант решения

согласно полученной последовательности, определяется следующим образом:

$$x_7 = 1; 10 - 7 = 3; 10 - 6 = 4; 10 - 4 = 6; R = 7;$$

$$x_5 = 1; 3 - 2 = 1; 4 - 1 = 3; 6 - 5 = 1; R = 7 + 6 = 13.$$

Больше единичных значений присвоить нельзя.

Приближенное решение: $x = \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 1\}$; $R = 13$.

Определим вариант согласно второму способу формирования приоритетов: $\lambda_j^1 :: = 4/2; 2/3; 5/4; 3/6; 6/2; 1/1; 7/7$. Расположение индексов j согласно ранжировке λ_j^1 следующее $\{5, 1, 2, 4, 3, 7, 6\}$.

$$x_5 = x_1 = x_2 = 1; x_5 = 3/6 = 1/3; Z_1 = 13,0;$$

$$\lambda_j^2 :: = 4/4; 2/6; 5/3; 3/2; 6/1; 1/3; 7/6.$$

Расположение индексов j $\{5, 3, 4, 7, 1, 6\}$.

$$x_5 = x_3 = x_4 = 1; x_7 = 4/6 = 2/3; Z_2 = 18,6;$$

$$\lambda_j^3 :: = 4/6; 2/2; 5/4; 3/3; 6/5; 1/2; 7/4.$$

Расположение индексов j $\{7, 5, 3, 2, 4, 1, 6\}$.

$$x_7 = x_5 = 1; x_3 = 1/4 = 2/3; Z_3 = 14,2;$$

Локальные решения следующие:

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 1/3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 2/3 \\ 0 & 0 & 1/4 & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Приоритетные оценки p_j для каждого j следующие:

$$P_1 = 1; P_2 = 1; P_3 = 1 \frac{1}{4}; P_4 = 1 \frac{1}{3}; P_5 = 3; P_6 = 0; P_7 = 1 \frac{2}{3}.$$

Ранжированная последовательность приоритетов $I_x = \{5, 7, 4, 3, 1, 2, 6\}$. Приближенное решение $x = \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 1\}$; $R = 13$.

Согласно третьему – комбинированному способу – приоритетные оценки определяются с учетом суммарных невязок в системе ограничений: $P_1 = 72$; $P_2 = 38$; $P_3 = 95$; $P_4 = 57$; $P_5 = 132$; $P_6 = 24$; $P_7 = 91$.

Последовательность приоритетов $I_x = \{5, 3, 7, 1, 4, 2, 6\}$. Приближенное решение $x = \{0, 0, 1, 0, 1, 0, 0\}$; $R = 11$.

Таким образом, наиболее оптимальное приближенное решение $x = \{0, 0, 0, 0, 1, 0, 1\}$, $R = 13$. Иногда при проверке удастся улучшить полученное решение. Однако все же главную роль играет построение приоритетной последовательности конкретизации.

Литература

1. Буркова, И. В. Задача о ранце и ее модификации / И. В. Буркова, Е. О. Пужанова, О. Л. Марин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Управление строительством. – 2014. – Вып. № 1(6). – С. 103-112.
2. Царев, В. А. Проектирование, анализ и программная реализация структур данных и алгоритмов: учебное пособие / В. А. Царев, А. Ф. Дробанов. – Череповец., 2007. – 169 с.

УДК 311

Степанова Е. О.

Научный руководитель: Игнашева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ ВТОРИЧНОГО ЖИЛЬЯ В ГОРОДЕ ЙОШКАР-ОЛЕ

***Аннотация.** Рассматривается моделирование стоимости квартир на вторичном рынке г. Йошкар-Олы в зависимости от объема валового регионального продукта. Период анализа данных составляет 11 лет с 2009 по 2019 годы.*

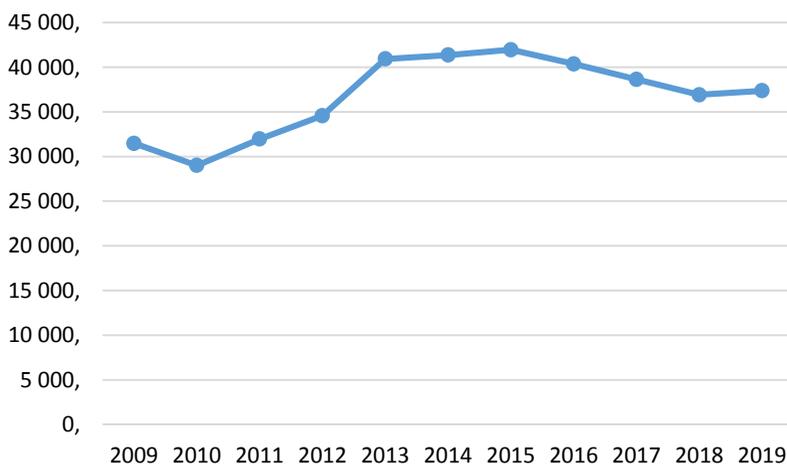
***Ключевые слова:** регрессия, парный анализ, данные, цена квартиры, доходы населения, валовой региональный продукт.*

Актуальность исследования рынка недвижимости связана с его особой ролью в экономике: рынки труда, капитала, товаров и услуг для своего существования должны иметь или арендовать соответствующие помещения, необходимые для их деятельности. Особую социальную значимость имеет жилая недвижимость, поскольку она удовлетворяет базовые потребности населения в жилье, обеспечивая достаточную площадь, надежность, комфортные условия жизни.

