

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА:  
АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ**



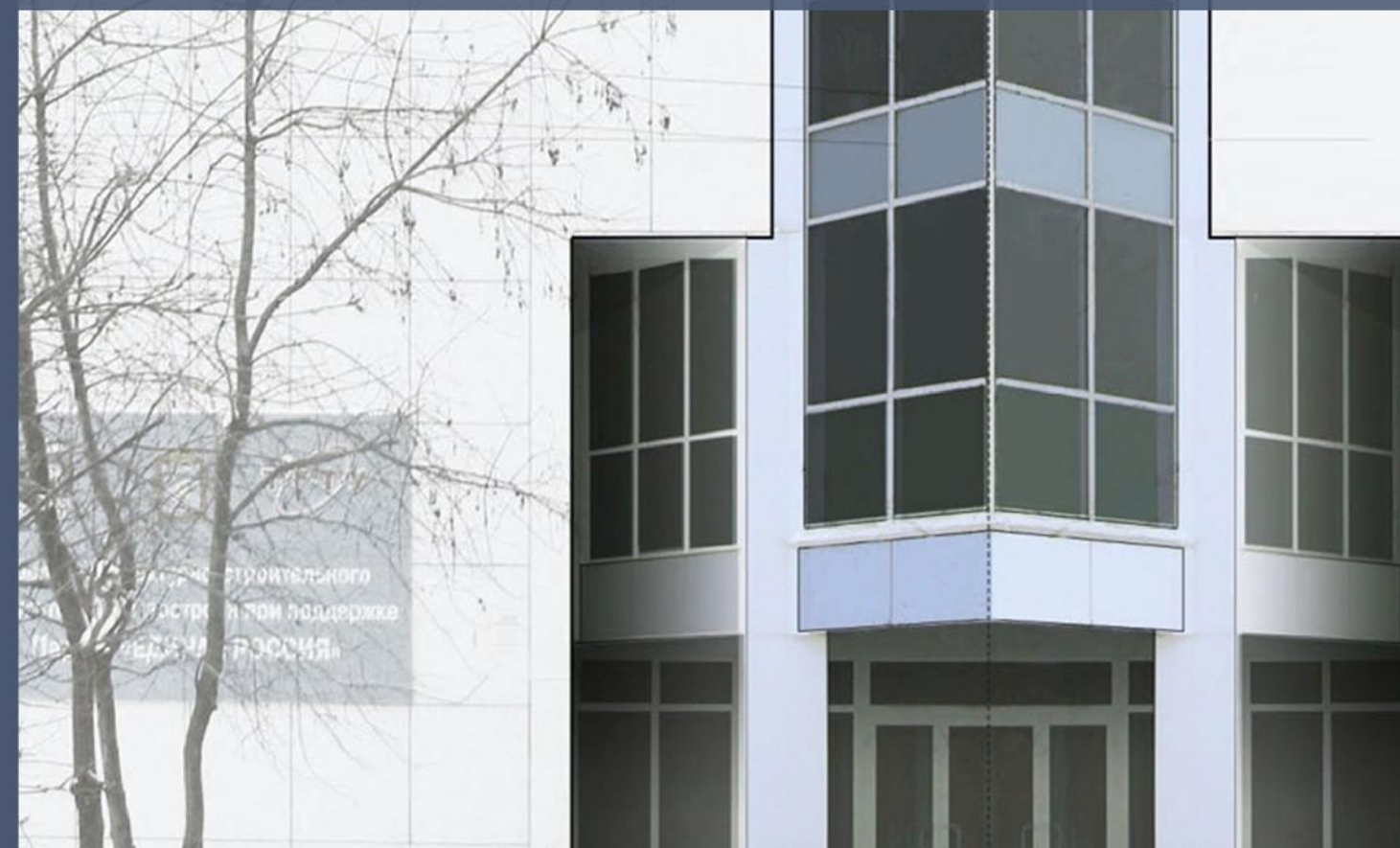
# **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА: АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ**

**МАТЕРИАЛЫ**

**VII-ой МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**НАПРАВЛЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ**

**“КОНЦЕПЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА”**



**Тамбов, 23-25 сентября 2020 г.**

Министерство науки и высшего образования РФ  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Тамбовской области  
Администрация города Тамбова  
ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет"

# **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА: АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ**

**Материалы  
VII-ой Международной научно-практической конференции**

Направление конференции

**«КОНЦЕПЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА»**

**Тамбов, 23-25 сентября 2020 г.**

УДК 69  
ББК 38  
У81

*Рекомендовано к печати Научно-техническим советом ФГБОУ ВО "ТГТУ"*

**Редакционная коллегия:**

Монастырев П.В. (отв. редактор), Андрианов К.А., Антонов А.И.,  
Ведищев С.М., Гавриков В.А., Евдокимцев О.В., Леденев В.И., Леденева Г.Л.,  
Милованов А.В., Умнова О.В., Ярцев В.П., Кузнецова Н.В. (отв. за выпуск).

*Сборник подготовлен по материалам, переданным в электронном варианте,  
и сохраняет авторскую редакцию.*

- У81 Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы VII-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – 388 с.

**ISBN 978-5-6043764-3-0**

Представлены научные статьи ведущих российских и зарубежных ученых и специалистов, преподавателей, аспирантов, соискателей и студентов по основным научным направлениям конференции; рассмотрены вопросы архитектуры, градостроительства, дизайна, расчета строительных конструкций, проектирования строительных материалов, проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, реконструкции и реставрации зданий, автомобильного хозяйства, безопасности дорожного движения, агроинженерии, профессионального образования.

Материалы международной конференции могут быть полезны научным, инженерно-техническим работникам научно-исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателям, аспирантам, студентам вузов архитектурно-строительного профиля.

*Сборник статей входит в наукометрическую базу РИНЦ (eLibrary.ru)*

© Авторы статей, 2020  
© ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный  
технический университет", 2020  
© Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020

**ISBN 978-5-6043764-3-0**

## **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:**

Председатель Габуев Арсен Таймуразович	- заместитель главы администрации Тамбовской области
Сопредседатель Краснянский Михаил Николаевич	- ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», профессор РАН, д-р техн. наук, профессор
Заместитель председателя Муромцев Дмитрий Юрьевич	- проректор по научно-инновационной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», д-р техн. наук, профессор
Заместитель председателя Монастырев Павел Владиславович	- директор Института архитектуры, строительства и транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», советник РААСН, д-р техн. наук, профессор
Члены оргкомитета Молоткова Наталья Вячеславовна	- первый проректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», д-р п. наук., профессор
Мищенко Елена Сергеевна	- проректор по международной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», д-р экон. наук, профессор
Майстренко Александр Владимирович	- проректор по развитию имущественного комплекса федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент
Макаревич Наталья Владимировна	- глава администрации города Тамбова Тамбовской области
Акимов Павел Алексеевич	- временно исполняющий обязанности ректора ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», академик РААСН, д-р техн. наук, профессор
Колчунов Виталий Иванович	- председатель Центрального территориального отделения РААСН, академик РААСН, д-р техн. наук, профессор
Чернышов Евгений Михайлович	- руководитель Центрально-Черноземного представительства ЦТО РААСН, академик РААСН, д-р техн. наук, профессор
Акулова Инна Ивановна	- ученый секретарь Центрально-Черноземного представительства ЦТО РААСН, д-р экон. наук, профессор

## **ПРОГРАММНЫЙ НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ**

Председатель Травуш Владимир Ильич	- вице-президент РААСН по направлению «Строительные науки», заместитель генерального директора, главный конструктор ЗАО «Горпроект», академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, г.Москва, Россия
Сопредседатель Муромцев Дмитрий Юрьевич	- проректор по научно-инновационной деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», д-р техн. наук, профессор, г.Тамбов, Россия



Заместитель председателя Чернышов Евгений Михайлович	- руководитель Центрально-Черноземного представительства ЦТО РААСН, директор НИИ Академии развития строительного комплекса ВГТУ, академик РААСН, д-р техн. наук, г. Воронеж, Россия
Заместитель председателя Монастырев Павел Владиславович	- директор Института архитектуры, строительства и транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», советник РААСН, д-р техн. наук, профессор, г. Тамбов, Россия
Состав программного комитета: Никулин Эдуард Анатольевич	- и.о. начальника управления градостроительства и архитектуры Тамбовской области, г. Тамбов, Россия
Чурилов Альберт Эдуардович	- начальник управления автомобильных дорог и транспорта Тамбовской области, г. Тамбов, Россия
Сафонов Анатолий Михайлович	- генеральный директор Ассоциации СРО «Тамбовские строители», г. Тамбов, Россия
Ильичев Вячеслав Александрович	- вице-президент РААСН по направлению «Инновации», академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, г. Москва, Россия
Акимов Павел Алексеевич	- академик РААСН, временно исполняющий обязанности ректора ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», д-р техн. наук, профессор, г. Москва, Россия
Бондаренко Игорь Андреевич	- академик РААСН, д-р архитектуры, профессор, филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ, г. Москва, Россия
Ерофеев Владимир Трофимович	- академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, декан архитектурно-строительного факультета, Научно-исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия
Колчунов Виталий Иванович	- академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, председатель Центрального территориального отделения РААСН, заведующий кафедрой «Уникальные здания и сооружения», ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия
Селяев Владимир Павлович	- академик РААСН, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные конструкции», Научно-исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, г.Саранск, Россия
Федосов Сергей Викторович	- академик РААСН, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия
Болдырев Александр Михайлович	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор, советник ректора ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия
Мондрус Владимир Львович	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор, руководитель Московского представительства ЦТО РААСН, Председатель экспертного совета «Строительство и архитектура» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, заведующий кафедрой строительной и теоретической механики НИУ МГСУ, г. Москва, Россия
Пухаренко Юрий Владимирович	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов и метрологии, ФГБОУ ВО СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург, Россия

Сидоров Владимир Николаевич	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения», Институт пути, строительства и сооружений, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия
Трещёв Александр Анатольевич	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, руководитель Центрально-Нечерноземного представительства ЦТО РААСН, заведующий кафедрой «Строительство, строительные материалы и конструкции», ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула, Россия
Шубин Игорь Любимович	- чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук, директор Научно-исследовательского института строительной физики (НИИСФ) РААСН, г. Москва, Россия
Румянцева Варвара Евгеньевна	- советник РААСН, д-р техн. наук, директор Института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, заведующий кафедрой естественных наук и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», г. Иваново, Россия
Гончарова Маргарита Александровна	- советник РААСН, д-р техн. наук, заведующий кафедрой строительного материаловедения и дорожных технологий, ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк, Россия
Мищенко Валерий Яковлевич	- советник РААСН, д-р техн. наук, профессор, директор академии развития строительного комплекса, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия
Бурьянов Александр Федорович	- д-р техн. наук, профессор, исполнительный директор Российской гипсовой ассоциации, советник НИИ МГСУ, г. Москва, Россия
Шейнфельд Андрей Владимирович	- д-р техн. наук, заместитель заведующего лабораторией химических добавок и модифицированных бетонов, Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), АО «Научно исследовательский центр «Строительство», г. Москва, Россия
Куликов Александр Сергеевич	- советник РААСН, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий», Институт архитектуры, строительства и транспорта, ТГТУ, г. Тамбов, Россия
Леденева Галина Леонидовна	- советник РААСН, кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий», Институт архитектуры, строительства и транспорта, ТГТУ, г. Тамбов, Россия
Леденев Виктор Васильевич	- советник РААСН, д-р техн. наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», Институт архитектуры, строительства и транспорта, ТГТУ, г. Тамбов, Россия
Леденев Владимир Иванович	- советник РААСН, д-р техн. наук, профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», Институт архитектуры, строительства и транспорта, ТГТУ, г. Тамбов, Россия
Ярцев Виктор Петрович	советник РААСН, д-р техн. наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», Институт архитектуры, строительства и транспорта, ТГТУ, г. Тамбов, Россия
Аггашян Рубен Варданович	- ректор Национального политехнического университета, канд. техн. наук, доцент, г. Ереван, Республика Армения

Азама Нилас	- канд. техн. наук, профессор, Национальный институт здания и общественных работ, г. Киншаса, Демократическая Республика Конго
Винченцо Бьянко	- канд. техн. наук, профессор энергетики и теплотехники, факультет машиностроения, энергетики, менеджмента и транспорта, Генуэзский университет, Генуя, Итальянская Республика
Езерский Валерий Александрович	- д-р техн. наук, профессор, Белостокский технический университет, г.Белосток, Республика Польша
Клиопова Ирина Александровна	- д-р тех. наук, доцент, Институт инженерных методов по защите окружающей среды, Каунасский технологический университет, г. Каунас, Литовская Республика
Куангалиева Турсынзада Куангалиевна	- канд. экон. наук, доцент, начальник отдела экспериментальных образовательных программ и лицензирования, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан
Магнус Егер	- д-р техн. наук, профессор, факультет бизнес-инжиниринга, университет прикладных наук Амберг-Вайден, г. Амберг, Федеративная Республика Германия

## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарные доклады

<i>Никулин Э.А.</i> Перспективы устойчивого развития региона в области архитектуры и градостроительства.....	11
<i>Зарапин Ю.А.</i> Автомобильные дороги как основа инфраструктурного развития региона.....	12
<i>Монастырев П.В., Евдокимцев О.В.</i> Институт архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ в решении задач устойчивого развития региона: наука, образование, творчество.....	16
<i>Чернышов Е.М., Травуш В.И., Акимов П.А.</i> О приоритетных направлениях развития академических исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительства в контексте устойчивого развития регионов (основные тезисы пленарного доклада).....	26
<i>Федосов С.В., Баканов М.О.</i> Теоретические и прикладные основы процессов высокотемпературной термической обработки при производстве теплоизоляционного пеностекла.....	40
<b>Секция 1. Архитектура и дизайн.....</b>	<b>44</b>
<i>Ашбель Е.В., Колбина Н.В.</i> Роль авторской графики в дипломном проектировании бакалавров дизайна.....	44
<i>Воронцова Ю.В., Карпенко А.Г.</i> Проблемы сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города на примере микрорайона Нижний Тракторный в городе Волгограде.....	48
<i>Долженкова М.В., Кузнецова Н.В.</i> Программное обеспечение для разработки планировочного решения здания.....	53
<i>Ельчищева Т.Ф., Ильина Е.А.</i> Эстетика городских остановок общественного транспорта.....	57
<i>Ельчищева Т.Ф., Жиркова В.А.</i> Проектирование объекта производственного назначения в городе Тамбове (Пожарное депо на шесть автомобилей).....	64
<i>Кольцов В.А.</i> Историко-культурная ценность объекта культурного наследия «Здание приюта для слепых сирот» в г. Тамбове.....	70
<i>Крохалев В.С.</i> «SMART-технологии» и «HumanFriendly» - решения в городском дизайне XXI в.....	74
<i>Кузнецова Н.В., Барышев А.В.</i> Архитектурное решение производственного комплекса сельскохозяйственного профиля в Тамбовской области.....	78
<i>Макаров А.М., Матвеева И.В., Соломатин Е.О., Леденев В.И.</i> Методика и результаты исследования влияния рассеивающих звук предметов на акустические параметры помещений ....	87
<i>Сидоренко Н.Р.</i> Объекты спортивного назначения в организации городского пространства Ростова-на-Дону 1960–1980-х гг.....	91
<i>Старкова Т.В., Монастырев П.В.</i> Музыка в архитектуре и душе человека.....	97
<i>Татаринцева А.С., Карпенко А.Г.</i> Волгоградский планетарий как объект культурного наследия исторической и художественной ценности.....	101
<b>Секция 2. Градостроительство.....</b>	<b>105</b>
<i>Андреева Ю.В.</i> Современные проблемы развития пригородной застройки в структуре Ростовской агломерации.....	105
<i>Базавлук В.С., Демин А.А.</i> Реконструкция городской геодезической сети в России с использованием новых технологий.....	109
<i>Гергарт А.С.</i> Эффективные методы реконструкций зданий и сооружений в условиях существующей городской застройки.....	113
<i>Горин В.А., Клименко В.В., Аксенова Ю.Г.</i> Снижение шума трамвайной сети в городской застройке.....	116
<i>Горин В.А., Клименко В.В., Изотова М.А.</i> Методы оценки внешнего шума промышленных предприятий.....	118
<i>Емельянова О.Е.</i> Значение озелененных пространств и акваторий в формировании планировочной структуры города.....	121
<i>Емельянова О.Е., Стеценко С.Е., Кайсарова Е.А.</i> Водно-зеленые диаметры городов: особенности планировочной организации и оценка перспектив.....	123
<i>Ералиев И.Н.</i> Методы преобразования промышленных зон в городе Волгограде.....	126
<i>Жабина А.С., Серегин С.И., Крюкова А.А., Леденев В.И.</i> Градостроительные, экологические, социальные и технические проблемы исторической застройки Тамбова и пути их решения.....	129

<i>Жиров Ал.Ю., Жиров Ан.Ю.</i> Особенности архитектурного формирования города Курска: современная проблематика.....	133
<i>Карелин Д.В., Сецков С.А.</i> Зарубежный опыт организации системы перехватывающих стоянок...	136
<i>Кожухина О.Н., Кожухина А.И.</i> Доходная недвижимостъ как способ решения проблемы обеспечения населения доступным жильем.....	141
<i>Колчунов В.И., Кормина А.А.</i> Благоприятная для развития человека среда жилых районов города.....	146
<i>Кузнецова Н.В., Дьякова А.В.</i> Региональные особенности градостроительного размещения торговых сооружений в г. Тамбове.....	150
<i>Либина Е.В., Стеценко С.Е.</i> Формирование системы озеленения промышленного города на примере г. Волжского Волгоградской области.....	156
<i>Святкина Е.Е.</i> Особенности реконструкции спортивных сооружений.....	159
<i>Стеценко С.Е., Аль-Шебиллави И.</i> Организация «умной» транспортной системы в сложившейся структуре города.....	162
<i>Чаплыгина А.А., Бакаева Н.В.</i> Социальные факторы риска в современных городах.....	164
<i>Шенцова О.М., Федосихин В.С., Воронин М.А.</i> Реализация программы устойчивого развития Магнитогорска в области архитектуры, строительства, дизайна.....	169
<i>Хома А., Ковальчик Д., Селицкая Э.</i> Создание концепции устойчивого развития.....	174
<b>Секция 3. Строительные конструкции, основания и фундаменты, технологии строительства зданий и сооружений.....</b>	<b>178</b>
<i>Аленичева Е.В., Кожухина О.Н., Зеленин Г.В.</i> К вопросу оптимизации стоимости реконструкции зданий в условиях Тамбовской области.....	178
<i>Антонов В.М., Аль-Накди И.А.</i> Влияние армирования песчаного основания на развитие деформаций при циклическом приложении нагрузок.....	185
<i>Бондаренко Д.В.</i> История развития жилищно-коммунального хозяйства в России.....	190
<i>Головкин А.В., Крюкова А.А., Островская А.А.</i> Использование однородных марковских цепей при оценке распределения звуковой энергии в системах акустически связанных помещений.....	194
<i>Заева А.А., Манжула В.О., Криворотова А.И.</i> Применение термомодифицированного шпона в клееных материалах.....	198
<i>Иванова А.В., Кочкин А.А.</i> Исследование звукоизоляции двойных ограждающих конструкций из слоистых элементов.....	202
<i>Кокорев И.Е.</i> Проведение капитального ремонта многоквартирных домов в зависимости от способа его формирования и форм управления. Основные механизмы финансирования и направления развития.....	206
<i>Колодкин А.В.</i> Методы решения задач по прочностным характеристикам для расчёта строительных конструкций.....	209
<i>Колодкин А.В.</i> Особенности применения метода конечных элементов для тонкостенных оболочек.....	211
<i>Малютин В.А., Малютин И.А., Киселева О.А.</i> Современные методы повышения энергоэффективности зданий и европейский опыт энергосбережения.....	215
<i>Мамонтов С.А., Мамонтов А.А., Ярцев В.П.</i> Оценка несущей способности железобетонной ребристой плиты покрытия с отверстиями под механические крепления для тепло- и гидроизоляции.....	218
<i>Матвеева И.В., Воротилина А.В.</i> Способы увеличения плотности жилой застройки 60-х годов XX века при ее реконструкции.....	223
<i>Мионов Д.А., Умняков А.М.</i> Принципы формирования поверхностного стока территории г. Тамбова.....	228
<i>Монич Д.В.</i> Звукоизоляция многослойных легких ограждающих конструкций зданий.....	232
<i>Мохаммад Али, Макаров А.М.</i> К вопросу о выборе пористо-волокнистых материалов для упругих прокладок в полах многоэтажных перекрытий жилых зданий Сирии с использованием опыта России.....	239
<i>Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А.</i> К вопросу о выявлении фторидной коррозии бетона на полевой и лабораторной стадиях обследования строительных конструкций.....	241
<i>Румянцева В.Е., Красильников И.В., Нармания Б.Е.</i> Становление теории прогнозирования долговечности строительных конструкций.....	245
<i>Святкина Е.Е.</i> Мероприятия и способы для повышения категории спортивного сооружения.....	250
<i>Соломатин Е.О., Бучнев И.А.</i> Оценка технического состояния крыш крупнопанельных зданий.....	252
<i>Умнов А.Е., Худяков А.В.</i> Выбор оптимального покрытия торгового центра.....	256