Отдельно для каждого региона рассчитывается валовый региональный продукт. Он показывает размер экономики субъектов Федерации,

сколько в них за год было произведено товаров и оказано услуг. Это идеальный показатель для межрегиональных сравнений. Стабильный темп роста стоимости недвижимости государства во многом обусловлен и зависит от темпов роста национальной экономики. Одним из основных показателей эффективности функционирования экономики страны является динамика ее валового регионального продукта.

Вторичный рынок недвижимости включает жилье, которое уже было в эксплуатации, поэтому оно, соответственно, дешевле. Основным параметром рынка недвижимости – цена за 1 м² жилья. Она формируется под влиянием спроса и предложения и во многом определяет экономическую доступность недвижимости для населения, поскольку уровень спроса на недвижимость остается высоким, однако значительная часть населения имеет низкий уровень доходов, что не позволяет людям улучшать свои жилищные условия. Уровень и динамика цен на рынке жилой недвижимости г. Йошкар-Олы за последние 11 лет представлена на рисунке.



Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на рынке жилья (рубль) [1, 3]

На графике видно, что стоимость квартир в период с 2015-2019 года изменялась неравномерно. В 2019 году по сравнению с 2009 года цена стала выше, однако нельзя так сказать и про 2013 год, так как с 2015 года стоимость жилья начала падать, на что могло повлиять множество факторов.

Регрессионный анализ является одним из наиболее востребованных и популярных количественных методов в социальных науках. Сильная сторона метода состоит в том, что он направлен не просто на изучение изменений, но на сведение причины и следствия. В статье применяется простая регрессия, представляющая собой зависимость между двумя переменными y и x , т. е. модель вида $y = \hat{f}(x)$.

Итак, парный регрессионный анализ строится по двум показателям. Рассмотрим влияние одного из различных факторов на среднюю цену 1 кв. м общей площади квартир на рынке жилья (руб.) – зависимая переменная (результативный признак), y . Построим модель парной регрессии по данным города Йошкар-Олы в периоды с 2009 по 2019 годы. На данной модели представлено воздействие валового регионального продукта на душу населения (руб.), x , на стоимость 1 кв. м жилья.

Получаем уравнение регрессии

$$\hat{y} = 25609,74 + 0,05x \quad (1)$$

t-критерий (10,68) (4,78)
($R^2=0,96$; $F=549$).

Из уравнения регрессии следует, что с увеличением валового регионального продукта на душу населения на 1 тыс. руб. средняя цена 1 кв. м общей площади квартир на рынке вторичного жилья возрастает в среднем на 50 рублей.

Величина коэффициента детерминации показывает, что 96% вариации средней цены 1 кв. м общей площади квартир на рынке вторичного жилья объясняется вариацией объема валового регионального продукта на душу населения.

Выполним прогноз средней цены 1 кв. м общей площади квартир на рынке вторичного жилья при величине валового регионального продукта на душу населения, составляющем 200 000 рублей. Прогнозное значение составит $y_p=36459$ рублей.

Ошибка прогноза равна $m_{y_p}=2958$ рублей.

Подводя итог по построению модели, можно сказать, что изменение объема валового регионального продукта влияет на изменение средней цены 1 кв. м общей площади квартир на рынке жилья и наблюдается сильная связь между двумя показателями данной модели. В целом, стоимость 1 м² квартир г. Йошкар-Олы за последние годы имеет тенденцию к снижению в связи с экономическим кризисом и снижением платежеспособного спроса со стороны населения.

Литература

1. ЕМИСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения 29.03.2021).
2. Игнашева, Т. А. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учебное пособие / Т. А. Игнашева. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 103 с.
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.gks.ru/> (дата обращения 29.03.2021).

УДК 336:651

Стрекалова Ю. В.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЕДЕНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА В ТЦСОН ГБУ РК «ЦСЗН ПРИЛУЗСКОГО РАЙОНА»

Аннотация. В статье представлены результаты расчетов оценки эффективности проекта.

Ключевые слова: оценка, анализ, система, внедрение.