<i>Черкасов А.В., Андрианов К.А.</i> Способы увеличения глубины заложения фундаментов эксплуатируемых зданий.....	259
<i>Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А.</i> Специфика влияния конструктивного решения ограждений на энергоэффективность зданий на этапе их ввода в первый после монтажа отопительный период.....	263
<b>Секция 4. Современные строительные материалы и технологии.....</b>	<b>269</b>
<i>Агамов Р.Э.</i> К вопросу о проектировании составов строительной смеси для крупноформатных 3Д-принтеров.....	269
<i>Байсариева А.М.</i> Влияние активных минеральных добавок на свойства силикатов кальция.....	272
<i>Буланов В.Е., Воробьев А.М., Демидов А.С.</i> К вопросу определения механических характеристик цементно-стружечных плит.....	276
<i>Ву К.З., Баженова С.И.</i> Применение доменного шлака в растворах и бетоне.....	279
<i>Воробьев А.М., Буланов В.Е., Демидов А.С.</i> К оценке влияния режима сушки на характеристики ЦСП.....	284
<i>Гончарова М.А., Аль-Суррайви Х.Г.Х.</i> Мелкодисперсные отходы бетонного лома в строительных композитах.....	286
<i>Гончарова М.А., Дедяев Г.С., Дедяева М.В.</i> Исследование влияния металлургического шлака на строительные-технические свойства грунтов, укрепленных цементным вяжущим, для дорожного строительства.....	289
<i>Гончарова М.А., Образцова И.И.</i> Эффективность бетона повышенной термостойкости для огнестойких железобетонных изделий.....	293
<i>Замышляева Л.В., Дергунова Е.С., Гончарова М.А.</i> Исследование процесса микробной биоцементации для упрочнения бетонов на основе портландцементов.....	297
<i>Кузнецов В.А., Ярцев В.П.</i> Сравнительная оценка финансовых затрат на отопление каркасно-панельного жилого дома на различных видах топлива.....	301
<i>Макеев А.И.</i> К вопросу повышения эффективности строительной-технологической утилизации отсевов камнедробления.....	305
<i>Манжула В.О., Заева А.А., Криворотова А.И., Орлов А.А.</i> Исследование свойств термомодифицированных клееных материалов.....	308
<i>Киселева О.А., Маркин И.А.</i> Разработка программного комплекса для прогнозирования долговечности древесных композитов.....	313
<i>Трофимов В.И., Желев Н.А.</i> Новый способ приготовления фибробетонной смеси.....	316
<i>Эскин В.Д., Курбонов М.М., Криворотова А.И.</i> Экологически чистый теплоизоляционный материал на основе древесных частиц.....	320
<b>Секция 5. Автомобильные дороги, автомобильное хозяйство, безопасность дорожного движения.....</b>	<b>325</b>
<i>Гуськов А.А., Лонишаков А.А., Гавриков В.А., Лавриков И.Н.</i> К вопросу об организации межрегиональных транспортно-складских комплексов.....	325
<i>Зарапина Л.С.</i> Современные проблемы применения литых смесей при устройстве асфальтобетонных покрытий.....	330
<i>Кунгурцев А.А., Полянская И.Л.</i> Реконструкция транспортной развязки в г. Тюмень.....	334
<i>Макимова И.А.</i> Рекомендации по организации парковочного пространства на примере г. Тамбова.....	337
<i>Михалёв И.Г., Андрианов К.А.</i> Методика технико-экономического обоснования выбора конструкции дорожной одежды с учетом региональных особенностей.....	339
<i>Сенибабнов С.А., Зубков А.Ф.</i> Анализ требований к прочности щебеночного слоя при укреплении краевых, остановочных полос и обочин автомобильных дорог.....	345
<i>Хапров Д.А., Лавриков И.Н.</i> Особенности изменений в законодательство РФ о прохождении технического осмотра транспортных средств.....	350
<i>Шорин В.А., Вельсовский А.Ю.</i> Исследование ионного стабилизатора для укрепления и обеспечения морозоустойчивости глинистых грунтов.....	353
<i>Шорин В.А., Вельсовский А.Ю., Мясникова С.А.</i> Исследование адгезионных связей в композиционном материале для ямочного ремонта автомобильных дорог.....	359
<b>Секция 6. Сооружения, технологии и технические средства в АПК.....</b>	<b>365</b>
<i>Жернаков Е.А., Миронов В.В.</i> Получение пресной воды конденсационным методом с использованием возобновляемой энергии для выращивания сельскохозяйственных культур.....	365



<i>Шмонаев И.А., Черешнев В.О., Кулешов И.В., Прохоров А.В.</i> Анализ современных роботизированных машин для агропромышленного комплекса.....	367
<b>Секция 7. Проблемы профессиональной деятельности и образования (содержание и современная дидактика).....</b>	<b>373</b>
<i>Антонов А.И., Долженкова М.В., Мамугина В.П.</i> Компьютерная программа для изучения и проектирования цвета.....	373
<i>Колышев Ю.Б.</i> Профессионально ориентированный подход к изучению рисунка средствами архитектурного наследия Волгограда.....	377
<i>Мамугина В.П.</i> О развитии объемно-пространственного мышления в обучении рисунку будущих архитекторов.....	383
<i>Тур В.И., Тур А.В.</i> Особенности и проблемы сопряжения федеральных государственных образовательных стандартов и профессиональных стандартов.....	387

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 72  
67.07: Архитектура

### **ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА**

*Никулин Э.А.,*

*и.о. начальника Управления градостроительства и архитектуры Тамбовской области  
Email: inv38@inv.tambov.gov.ru*

Градостроительное развитие области столкнулось с рядом сложнейших проблем актуальных почти для всех регионов Российской Федерации. Речь идет о проблемах реализации социально-экономической стратегии в сферах расселения, формирования инфраструктуры, борьбы с загрязнением окружающей среды, выполнения экологических требований, создания комфортной среды и т.д.

В связи с чем перед исполнительной и законодательной властью как федерального, так и регионального уровней стоит задача разработки государственных стратегических документов в области градостроительства. Для оптимизации выбранных решений при разработке концепций архитектурно-градостроительного развития территорий принимаются во внимание успешные опыты других стран, где градостроительство традиционно рассматривается как структурообразующий вид деятельности, во многом определяющий качество жизни населения.

Так федеральными законами внесены поправки в градостроительное законодательство и документы территориального планирования всех уровней должны учитываться положения стратегии пространственного развития Российской Федерации, стратегия социально-экономического развития субъекта и т.д. Что это значит на практике в сфере архитектурно-градостроительного развития Тамбовской области...

Принимается во внимание одна из основных целей стратегии пространственного развития России – сокращение межрегиональных различий в уровне качества жизни людей. Для этого по основным направлениям действующих национальных проектов в сферах здравоохранения, образования, демографии, культуры, транспорта, жилья, экологии и т.д. осуществляется проектирование и строительство объектов с учетом передовых технологий.

Так в области ведется строительство объектов первичной медицинской помощи на сельских территориях (ФАП и ОВАП), построен новый хирургический корпус детской областной больницы и современный перинатальный центр, планируются к строительству: поликлиника на 1200 посещений в смену в северной части областного центра; хирургический корпус противотуберкулезного диспансера; корпус на 184 койко-место для Кирсановской ЦРБ, корпус областного онкологического клинического диспансера и т.д.

В регионе ведется активное строительство образовательных учреждений. Все территории нового жилого фонда проектируются с учетом обеспечения жителей дошкольными и школьными учреждениями. В сложившейся застройке выполняется реконструкция и переоборудование существующих объектов. Не остаются без внимания и объекты дополнительного образования. Запланировано возведение: мобильных технопарков «Кванториум» для детей, проживающих в сельской местности и малых городах; конно-спортивной школы в г. Тамбове; центров выявления и поддержки одаренных детей; центров непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников и т.д.