Для обеспечения конкурентоспособности бизнеса в современных условиях необходимо выполнять постоянный мониторинг реализуемых проектов, а также производить оценку их эффективности.

Чтобы дать оценку эффективности проекта, необходимо рассчитать оценку размерности и трудоемкости разработки АИС, оценку совокупной стоимости владения АИС и проанализировать качественные и количественные факторы воздействия проекта на бизнес-архитектуру организации.

Для определения размерности и трудоемкости разработки информационной системы наиболее часто используется метод функциональных точек на основе функциональности АИС. Функциональность системы, в свою очередь, определяется на основании логических групп взаимосвязанных данных, которые использует и поддерживает приложение. Также в работе показатели эффективности проекта будут рассчитаны по методике расчета трудоемкости по функциональным точкам и по методике СОСОМО II.

По итогу вычислений определяем, что разрабатываемая АИС «Документооборот для ТЦСОН» – это стандартное внедрение, трудозатраты на которое будут равны 100,8 нормо-дней.

На проект автоматизации ведения документооборота в ТЦСОН ГБУ РК «ЦСЗН Прилузского района» понадобится 1 разработчик, т. к. система содержит менее 100 функциональных точек. Длительность проекта равна приблизительно 3 месяца.

Денежный поток на одного специалиста составит 13 440 рублей. По сравнению со средней зарплатой в учреждении, которая составляет примерно 14000-18000 рублей, можем сделать вывод о том, что сумма нормо-дня немного занижена.

Бюджет разработки АИС «Документооборот для ТЦСОН» равен 120 960 рублей.

По методике СОСОМО II была рассчитана оценка трудоемкости и длительности проекта. В результате получили трудоемкость равную 7,8 чел/мес. и оценка длительности разработки проекта равную 0,1 месяцев.

Одним из способов повышения эффективности бизнес-процессов в организации, а также получения конкурентных преимуществ считается методика расчета совокупной стоимости владения или ТСО (Total Cost of Ownership). Данная методика лучше всего подходит для подсчета стоимостных параметров разрабатываемой ИС.

Оценка совокупной стоимости владения АИС «Документооборот для ТЦСОН» включает в себя оценку стоимостных затрат на разработку и внедрение ИС (капитальные затраты) и оценку затрат на эксплуатацию ИС (эксплуатационные затраты).

Так как в результате внедрения разрабатываемого проекта стоимостные затраты, связанные с эксплуатацией системы, остаются на том же уровне (т. к. наем новых сотрудников и приобретение нового оборудования не требуется), то их можно не рассчитывать.

В результате расчетов совокупная стоимость владения АИС «Документооборот для ТЦСОН» составит 157 506 рублей, которая состоит из капитальных затрат. Самая большая часть приходится на оплату труда проектировщиков.

Разрабатываемая АИС «Документооборот для ТЦСОН» рассматривается как средство оптимизации бизнес-процессов ТЦСОН ГБУ РК «ЦСЗН Прилузского района». Проанализируем качественные и количественные факторы воздействия данного проекта на бизнес-архитектуру организации.

Эффективность внедрения проекта была рассчитана методом сопоставления данных по периодам: базисного (до внедрения проекта) и отчетного (после внедрения АИС).

Анализ начинается с расчета количественных эффектов, к ним относятся:

- повышение производительности труда (снижение трудовых затрат). До внедрения АИС «Документооборот для ТЦСОН» в учреждение трудоемкость выполнения процессов составляла 0,67 человека-часа. После автоматизации процесса ведения документооборота в ТЦСОН ГБУ РК «ЦСЗН Прилузского района» трудоемкость стала составлять 0,1 человека-часа, что составляет 15% от вышеупомянутого показателя.

- стоимость амортизационных отчислений на работу компьютеров и затраты не включаются, т. к. разработка осуществляется на компьютере разработчика, а внедрение – на компьютере заказчика.

В итоге ГБУ РК ЦСЗН «Прилузского района» после внедрения АИС «Документооборот для ТЦСОН» в соответствующее подразделение экономия будет составлять 179 257 руб.

Так как ГБУ РК «ЦСЗН Прилузского района» – бюджетное учреждение, которое выполняет свою деятельность не в целях получения прибыли, то нет смысла рассчитывать такой показатель, как прибыль.

Срок окупаемости разрабатываемого проекта составляет примерно 1 месяц. Получаемый срок меньше трех лет, значит внедрение АИС «Документооборот для ТЦСОН» в учреждение экономически эффективно.

Заключение. Была проведена оценка эффективности проекта автоматизации процесса ведения документооборота в ГБУ РК «ЦСЗН Прилузского района». Были вычислены трудоемкость = 7,8 чел./мес. и оценка длительности = 0,1 месяцев разработки АИС «Документооборот для ТЦСОН». Рассчитаны совокупная стоимость владения АИС «Документооборот для ТЦСОН» = 157 506 рублей и срок окупаемости затрат на разработку и внедрение системы примерно 1 месяц.