Создаются новые объекты в области культуры и спорта, расширяются особо охраняемые территории для поддержания уникальной природы области, ведется строительство и реконструкция автомобильных дорог как в населенных пунктах так и федеральных трасс, проходящих по территории области, оснащение объектов транспорта островками безопасности, пешеходными переходами в разных уровнях и транспортными развязками.

Все построенные и планируемые к реализации объекты предусмотрены градостроительными документами области, на основании чего ведется формирование областного бюджета и участие региона в подаче заявок на федеральное субсидирование строительства социально значимых объектов.

Особое внимание уделяется проектированию жилой застройки. Нашим достижением стал перевод застройщиков на новый уровень организации жилого пространства, где основной единицей становится человек, а не коммерческая выгода.

Относительным нововведением при выполнении застройки территорий стала подготовка документации по планировке территории, в рамках которой определяются все основные критерии будущей застройки:

- плотность и параметры застройки;
- характеристика объектов капитального строительства производственного, общественно-делового и иного назначения необходимых для функционирования жилых пространств и обеспечения жизнедеятельности граждан объектами коммунальной, транспортной, социальной инфраструктур;
- очередность планируемого развития территории;
- вертикальная планировка территории, инженерная подготовка и многое другое.

Таким образом, уже действующими градостроительными документами заложен фундамент на 10-15 лет устойчивого развития региона в области архитектуры и градостроительства. Бесспорно, в условиях современной экономической обстановки в намеченные планы по реализации архитектурного и градостроительного потенциала области приходится вносить изменения, но это оправдано положительными отзывами наших граждан, когда жилые дома комфортные, дороги безопасные, поликлиники современные, а дети с удовольствием посещают детские сады и школы.

УДК 625.7

73.31.11: Автомобильные дороги

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ КАК ОСНОВА ИНФРАСТРУКТУРНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

**Зарапин Ю.А.,**

*МКУ «Дирекция городских дорог», генеральный директор  
e-mail: dgd06@inbox.ru*

Современное состояние экономики Тамбовской области, повышение ее конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности напрямую зависит от развития дорожного хозяйства, транспортной инфраструктуры региона и его административного центра.

Развитая автодорожная сеть является важнейшим индикатором уровня общественного развития региона, определяющим в значительной степени качество жизни населения.

Уровень показателей социально-экономического развития регионов напрямую зависит от ряда факторов, влияющих на производственные, социальные и экономические признаки автодорожной инфраструктуры.



Рисунок 1 – Влияние автодорожной инфраструктуры на показатели социально-экономического развития региона

1. Затраты на ремонт, реконструкцию и строительство автодорог ведут к улучшению качества автомобильных дорог. Уменьшение транспортных расходов имеет прямую связь с количеством автомобилей в собственности населения, что является одним из показателей социального признака от улуч-

шения состояния сети автодорог. Понижение (или повышение) транспортных расходов оказывает прямое влияние на уровень цен на продукцию. Состояние автодорог отражается на качестве работы автотранспорта, интенсивности, скорости движения, пассажирообороте. Износ автотранспорта влияет на расход горючего, что сказывается на состоянии окружающей среды и уровне жизни населения.

2. Продолжительность доставки грузов и продолжительность поездки, т.е. время, потраченное пассажирами на поездку прямо пропорционально связано со скоростью движения, обеспечиваемой качественным состоянием дорожной сети. От фактора времени напрямую зависит необходимость создания дополнительных запасов промышленным предприятием, вероятность простоя по вине организации – грузоотправителя, а следовательно, и дополнительные затраты, вероятность потери скоропортящихся грузов. Все эти факторы отражаются на экономическом развитии региона и на производственной деятельности предприятий.

3. Уменьшение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), гибели и травматизма людей, уровень социально-экономического состояния региона (уменьшение потери грузов, порчи автотранспорта, сокращение количества ДТП) зависит от улучшения качества автомобильных дорог.

4. Автомобильные дороги стимулируют развитие большинства отраслей экономики в регионе, что способствует развитию новых территорий и производств и образованию дополнительных рабочих мест. В строительстве автомобильных дорог, кроме дорожных организаций, принимают участие предприятия по производству строительных материалов, нефтепереработки, транспорта и ряда других отраслей, обеспечивающих поставку и транспортировку продукции для выполнения дорожных работ.

Поэтому первоочередными задачами в области автодорожной инфраструктуры является принятие неотложных мер по изменению состояния автодорожной сети, роста ее протяженности, капитальности покрытий путем увеличения объемов ассигнований на дорожное строительство, реконструкцию и ремонт, применения новых материалов, позволяющих кардинально увеличить срок эксплуатации дорожного покрытия и долговечность.

Хочу подробнее остановиться на примере развития дорожной сети города Тамбова за последние три года и ее ближайших перспективах.

Город Тамбов является самостоятельной административно-территориальной единицей, образующей муниципальное образование городской округ - город Тамбов. Улично-дорожная сеть города насчитывает 610 автомобильных дорог, общей протяженностью 398,2 км.

Стоит отметить, что реализация различных программ по ремонту и строительству дорог на территории города прямо пропорционально улучшает социальные, производственные и экономические признаки развития региона.

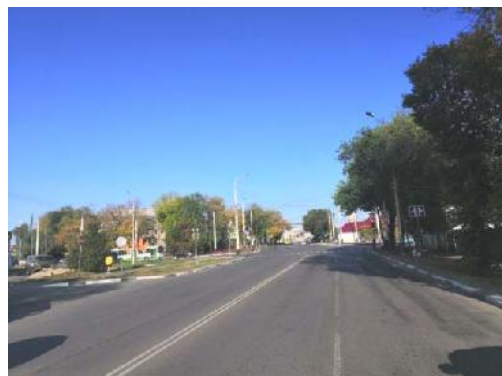
Ниже приведена небольшая статистика по годам:

На территории города Тамбова в 2018 году были построены и отремонтированы 53 автомобильные дороги протяженностью 43,6 км., общая площадь построенных и отремонтированных дорог и тротуаров составила 397,2 тыс.м<sup>2</sup>.

Были построены автодороги в микрорайонах «Северный» (2 этап) и «Радужное», по ул.Агапкина, проводились работы по ул. Пролетарской и ул. Магистральной. А также ремонтные работы велись по ул. Мичуринской, ул. Интернациональной, ул. Астраханской, ул. Рылеева, пр. Новому, ул. Рязанской, ул. Октябрьской, ул. Красной, ул. М.Горького, пр. М.Расковой, ул. Талалихина, ул. З.Космодемьянской, ул. Подвойского, ул. 2-ой Шацкой, ул. Никифоровской, ул. Б.Васильева (капитальный ремонт) и по другим улицам города.



*ул. Интернациональная*



*ул. Мичуринская*

Рисунок 2 – Ремонт автомобильных дорог в 2018 году на примере ул. Интернациональная и Мичуринская

В 2018 году город Тамбов принимал участие в реализации следующих программ:

- Государственная программа Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», приоритетный проект «Ипотека и арендное жилье»,

- Государственная программа Тамбовской области «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами населения области»,

- Государственная программа «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области»,

- Муниципальная программа города Тамбова «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства города Тамбова».

На эти цели в 2018 году было потрачено **1 300,2** млн. руб., в том числе:

- из федерального бюджета – 758,1 млн. руб.,

- из областного бюджета – 532,4 млн. руб.,

- из городского бюджета – 9,7 млн. руб.

В 2019 году было построено и отремонтировано 37 автомобильных дорог протяженностью 35,4 км., общая площадь построенных и отремонтированных дорог и тротуаров составила 414,6 тыс.м<sup>2</sup>.

Были построены автодороги по ул. Академической и ул. Научной в ЖК «Вернадский», реконструированы автодороги по ул. Колхозной и ул. Степной в ЖК «Высота», ул. Селезневской (от ул. Мичуриной до ул. Гвардейской). Ремонтные работы велись на участках автомобильных дорог по ул. Базарной, ул. Карла Маркса, ул. Пролетарской, ул. Авиационной, ул. Киквидзе, ул. комиссара Московского, ул. 40 лет Октября, Моршанского шоссе, ул. Магистральной, ул. Уфимской, пр. Уфимскому, ул. Шлихтера, ул. А.Бебеля, ул. Эскадронной, 3-го Эскадронного пр., 1-го Авиационного пр., ул. Архиепископа Луки, ул. Куйбышева, ул. Пятницкой, ул. Самарской, ул. Стадионной и по другим улицам города.



ул. Авиационная



Моршанское шоссе

Рисунок 3 – Ремонт автомобильных дорог в 2019 году на примере ул. Авиационная и Моршанское шоссе

Работы выполнялись в рамках следующих программ:

- Федеральный проект «Жилье»,

- Федеральный проект «Дорожная сеть»,

- Государственная программа Тамбовской области «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами населения области»,

- Государственная программа «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области»,

- Муниципальная программа города Тамбова «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства города Тамбова».

Всего в 2019 году на эти цели было потрачено 876,4 млн. руб., в том числе:

- из федерального бюджета – 586,0 млн. руб.,

- из областного бюджета – 284,1 млн. руб.,

- из городского бюджета – 6,3 млн. руб.

В 2020 году ведется строительство и ремонт 42 участков автомобильных дорог протяженностью 36,8 км.

В настоящее время ведутся работы по строительству подъездной дороги к детским садам по ул. Сабуровской и ул. Селезневской, реконструкции участков автомобильных дорог по ул. Васильковой, ул. Гвардейской, ул. Базарной (от ул. Студенецкой набережной до ул. Студенецкой), ремонтные работы ведутся по ул. Н.Вирты, Рассказовскому шоссе, участкам дорог по ул. Советской, ул. К.Маркса,

ул. Октябрьской, ул. Монтажников, автодорог по маршруту движения 17 автобуса, ул. Державинской, ул. Балашовской, ул. им. Докучаева, ул. Д.Карбышева, подъездная дорога к д/с по ул. Астраханской, ул. Пионерской, 2-му Комсомольскому пр., ул. Победы, ул. Делегатской, ул. Солнечной, ул. Физкультурников, ул. Ухтомского, ул. Серпуховской и по другим улицам города.



ул. Советская



ул. Карла Маркса

Рисунок 4 – Ремонт автомобильных дорог в 2020 году на примере ул. Советская и Карла Маркса

Работы ведутся в рамках следующих программ:

- *Федеральный проект «Дорожная сеть»*,
- *Государственная программа «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства Тамбовской области»*,
- *Муниципальная программа города Тамбова «Развитие транспортной системы и дорожного хозяйства города Тамбова»*.

В текущем году на строительство, реконструкцию и ремонт городских автодорог предусмотрено 921,7 млн. руб., в том числе:

- *из федерального бюджета – 644,2 млн. руб.*,
- *из областного бюджета – 268,2 млн. руб.*,
- *из городского бюджета – 9,3 млн. руб.*

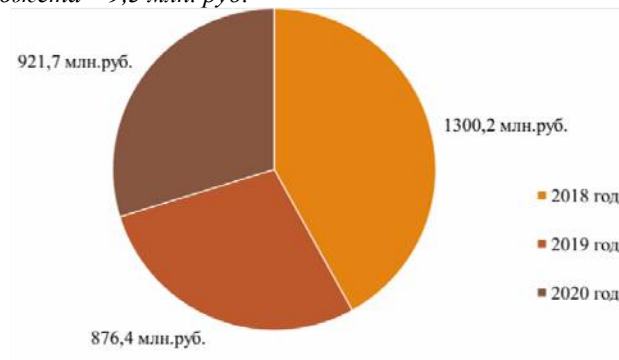


Рисунок 5 - Распределение бюджетных средств на строительство, реконструкцию и ремонт автомобильных дорог города Тамбова за период 2018-2020 годов

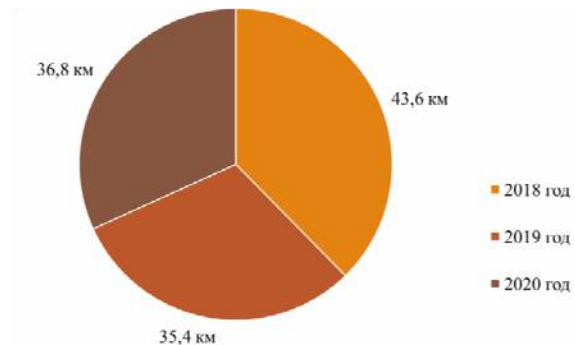


Рисунок 6 - Выполнено работ по строительству, реконструкции и ремонту автомобильных дорог города Тамбова за период 2018-2020 годов



Итого за три года было построено и приведено в нормативное состояние 115 км городских улиц. Выполненные работы позволили достигнуть следующих результатов:

- снижения уровня транспортных издержек;
- рост мобильности населения;
- снижение аварийности на дорогах;
- повышение уровня доступности населения и хозяйствующих субъектов к основным транспортным коммуникациям;
- увеличение вклада автомобильно-дорожного комплекса в формирование Валового Регионального Продукта.

*Перспективы развития.* На сегодняшний день на территории Тамбова в нормативное состояние приведены все основные магистрали за исключением улицы Гастелло, которая также будет отремонтирована в 2021 году. Исходя из данной ситуации главой города принято решение в последующих годах направлять все финансирование на второстепенные дороги, что безусловно улучшит социальный признак развития региона.

На 2021 год на строительство, реконструкцию и ремонт городских автомобильных дорог в настоящее время выделено 499,0 млн. руб., в том числе:

- из федерального бюджета – 491,0 млн. руб.,
- из областного бюджета – 0,9 млн. руб.,
- из городского бюджета – 7,1 млн. руб.

УДК 378.1

74.04: Организация образования

**ИНСТИТУТ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ТРАНСПОРТА ТГТУ  
В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА:  
НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ТВОРЧЕСТВО**

**Монастырев П.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,  
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: monastyrev68@mail.ru*

**Евдокимцев О.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: evdokimcev.ov@mail.tstu.ru*

На протяжении 40 лет Институт архитектуры, строительства и транспорта (АрхСиТ) Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ) принимает активное участие в решении задач устойчивого развития региона в области науки, образования и творчества. За этот срок сформировался образовательно-научный и инновационный потенциал института, который направлен на решение задач национальных проектов, приоритетных направлений развития исследований Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) [1], стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 года, программы развития ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» на 2020 – 2024 гг. Для этого в институте создано два образовательно-научных комплекса (ОНК) «Архитектура и строительство» и «Автомобильный транспорт и безопасность дорожного движения» [2-4]. На примере ОНК «Архитектура и строительство» покажем, как институт АрхСиТ принимает участие в реализации проектов по устойчивому развитию региона.

Образовательно-научный комплекс «Архитектура и строительство» состоит из трех выпускающих кафедр «Архитектура и строительство зданий», «Городское строительство и автомобильные дороги», «Конструкции зданий и сооружений»; отдела внебюджетного образования; художественно-графической студии «Капитель»; научно-образовательной лаборатории «Энергоэффективность и энергосбережение в строительстве»; центра коллективного пользования «ВМ-технологии»; научно-образовательного центра ТГТУ - НИИ строительной физики РААСН в области защиты зданий от негативных внешних и внутренних воздействия; научно-технического

центра по проблемам архитектуры и строительства (НТЦС); лаборатории экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений.

Приведенный контингент студентов составляет 1105 человек. Общая численность ППС работающая в институте на постоянной основе 65 человек, из которых 12 человек доктора наук, 46 человек кандидаты наук, 5 человек являются членами Союзов архитекторов, дизайнеров и реставраторов, 7 человек советники РААСН. По совместительству к преподавательской деятельности привлекается 11 человек, из которых 4 человека - доктора наук.

Каждый советник РААСН имеет свое научное направление. Остановимся на них подробнее.

Научное направление «Разработка теоретических основ обследования и усиления строительных конструкций объектов культурного наследия» курирует советник РААСН, к.т.н., профессор кафедры «Архитектуры и строительства зданий», заслуженный строитель России, Лауреат областной премии имени В. Щуко Демин Олег Борисович. Сфера его научных интересов организация и проведение научно-исследовательских работ по проблемам развития архитектуры и строительства, по решению физико-технических задач проектирования, строительства, реконструкции, реставрации и эксплуатации зданий и сооружений различного назначения. Олег Борисович является руководителем Научно-технического центра по проблемам архитектуры и строительства (НТЦС) ТГГУ сотрудниками которого выполнено более 70 проектов реставрации зданий памятников истории и культуры. Среди них более 10 объектов федерального значения: здание Спасо-Преображенского кафедрального собора г. Тамбова; здание «Гостиного двора» по ул. Советская, 101 г. Тамбова; здания церкви Казанской божьей матери, церкви Иоанна Предтечи, Архиерейского дома Казанского мужского монастыря г. Тамбова; усадьба Воронцовых-Дашковых в с. Новотомниково Тамбовской области; здание Учительской семинарии в с. Порецкое Чувашской республики и др.

Научное направление «Градостроительство» курирует советник РААСН, Заслуженный архитектор РСФСР, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий» Куликов Александр Сергеевич. Область его научных интересов проблемы истории архитектуры и градостроительства; исследования в сфере градостроительства и территориального планирования; концептуальное проектирование современных градостроительных объектов и многофункциональных комплексов. Александр Сергеевич посвятил более 60 лет своей творческой деятельности г. Тамбову и Тамбовской области. Под его руководством была создана сеть областных проектных организаций, разработана районная планировка на всю территорию Тамбовской области, утверждены генеральные планы областных городов и райцентров, составлены проекты планировки и застройки сельских населённых пунктов. В разработке этих документов, в том числе проектов детальной планировки г. Тамбова, Куликов А.С. принял непосредственное авторское участие. В составе коллектива «Гипрогор» он является автором трёх генеральных планов г. Тамбова и более 15 памятников (С.Н. Сергееву-Ценскому, Г.Р. Державину, Н.И. Подвойскому, Е.А. Боратынскому, С.В. Рахманинову, В.И. Вернадскому, монумент «Вечной Славы», воинам - медикам, доблестному офицеру Отечества, памятники павшим воинам в г. Котовске, г. Жердевке, райцентрах Бондари, Умёт, Знаменка, Петровское, в Кирсановском районе (с. Кавылка), Триумфальная лестница в г. Тамбове, посвящённая Отечественной войне 1812 года).

Научное направление «Обобщенные принципы и модели творческого процесса архитектора» курирует советник РААСН, кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий», победитель Международных конкурсов в области архитектуры, дизайна и экологии, лауреат областной премии имени В. Щуко, автор ряда построек Леденева Галина Леонидовна. Область научных интересов Галины Леонидовны включает также вопросы региональной архитектуры, её истории и современного развития. Леденева Г.Л. - автор монографии, посвященной истории архитектуры Тамбова, её наиболее заметного периода, определяемого застройкой модерна. В своей научной работе она установила авторство выдающегося зодчего Льва Кекушева в отношении одной из наиболее значимых построек города - особняка фабриканта М.В. Асеева, благодаря чему памятник обрел новый статус и вошел во многие архитектурные издания и каталоги как ключевой объект, получил соответствующее финансирование. Под руководством Леденева Г.Л. выполнены многие концептуальные проекты, направленные на развитие, повышение качества городской среды, инновационные решения отдельных зданий и комплексов.