Литература

1. Прикладная информатика: учебно-методическое пособие к выполнению выпускной квалификационной работы / О. Е. Иванов, Е. Д. Мещихина, А. С. Царгородцев и др. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 68 с.

2. Государственное бюджетное учреждение Республики Коми «Центр по предоставлению государственных услуг в сфере социальной защиты населения Прилузского района» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: socialpriluzie.rkomi.ru.

Тихонова П. А.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕКЛАМУ НА ОСНОВЕ МАРКОВСКОЙ МОДЕЛИ АТРИБУЦИИ

***Аннотация.** В данной работе рассмотрим проблему повышения качества поставляемых данных о результатах проведенных рекламных кампаний на основе разработки методов оценки эффективности маркетинговых инвестиций. В качестве основной методики оценки эффективности инвестиций в рекламу рассмотрим применение модели мультипликативной атрибуции, основанной на цепях Маркова.*

***Ключевые слова:** маркетинг, цифровая аналитика, маркетинговые инвестиции, оценка эффективности маркетинга, канал привлечения, конверсия, модель атрибуции, мультипликативная атрибуция, цепи Маркова.*

В условиях конкурентного рынка, когда большая часть обслуживания происходит удаленно, в Интернете, растет ценность инструментов цифрового маркетинга. Возрастающий спектр вариантов взаимодействия с аудиторией социальных медиа и характеризующих данное взаимодействие показателей обуславливает значительную сложность оценки эффективности маркетинговых кампаний.

Продвигая продукт, компания использует различные интернет ресурсы: контекстную рекламу, органический поиск, реферальные ссылки, рекламу в социальных сетях и т. п. С этих каналов клиент может несколько раз заходить на сайт организации, прежде чем в какой-то момент примет решение о покупке. Оценка эффективности маркетинговых кампаний состоит в том, чтобы определить, что именно повлияло на решение клиента о покупке, какие каналы сыграли решающую роль в привлечении продажи.

На данный момент уже есть несколько методик, по которым оценивается эффективность проводимых рекламных кампаний. В данной работе мы будем исследовать методики оценки эффективности маркетинговых инвестиций на основе модели мультипликативной атрибуции Маркова. Марковские процессы, или процессы без последствия, являются удобной математической моделью для многих реальных процессов. С развитием цифрового маркетинга цепи Маркова стали использовать и для оценки рекламных кампаний.

Атрибуция на основе цепей Маркова – это вероятностная модель, которая через расчет вероятностей переходов с различных источников на сайт позволяет оценить взаимное влияние переходов на конверсию и узнать, какой из них – самый значимый.

По модели Маркова анализируемая система переходов пользователя в определенный момент времени может находиться в одном из дискретных состояний $\{E_1, E_2, \dots, E_k\}$. Функционирование системы во времени носит исключительно случайный характер, а распределение вероятностей переходов между каналами привлечения не зависит от прошлых состояний системы, а только от того, из какого канала в какой осуществляется переход. Другими словами, вероятность перехода системы из состояния E_i в состояние E_j будет иметь значение p_{ij} . Чаще всего распределение вероятностей изображают в виде стохастической матрицы $k \times k$, где k – число возможных состояний системы:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1k} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{k1} & p_{k2} & \dots & p_{kk} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $p_{ij} \in [0; 1]$ и $\sum_{j=1}^k p_{ij} = 1$ ($i = 1, 2, \dots, k$).

Для описания цепи Маркова удобно использовать граф вероятностей переходов, вершины которого обозначают возможные состояния системы, стрелки от одной вершины к другой указывают возможные переходы между состояниями, а число над стрелкой задаёт вероятность такого перехода:

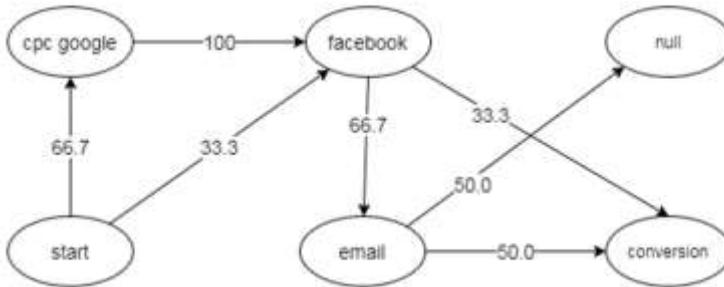


Рис. 1. Матричный вид цепи Маркова, используемый в атрибуции

В нашем случае вершинами графа являются состояния цепи, которые обозначают определенный канал привлечения или какая-либо рекламная кампания. Оценить ценность каждой сессии можно при помощи эффекта удаления. Удаляются по очереди каждый из источников и смотрится, как

его отсутствие скажется на количестве конверсий. Расчет ценности каналов проводится в три этапа:

1. считается вероятность совершения конверсий для каждого из каналов привлечения, т. е. сколько конверсий мы получим, если убрать из цепочки, конкретный канал;
2. определяем эффект удаления R , т. е. сколько конверсий мы потеряем, если удалим канал из воронки: от полной вероятности отнимается вероятность конверсии, деленная на количество пользователей в начале цепочки.
3. рассчитываем ценность V каждого канала – процент потерянных конверсий R делится на сумму всех коэффициентов $R_1, R_2 \dots R_n$.