Научное направление «Расчет звуковых полей и методы проектирования защиты от шума в зданиях и на территориях» курируют советник РААСН, д.т.н., профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги» («ГСиАД») Леденев Владимир Иванович и д.т.н., заведующий кафедрой «Архитектура и строительство зданий» Антонов Александр Иванович. Область научных интересов Владимира Ивановича – разработка теоретических основ расчета звуковых полей и проектирования акустического благоустройства на основе статистического энергетического подхода, а Александра Ивановича - автоматизация расчета и проектирования шумозащиты. В рамках данного научного направления защищены 2 докторские и 7 кандидатских диссертаций, доцент кафедры «ГСиАД» Солома-

тин Евгений Олегович удостоен премии Правительства РФ за достижения в области науки и техники, научно-образовательный центр в области защиты зданий от негативных внешних и внутренних воздействия награжден золотой медалью РААСН, опубликовано более 300 работ, в т.ч. 20 статей в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, 2 монографии, разработано и получено более 20 свидетельств на компьютерные программы в области строительной и архитектурной акустики.

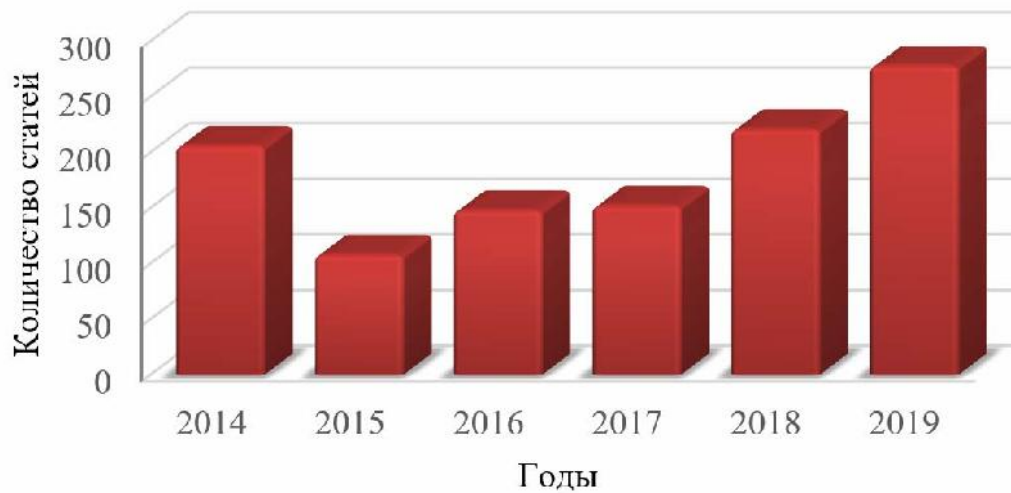
Научное направление «Экспериментально-теоретическое исследование несущей способности, трещиностойкости и перемещений оснований, фундаментов, строительных конструкций зданий и сооружений» курирует советник РААСН, д.т.н., профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений» Леднев Виктор Васильевич. Область его научных интересов теоретическая и прикладная механика, геология, строительные материалы и конструкции, аварии и разрушения, теория сооружений, обследование и усиление конструкций, зданий и сооружений. В рамках данного направления защищены 1 докторская и 8 кандидатских диссертаций, опубликовано более 320 научных публикаций, 30 учебных пособий и 15 монографий.

Научное направление «Физико-технические основы работоспособности строительных материалов и конструкций зданий и сооружений» курирует советник РААСН, д.т.н., профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений» Ярцев Виктор Петрович. Сфера его научных интересов механика полимеров и древесных композитов; вопросы долговечности и работоспособности строительных материалов, изделий и конструкций на основе древесины; разработка способов повышения долговечности и работоспособности материалов, изделий и конструкций; разработка способов повышения долговечности строительных материалов; использование отходов предприятий для разработки строительных материалов и изделий. В рамках данного научного направления подготовлен 1 доктор и 14 кандидатов наук, опубликовано более 600 статей, 15 учебных пособий, 11 монографий, разработано и получено более 15 патентов на авторские изобретения.

Научное направление «Физико-технические и конструктивно-технологические основы термомодернизации зданий» курируют советник РААСН, д.т.н., профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», директор Института архитектуры, строительства и транспорта Монастырев Павел Владиславович и член-корреспондент Международной Инженерной Академии, Заслуженный Инженер России, профессор, д.т.н., профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий» Езерский Валерий Александрович. Области научных интересов Монастырева П.В. термомодернизация зданий; энергоэффективные здания; экономические и экологические аспекты строительства, эксплуатации и термомодернизации зданий; инженерная педагогика. Области научных интересов Езерского В.А. проблемы оптимизации конструктивных решений ограждающих конструкций зданий и параметров термомодернизируемых зданий, повышение теплотехнической однородности наружных стен с термическими мостиками, оптимизация составов цементных композитов с добавками техногенных отходов.

В рамках данного научного направления подготовлена 1 докторская и 3 кандидатских диссертаций, опубликовано более 260 научных статей, в т.ч. 15 статей в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, 4 монографии, 7 учебных пособий, разработано и получено более 7 свидетельств на компьютерные программы в области энергосбережения зданий. Проводятся совместные научные исследования с Белостокским техническим университетом (Республика Польша), реализован проект ERASMUS+ CBHE project, MARUEEB 561890-2015 "Магистерская программа в области инновационных технологий в сфере энергоэффективного строительства в университетах России и Армении с участием работодателей" (MARUEEB). В рамках этого проекта разработана и реализуется магистерская программа «Проектирование, строительство и эксплуатация энергоэффективных зданий», а 4 преподавателя института прошли длительное обучение за рубежом [5-10].

Результаты научной деятельности Института АрхСиТ в период с 2014 по 2019 год можно отразить следующими цифрами: защищено 3 докторских и 17 кандидатских диссертаций, опубликовано более 1200 научных статей, 32 монографии, получено 67 патентов и 51 свидетельство о регистрации компьютерных программ для ЭВМ. Динамика публикации статей и объемы средств полученных в результате научно-исследовательских и проектных работ приведены на рисунках 1 и 2.



б)

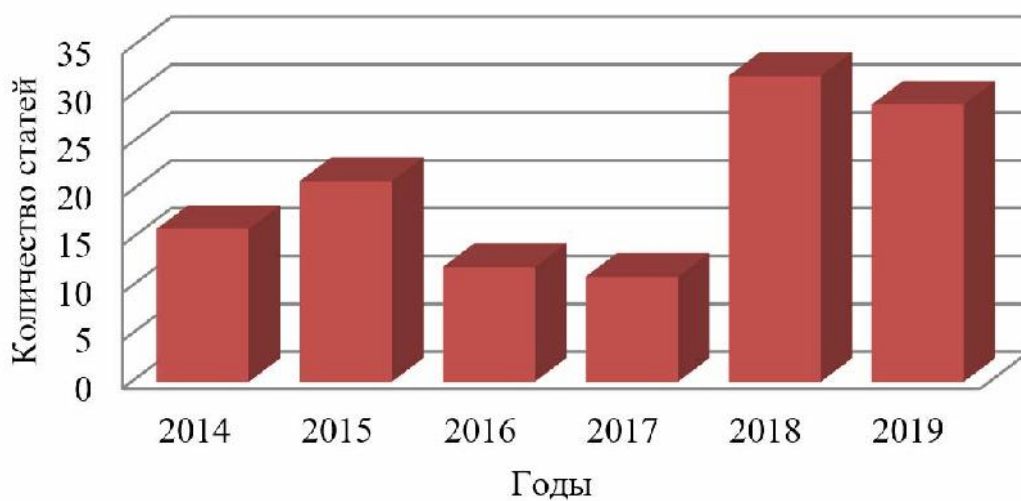


Рисунок 1 - Опубликованные статьи:  
 а - индексируемые в РИНЦ; б – индексируемые в Scopus и Web of Science

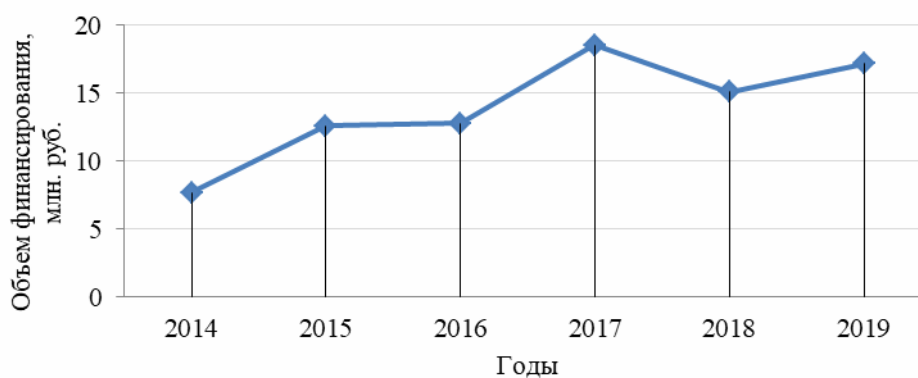


Рисунок 2 - Объемы финансирования научно-исследовательских работ

Институт АрхСиТ является региональной инновационной площадкой для проведения выставок, конкурсов, конференций, семинаров, тренингов в научно-технической сфере. Примерами могут служить: мастер-класс академика РААСН Е.М. Чернышова на тему «Бетон как высокотехнологичный композиционный материал для строительных конструкций уникальных зданий и сооружений», научно-практический семинар «Использование газобетона в современном строительстве», круглый стол «Внедрение BIM-технологий: разработка образовательных программ повышения квалификации», круглый стол «Энергия 4.0. Переход на цифру» в рамках Российско-германской летней школы «Высокопрочные материалы. Энергоэффективность» и многие другие мероприятия.

Особенно хотелось остановиться на международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт», которая была посвящена 35-летию юбилею института АрхСиТ и проходила 25 сентября 2014 года. С этого периода она стала ежегодной конференцией, организуемой институтом совместно с Российской академией архитектуры и строительных наук, администрацией Тамбовской области и города Тамбова. Постоянными участниками данной конференции стали вице-президент РААСН по направлению «Строительные науки», академик Травуш В.И.; вице-президент РААСН по направлению «Инновации», академик Бондаренко И.А.; академик Ильичев В.А.; главный ученый секретарь президиума РААСН, академик РААСН Акимов П.А.; академики Ерофеев В.Т., Карпенко Н.И., Колчунов В.И., Селяев В.П., Федосов С.В., Чернышов Е.М.; член-корреспонденты РААСН Белостоцкий А.М., Болдырев А.М., Лесовик В.С., Мондрус В.Л., Пухаренко Ю.В., Сидоров В.Н., Трещёв А.А., Шубин И.Л.; советники РААСН Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Гончарова М.А., Мищенко В.Я., Румянцева В.Е. и др.; представители российских вузов и НИИ Акулова И.И., Артамонова О.В., Коротких Д.Н., Кочкин А.А., Макеев А.И., Славчева Г.С., Пахомова Е.Г. Шейнфельд А.В. и многие другие; представители зарубежных вузов Аггашян Р.В., Азама Нилас, Винченцо Бьянко, Езерский В.А., Клиопова И.А., Куангалиева Т.К., Магнус Егер и многие другие.

В 2019 году с генеральным пленарным докладом на тему «Научная деятельность Российской академии архитектуры и строительных наук по проблемам формирования среды жизнедеятельности человека» на конференции выступил президент РААСН, академик Кузьмин Александр Викторович.

Особенно хочется отметить академика РААСН Чернышева Евгения Михайловича, который стоял у истоков зарождения данной конференции и является бессменным представителем организационного, программного и научного комитетов конференции и её модератором.

С каждым годом конференция совершенствуется и приобретает популярность среди научных школ и университетов России, ближнего и дальнего зарубежья. Если первые конференции не имели определенного направления, то начиная с 2018 года каждая конференция получает свое научно-практическое направление. 2018 год - «Цифровые технологии: Декларации и реальность», 2019 год - «Качество среды для эффективной жизни человека», 2020 год - «Концепции и практические основания устойчивого развития города». Динамика развития конференции представлена на рис. 3.

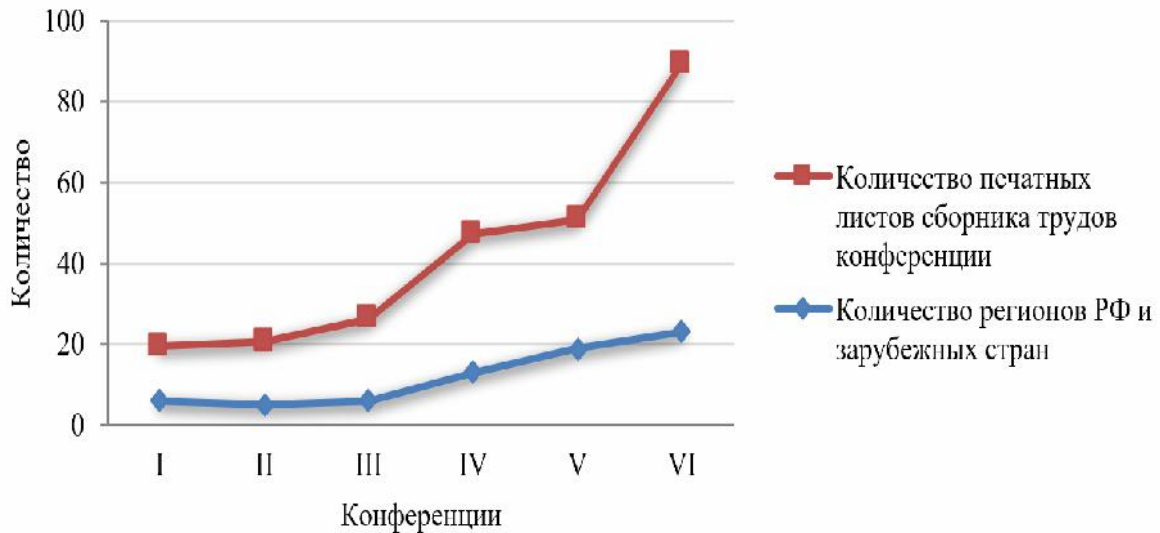


Рисунок 3 - Динамика развития конференции

С целью создания площадки для апробации результатов исследований и обмена научно-практическим опытом в 2019 году была организована еще одна конференция, которая получила статус

всероссийской (национальной) научно-практической конференции под названием «Современная наука: теория, методология, практика». Данная конференция в большей степени рассчитана на молодых ученых, аспирантов и магистрантов.

В Институте АрхСиТ постоянно идет совершенствование и развитие образовательной деятельности под девизом «Образование через всю жизнь». В настоящий момент реализуются 4 программы аспирантуры, 7 программ бакалавриата, 11 программ магистратуры.

Необходимо отметить, что в Институте АрхСиТ подготовка кадров для региона начинается уже до поступления абитуриентов на направления института с проведения профессиональных проб школьников «Мой дом - моя крепость», «Наши дороги – наша гордость» и т.д., обучения школьников в художественно-графической студии «Капитель», Университете открытий и в «Кванториум».

Большое внимание уделяется развитию системы непрерывного профессионального образования, так в период с 2014 по 2019 годы рабочие специальности в области строительства и архитектуры получили 316 студентов, в том числе: мастер отделочных работ – 87 человек; мастер общестроительных работ – 28 человек; автокрановщик – 110 человек; исполнитель художественно-графических работ – 91 человек.

В рамках академического обмена в Вузах России и зарубежных стран за последние 6 лет прошли обучение более 350 студентов. В академическом обмене участвовали Азербайджанский университет архитектуры и строительства (г. Баку, Азербайджан), Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (г. Белгород, Россия), Белостокский технический университет (г. Белосток Польша), Восточно-баварский технический институт Амберг-Вайден (г. Вайден, Германия), Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана (г. Уральск, Казахстан), Национальный политехнический университет имени Ереван (г. Ереван, Армения), Словацкий технический университет (г. Братислава, Словакия), Университет города Генуи (г. Генуя, Италия), Университет Кампани «Луиджи Ванвители» (г. Неаполь, Италия), Уханьский политехнический университет (г. Ухань Китай), Фонд Ромуальдо дель Бьянко (г. Флоренция, Италия), Юго-Западный государственный университет" (г. Курск, Россия)[11-15].

С 2012 года студенты Института АрхСиТ принимают участие в образовательном проекте «НЕП-ТУН», который объединяет 12 Европейских университетов, организующих проектно-ориентированное обучение по вопросам планирования и изучения техносферы [11, 12, 16].

В Институте АрхСиТ за период с 2014 года прошли обучение по дополнительным программам профессионального обучения в области строительства и архитектуры более 1600 слушателей, см. рис. 4.

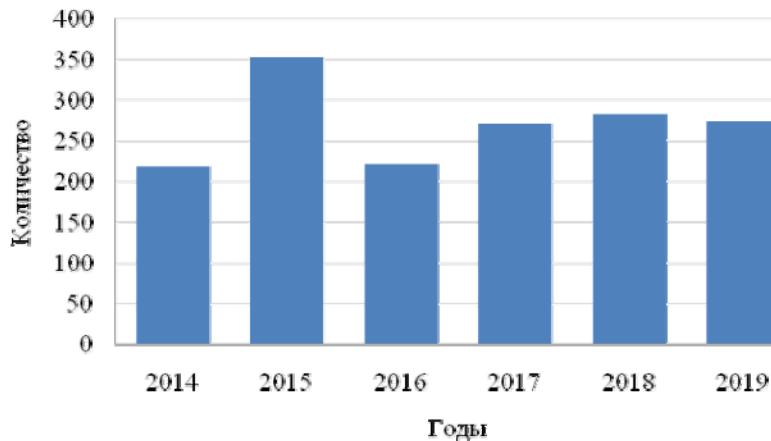


Рисунок 4 - Результаты обучения по дополнительным программам профессионального обучения в области строительства и архитектуры

Об уровне подготовки студентов можно судить по их активному участию в олимпиадах, смотрях-конкурсах и завоеванным ими наградам. В качестве примера приведем только несколько олимпиад и смотров-конкурсов.

В 2017 году студенты института принимали участие в заключительном этапе Всероссийской студенческой олимпиаде по направлению 08.03.01 "Строительство" (г. Казань). Команда ТГТУ была награждена дипломом второй степени.

По итогам Всероссийской студенческой олимпиады "Я - профессионал" по направлению «Строительство» в 2020 году два студента института стали призерами.



По результатам Международного профессионального конкурса Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ) на лучший проект 2019 года студент института получил диплом III степени в номинации «Лучшая концепция нереализованного проекта».

В августе 2020 года студент института стал победителем IV Всероссийского конкурса с международным участием «ВМ-технологии 2019/20» в номинации «Студенческие работы с использованием технологий информационного моделирования».

В феврале 2020 года по итогам первой волны Всероссийского конкурса студенческих работ проекта «Профстажировки 2.0», реализуемого совместно АНО «Россия – страна возможностей» и Общероссийским народным фронтом, студент института получил диплом победителя.

Ежегодно студенты института принимают участие в Международном смотре-конкурсе лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству. В 2019 году на данном смотре-конкурсе, который проходил в г. Екатеринбург, три выпускных квалификационных работы (ВКР) получили дипломы I степени и 2 дипломы II степени.