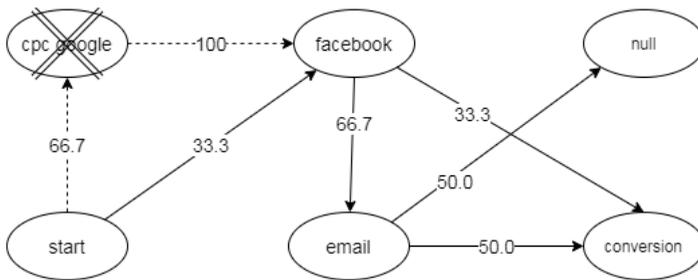


Рис. 2. Эффект удаления

По модели атрибуции Маркова получается, что наиболее эффективный канал – это тот, который чаще всего участвует в цепочках и приносит конверсии. Создание атрибуции по модели Маркова позволит маркетологам измерить результативность рекламных кампаний и увидеть, как именно взаимодействуют между собой используемые источники трафика.

Литература

1. Никонова, Г. В. Оценка эффективности маркетинговых действий компании и анализ статистики интернет-рекламы в электронной коммерции / Г. В. Никонова, С. М. Куликов // Научное обозрение. Экономические науки. – 2017. – № 3. – С. 95-100.
2. Лекции по случайным процессам: учебное пособие / А. В. Гасников, Э. А. Горбунов, С. А. Гуз и др.; под ред. А. В. Гасникова. – М.: МФТИ, 2019. – 285 с.

Гойкичева Е. В.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕИМУЩЕСТВА АЛГОРИТМА ЛИТТЛА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА. ВАРИАНТ АВТОМАТИЗАЦИИ

***Аннотация.** Описывается алгоритм Литтла, предложенный для точного решения задачи о коммивояжере. Показаны пояснения преимуществ данного метода. Предложен вариант автоматизации алгоритма Литтла.*

***Ключевые слова:** задача коммивояжера, алгоритм Литтла, оптимизация, транспортная логистика.*

Одна из самых известных и важных задач транспортной логистики – задача коммивояжера. Задача коммивояжера может применяться для нахождения самого выгодного маршрута, позволяющего коммивояжеру объехать определенные города со своим товаром по одному разу и вернуться в исходную точку. Мерой выгоды маршрута будет минимальное время, проведенное в пути, минимальные расходы на дорогу или, в простейшем случае, минимальная длина пути.

Одним из известных ранних алгоритмов точного решения задачи коммивояжера для общего случая является алгоритм Литтла [1].

Отсекаются такие частично построенные маршруты, у которых оценка снизу длины маршрута больше или равна длине ранее построенного полного наилучшего маршрута. При построении оценки снизу на каждом этапе работы алгоритма матрица расстояний подвергается такому преобразованию с трудоемкостью $O(n^2)$, чтобы в каждой её строке и каждом столбце появился хотя бы один нуль. Более точную оценку снизу можно получать, решая задачу о назначениях на матрице расстояний за время $O(n^3)$, при этом улучшается эффективность отсечений в дереве решений [2].

Рассмотрим более подробную реализацию алгоритма Литтла [3].

В каждой строке матрицы стоимости необходимо найти минимальный элемент и вычесть его из всех элементов строки. Сделать это нужно и для столбцов, не содержащих нуля. Получается матрица стоимости, каждая строка и каждый столбец которой содержат хотя бы один нулевой элемент. Для каждого нулевого элемента матрицы c_{ij} необходимо рассчитать коэффициент Γ_{ij} , который равен сумме наименьшего элемента i

строки (исключая элемент $C_{ij}=0$) и наименьшего элемента j столбца. Из всех коэффициентов Γ_{ij} нужно выбрать такой, который является максимальным $\Gamma_{k,l}=\max\{\Gamma_{ij}\}$. В гамильтонов контур вносится соответствующая дуга (k,l) . Далее удаляется k -тую строку и столбец l , меняется на бесконечность значение элемента C_{lk} (поскольку дуга (k,l) включена в контур, то обратный путь из l в k недопустим). Алгоритм шага 1 повторяется, пока порядок матрицы не станет равным двум. Затем в текущий ориентированный граф вносятся две недостающие дуги, определяющиеся однозначно матрицей прядка 2. Получается гамильтонов контур.

Рассмотрим вариант решения задачи коммивояжера алгоритмом Литтла в среде Excel 2016. На листе формируется таблица, в которую нужно внести название пунктов грузоотправителей и грузополучателей и расстояния между пунктами (рис. 1). На рис. 2 представлено диалоговое окно, в котором задаются: целевая функция (искомая длина маршрута) и ограничения по переменным.

Далее необходимо нажать кнопку «Найти решение» для загрузки введённых данных в алгоритм расчёта.

По итогам выполнения поиска решения, в ячейке «Целевая функция» выдается оптимальный маршрут с указанием минимальной длины (искомая длина маршрута).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		1	2	3	4	5	6		
2		1000000	14	40	33	16	51		
3		38	1000000	34	34	31	34		
4		57	85	1000000	24	38	52		
5		30	40	44	1000000	49	41		
6		18	42	24	31	1000000	30		
7		21	38	31	19	32	1000000		
8	Неизвестные x								
9		1	2	3	4	5	6		
10	1	0	1	0	0	0	0	1	
11	2	0	0	0	0	1	0	1	
12	3	0	0	0	1	0	0	1	
13	4	0	0	0	0	0	1	1	
14	5	0	0	1	0	0	0	1	
15	6	1	0	0	0	0	0	1	
16	1	1	1	1	1	1	1		
17	Целевая функция	155							
18	Дополнительные переменные		0	2	3	1	4		
19	Ограничения по дополнительным переменным								
20		u2	u3	u4	u5	u6			
21	u2	0	-2	-3	4	-4			
22	u3	-2	0	4	1	-2			
23	u4	3	1	0	2	4			
24	u5	1	4	-2	0	-3			
25	u6	4	2	1	3	0			
26									

Рис. 1. Матрица исходных данных

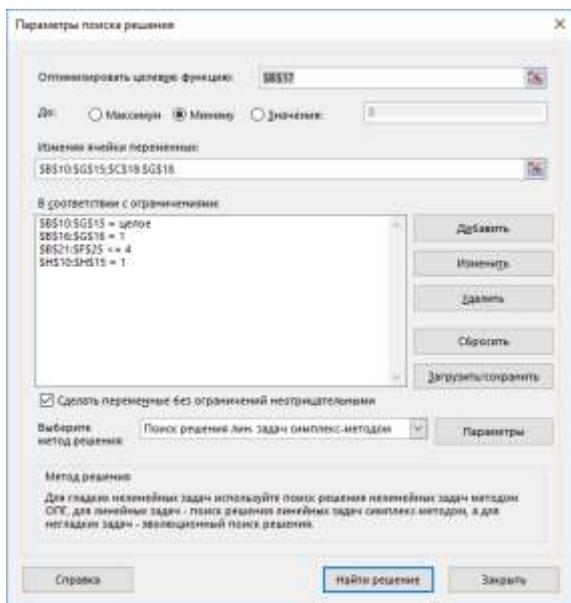


Рис. 2. Диалоговое окно настройки задачи

Заключение. Метод коммивояжера остается самым популярным для решения задач транспортной логистики. Предложенный вариант автоматизации и проведенные исследования алгоритма Литтла показали, что его использование является достаточно успешным и эффективным для нахождения точного решения задач коммивояжера.

Литература

1. Гончарова, А. Б. Исследование методов решения задачи коммивояжера при управлении транспортными потоками предприятия: сборник научных трудов XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / А. Б. Гончарова. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2015. – С. 318-324.
2. Ураков, А. Р. Оценка количества вариантов обхода в задаче коммивояжера с дополнительными условиями: научная статья / А. Р. Ураков. – Уфа: Глобальный научный потенциал, 2015. – С. 82-86.
3. Кормен, Т. Х. Алгоритмы. Построение и анализ: учеб. / Т. Х. Кормен. – М.: Вильямс, 2016. – 1296 с.

Топтыгина В. С.

Научный руководитель: Уразаева Т. А., канд. экон. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МИНИМАКСНОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Аннотация. Представлено решение минимаксной задачи с применением метода ветвей и границ.

Ключевые слова: метод ветвей и границ, решение минимаксной задачи.

Метод ветвей и границ – это общий алгоритмический метод для нахождения оптимальных решений различных задач оптимизации, особенно дискретной и комбинаторной оптимизации. Метод является развитием метода полного перебора, в отличие от последнего – с отсевом подмножеств допустимых решений, заведомо не содержащих оптимальных решений.

Метод ветвей и границ впервые предложен в 1960 году Алисой Лэнд и Элисон Дойг для решения задач целочисленного программирования.

В основе метода ветвей и границ заключается идея поочередного разбиения множества возможных решений на подмножества, одновременно с этим на каждом шаге метода элементы разбиения проверяются на наличие оптимального решения посредством вычисления оценки снизу для целевой функции в этом подмножестве. В случае, если оценка снизу не меньше оптимального из найденных решений, то подмножество отбрасывается. Если значение целевой функции на найденном решении меньше оптимального, то в таком случае совершается замена оптимального решения.

Если удается отбросить все подмножества, то в таком случае оптимальным решением считается наилучшее из найденных решений, по-другому, с оставшихся разбиений выбирается наиболее перспективное, также оно разделяется в подмножества, которые вновь проверяются на наличие оптимального решения и т. д. Завершением работы метода считается найденное оптимальное решение.

Проанализируем задачу о назначениях и применим для ее решения метод ветвей и границ.

Задача. Четыре работника должны выполнять четыре вида работ. Назначить работников на работы методами динамического программирования и ветвей и границ таким образом, чтобы затраты труда были минимальны. Матрица затрат представлена в таблице 1.

Таблица 1. Матрица затрат

7	7	3	6
4	9	5	4
5	5	4	5
6	4	7	2

Шаг 1. Рассчитываем ϕ_0 как минимальную сумму наименьших стоимостей выполнения всех работ одним работником или выполнения одной работы всеми работниками (формула 1).

$$\phi_0 = \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{ элементов по строкам} \\ \sum \min \text{ элементов по столбцам} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 3 + 4 + 4 + 2 = 13 \\ 4 + 4 + 3 + 2 = 13 \end{array} \right\} = 13 \quad (1)$$

Строим дерево, исходя из нулевого уровня, при котором $\phi_0 = 13$.

Шаг 2. Делаем попытку назначить 1 работника на каждую работу. Для этого вычеркиваем 1 строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем работника (формула 2).

$$\phi_{1j} = C_{1j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{ элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{ элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Получаем:

$$\phi_{11} = [C_{11} = 7] + \min \left\{ \begin{array}{l} 4 + 4 + 2 = 10 \\ 4 + 4 + 2 = 10 \end{array} \right\} = 17 \quad (3)$$

$$\phi_{12} = [C_{12} = 7] + \min \left\{ \begin{array}{l} 4 + 4 + 2 = 10 \\ 4 + 4 + 2 = 10 \end{array} \right\} = 17 \quad (4)$$

$$\phi_{13} = [C_{13} = 3] + \min \left\{ \begin{array}{l} 4 + 5 + 2 = 11 \\ 4 + 4 + 2 = 10 \end{array} \right\} = 13 \quad (5)$$

$$\phi_{14} = [C_{14} = 6] + \min \left\{ \begin{array}{l} 4 + 4 + 4 = 12 \\ 4 + 4 + 4 = 12 \end{array} \right\} = 18 \quad (6)$$

Так как минимальное значение достигается в случае $\phi_{13} = [C_{13} = 3] = 10$, назначаем первого работника на 3 работу. Остальные ветви 1 уровня отсекаем.

Шаг 3. Делаем попытку назначить 2 работника на оставшиеся работы (1,2,4). Для этого вычеркиваем 1 строку и 3 столбец, так как это назначение уже сделано, и вычеркиваем 2 строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем 2 работника (формула 7).

$$\phi_{2j} = C_{13} + C_{2j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{ элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{ элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\} \quad (7)$$

Получаем: $\varphi_{21} = 13$; $\varphi_{22} = 19$; $\varphi_{24} = 16$.

Минимальное значение $\varphi_{21} = 13$, поэтому назначаем второго работника на 1 работу, а остальные ветви отсекаем.

Шаг 4. Делаем попытку назначить 3 работника на оставшиеся работы 2 и 4 (формула 8). Вычеркиваем 1 и 2 строки, 1 и 3 столбец, так как эти назначения уже произведены. Вычеркиваем третью строку и j столбец, в зависимости от того, на какую работу назначаем 3 работника.

$$\varphi_{3j} = C_{13} + C_{21} + C_{3j} + \min \left\{ \begin{array}{l} \sum \min \text{ элементов по оставшимся строкам} \\ \sum \min \text{ элементов по оставшимся столбцам} \end{array} \right\} \quad (8)$$

Получаем: $\varphi_{32} = 14$; $\varphi_{34} = 16$.

Так как минимальное значение достигается при $\varphi_{32} = 14$, то назначаем третьего работника на вторую работу, а остальные ветви 3 уровня отсекаем.

Шаг 5. Четвертый работник назначается на оставшуюся работу, в данном случае, на 4 работу (формула 9).

$$\varphi_{44} = C_{13} + C_{21} + C_{32} + C_{44} = 3 + 4 + 5 + 2 = 14 \quad (9)$$

Получаем назначение:

4 работник – 4 работа, 1 работник – 3 работа, 3 работник – 2 работа, 2 работник – 1 работа. Минимальные затраты труда 14.

Вывод. Таким образом, можно утверждать, что алгоритмы метода являются надежным средством решения минимаксных задач назначения.

Литература

1. Качественное решение задач линейного программирования. Задача о назначениях. Решение методом ветвей и границ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.matburo.ru/Examples/Files/Nazn3.pdf> (дата обращения 03.04.2021).
2. Метод ветвей и границ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 03.04.2021).

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Андреева И. А., *III*, 5
Анисимова А. А., *III*, 93
Антропов В. А., *III*, 94
- Байков И. М., *III*, 181
Бекмуродов А. Б., *III*, 7
Белгузов Н. А., *III*, 96
Белгузов М. А., *III*, 96
Березина М. В., *III*, 10
Бобоев Х. О., *III*, 13
Бородин Е. Ю., *III*, 99
- Васильев Н. И., *III*, 134
Васильева П. Г., *III*, 15
Вершинин С. Э., *III*, 101
- Гладнева Д. В., *III*, 43
Григорьева В. В., *III*, 136, 139
- Данилов Т. Р., *III*, 104
Данилова Д. О., *III*, 45
Дубникова К. Д., *III*, 142
Дьякова А. Д., *III*, 145
- Егошин Р. Г., *III*, 148
Естехин А. И., *III*, 48
Етрукова Д. А., *III*, 151
- Журавлева М. А., *III*, 51
- Зуева К. И., *III*, 154, 157
Зяблицева К. А., *III*, 53
- Иваница Е. А., *III*, 160
Иванова Е. Е., *III*, 56
Иванова К. О., *III*, 18
Игнатъев Р. П., *III*, 163
- Каранаев К. А., *III*, 166
Катасонова М. А., *III*, 169, 172
Коньшева О. П., *III*, 59
Копысов Д. В., *III*, 62
Коростей Н. А., *III*, 65
Корочкина Д. П., *III*, 175
Кочергин Г. А., *III*, 127
Кошкин А. В., *III*, 107
Краснов Р. С., *III*, 21
Крашенинникова М. А., *III*, 178
Кренева В. А., *III*, 67
Кудратов П. Р., *III*, 23
Кулаков Н. А., *III*, 109
- Летова Ю. И., *III*, 181
Леухина А. А., *III*, 70
Лобанова В. А., *III*, 184
- Малтакова М. А., *III*, 186
Малтакова М. В., *III*, 188
Малыгин А. В., *III*, 112
Марасанов В. А., *III*, 115
Марков А. А., *III*, 191
Мокерова А. А., *III*, 178
- Николаева С. В., *III*, 73
Никонова Е. А., *III*, 192
- Олтиев Н. Х., *III*, 195
- Понеделко Л. И., *III*, 117
Погрибная Е. С., *III*, 198
Попов А. К., *III*, 201
Попов Е. К., *III*, 204
Пугачева Т. Н., *III*, 25
- Речкин Д. В., *III*, 129
Романов Д. И., *III*, 119

- Романов С. Е., *III*, 27
Романова Е. В., *III*, 29
- Савин С. А., *III*, 122
Семенова А. И., *III*, 32
Сибягатуллина Г. Н., *III*, 206
Смышляева А. П., *III*, 76
Созонова Н. А., *III*, 210
Соколова Ю. А., *III*, 213
Солоницын А. А., *III*, 35
Сомина К. Ю., *III*, 79
Степанов А. Г., *III*, 215
Степанова И. Ю., *III*, 218
Степанова Е. О., *III*, 221
Стрекалова Ю. В., *III*, 224
Сутьдина Д. О., *III*, 82
Сушенцов А. В., *III*, 125
- Тихвинская Д. П., *III*, 127
Тихонова П. А., *III*, 227
Тихонова Т. Г., *III*, 192
Тойкичева Е. В., *III*, 230
Толстова А. Г., *III*, 129
Топтыгина В. С., *III*, 233
Трутникова А. Ю., *III*, 38
- Уракова А. А., *III*, 85, 88
- Фомин Р. В., *III*, 90
- Чернышова О. И., *III*, 40
- Якупова Л. А., *III*, 131

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Секция «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений»	5
Секция «Исследования в архитектурном проектировании»	43
Секция «Современные материалы и технологии в строительном комплексе»	93
Секция «Моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов»	134
<i>Авторский указатель</i>	236

Научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ –
ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

*Материалы
XVI Международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам*

В 3 частях

Часть 3

Отв. за выпуск *Э. В. Унженина*

Компьютерная верстка *Э. В. Унжениной*

Подписано в печать 07.07.21. Формат 60x84^{1/16}
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 13,95. Тираж 100 экз. Заказ №11308

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Принтекс»
Республика Марий Эл, Йошкар-Ола, б-р Победы