На IX-Международный фестиваль архитектурно-строительных и дизайнерских школ Евразии, который проходил в 2019 году в г. Ташкент, две ВКР получили дипломы I степени, две работы получили дипломы II степени и одна работа – диплом III степени.

С 2014 года в институте архитектуры, строительства и транспорта совместно с Ассоциация СРО «Тамбовские строители» и ООО «Тамбовспецстрой» каждый семестр проводится Олимпиада по Технической механике и Строительной механике, по результатам которой студентам назначают 4 именные стипендии.

С целью повышения качества подготовки студентов и решения актуальных задач в области архитектуры, градостроительства и строительства в городе Тамбове и Тамбовской области каждый год проводится презентация выпускных квалификационных работ выполненных по заказу администраций города и области, а так же проводятся различные тематические конкурсы [17-27]. В результате проведения данных мероприятий ряд студенческих проектов реализованы или находятся в стадии реализации. Примерами могут служить возведенные мемориалы (рис.5 и рис.6), остановочные павильоны вдоль Рассказовского шоссе г. Тамбова (рис.7), проект станции медицинской скорой помощи в городе Тамбове (рис.8), проект реконструкции улично-дорожной сети въезда в город Тамбов со стороны Рассказовского шоссе и многие другие проекты.



Рисунок 5 - Мемориал памяти воинам-землякам, погибшим в годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. возведенный в селе Караул Инжавинского района Тамбовской области по эскизному проекту Дмитрия Котова



Рисунок 6 - Мемориал памяти воинам землякам, павшим в Афганистане возведенной в г. Тамбове по эскизному проекту Дмитрия Котова



Рисунок 7 – Остановочные павильоны возведенные вдоль Рассказовского шоссе г. Тамбова по эскизному проекту Антона Сухова



Рисунок 8 – Эскизный проект станции медицинской скорой помощи в городе Тамбове  
Автор Валерия Жиркова

С целью дать возможность реализоваться студентам творчески на базе Института АрхСиТ проводятся фестивали «Реформа» и «Хохлома», ярмарка тыквы, творческий конкурс-выставка «Крымская весна», «Живые зарисовки» и «Образ города».

Для развития у студентов компетенций связанных с командной работой, изучения истории и архитектуры родного края, духовно-нравственного и патриотического воспитания институт принимает активное участие в тематических автопробегах организуемых ТГТУ на протяжении 7 лет.

В заключении хочется сказать, что Институт архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета является структурным элементом системы научно-инновационного и кадрового устойчивого развития региона. Институт активно участвует в процессах позитивных изменений интегральных показателей устойчивости региональной социально-экономической системы (экономических, социальных, экологических). Вся образовательная, научная и творческая работа Института АрхСиТ направлена на долгосрочное сбалансированное развитие всех сфер жизни общества в целях обеспечения воспроизводимости ресурсов, необходимых для качественной жизни настоящего и будущих поколений.

#### Список использованных источников

1. Акимов П.А., Чернышов Е.М., Монастырев П.В. Научные исследования и разработки Российской академии архитектуры и строительных наук: состояние, направления и перспективы развития / Материалы 4-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 15-16 июня 2017 года. – Изд-во Першина Р.В. С.12-28.
2. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Концепция преобразования факультета в институт в рамках реструктуризации университета // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2014. – Выпуск 13. – С.157-165.
3. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Профильный институт нового типа, как основа инновационного развития университета / Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25-26 сентября 2014 года. – С.15-22.

4. Монастырев П.В., Кузнецова Н.В., Умнова О.В. Архитектурно-строительное образование в Тамбовском ГТУ: достижения и стратегия развития // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. - № 3(53). – С.8-16.
5. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Образовательная программа проекта MARUEEB как элемент системы инновационного развития региона / Сборник материалов III Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 16-17 мая 2017 года. – С.463-472.
6. Мищенко Е.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий // Сборник материалов II Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 27-27 мая 2016 года. – Информационный портал УрФУ <http://www.urfu.ru>. С.166-171.
7. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Энергоэффективное строительство в Тамбовской области: образовательные аспекты / В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. ; Между-нар. науч.-практ. конф., 7 – 9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С 232-238.
8. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Формирование результатов обучения магистра в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. - № 3(65). С.156-165.
9. Elena Mishchenko, Pavel Monastyrev, Oleg Evdokimtsev Design, Implementation and Quality Assessment of Educational Programs in Energy-Efficient Construction // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), FondazioneRomualdo Del BiancoIstitutoInternazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.335-340.
10. E Mishchenko, P Monastyrev and O Evdokimtsev. Quality Improvement of Specialists Training for Energy-Efficient Construction. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032046 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032046>
11. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Опыт международного научно-образовательного сотрудничества в области архитектуры и строительства // Интеграция образования. – 2015, № 4, Т. 19 – С. 10-15.
12. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Международное сотрудничество Тамбовского государственного технического университета в области архитектуры и строительства / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25 сентября 2015 года. – Изд-во Першина Р.В. С.7-10.
13. Чэнь У., Мамаев И.И., Молоткова Н.В., Монастырев П.В. Проектирование образовательных программ архитектурных вузов Китая // Вестник Тамбовского университета. – 2015, Т. 20, вып.12 (152) – С. 13-18.
14. Чэнь У., Мамаев И.И., Молоткова Н.В., Монастырев П.В. Перспективы взаимодействия вузов России и Китая при проектировании образовательных программ в сфере архитектуры и дизайна в рамках межвузовских ассоциаций // Вестник Тамбовского университета. – 2016, Т. 21, вып.1 (153) – С. 11-16.
15. Молоткова Н.В., Монастырев П.В., Мамаев И.И., У Чэнь. Направления междууниверситетского сотрудничества между Россией и КНР при проектировании образовательных программ в сфере архитектуры и дизайна // Глобальный научный потенциал – 2015, №12 (75) – С.14-19
16. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Милованов А.В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Тамбовской области / Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 27 июня 2016 года. – Изд-во Першина Р.В. С.8-14.
17. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Разработка, реализация, оценка качества образовательных программ в области энергоэффективного строительства // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 36-39.
18. Mishchenko, E., Monastyrev, P., Evdokimtsev, O.V., Starkova, T.V. Creative competitions as an element of the quality management system for architects' training // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. Volume 18, Issue 6.4, 2018, Pages 653-660.
19. Mishchenko E.S., Monastyrev P.V., Evdokimtsev O.V. Improving the Quality of Training in Building Information Modeling. ICL 2018; Kos Island; Greece; 25 September 2018 до 28 September 2018; Code 224239. Volume 916, 2020, Pages 453-459.

20. Elena S. Mishchenko, Pavel V. Monastyrsev, Oleg V. Evdokimtsev, Taisiya V. Starkova. Creative competitions as a tool for improving the quality of architects' training // 21st General Assembly of the International Experts and Symposium Heritage as a Builder of Peace. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2019, P.192-196.

21. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. Международное сотрудничество как инструмент повышения качества строительного образования в Тамбовской области. В сборнике: Безопасность критичных инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур Safety2018 сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием и XVIII школы молодых ученых, IV Международной конференции. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН. 2018. С. 243-249.

22. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Старкова Т.В. Конкурсы в системе менеджмента качества подготовки студентов творческих или инженерных направлений. В сборнике: Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2019. С. 39-45.

23. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Информационное моделирование: образовательные программы и профессиональное сообщество. // Сборник материалов XX Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и архитектуры» (28-29 июня 2019г., Тула, Тульский государственный университет). Издательство ТулГУ. С.204-209.

24. Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка и реализация виртуальных лабораторных работ по исследованию напряженно-деформированного состояния металлических конструкций в вычислительных комплексах. / Материалы 6-й международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию юбилею института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 22-25 мая 2019 года. – Изд-во Першина Р.В. С.509-512.

25. Старкова Т.В., Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Повышение качества подготовки архитекторов за счет привлечения студентов к решению социально-экономических задач региона // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.238-274.

26. Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Использование вычислительного комплекса SCAD OFFICE в образовательном процессе дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.274-278.

27. Монастырев П.В., Умнова О.В., Струлев С.А. Строительное образование в период цифровизации экономики РФ // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.278-280.

**О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ АКАДЕМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В СФЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА В КОНТЕКСТЕ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ (ОСНОВНЫЕ ТЕЗИСЫ ПЛЕНАРНОГО ДОКЛАДА)**

**Чернышов Е.М.,**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», директор НИИ Академии  
развития строительного комплекса, доктор технических наук, профессор, академик РААСН  
e-mail: chem@vgasu.vrn.ru*

**Травуш В.И.,**

*«Российская академия архитектуры и строительных наук», вице-президент, доктор технических  
наук, профессор, академик РААСН  
e-mail: travush@mail.ru*

**Акимов П.А.,**

*НИУ МГСУ Московский строительный университет, врио ректора, доктор технических наук,  
профессор, академик РААСН  
e-mail: pavel.akimov@gmail.com*

**О мотивах, целях и основном содержании пленарного доклада.**

В настоящей публикации представлены основные тезисы пленарного доклада, подготовленного к VII Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт», традиционно организованной Тамбовским государственным техническим университетом. На конференции 2020 года в качестве основного принято направление «Концепции и практические основания устойчивого развития города».

Основные тезисы пленарного доклада даются в рамках авторского его плана, в который для обсуждения были включены следующие разделы:

1. Место и роль РААСН в определении приоритетных направлений развития исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительства;
2. Контекст устойчивого развития регионов Российской Федерации в тематике фундаментальных, прикладных и поисковых исследований РААСН;
3. Сфера строительства как объект и предмет развития традиционных направлений исследований и разработок;
4. Сфера строительства как объект и предмет развития перспективных прорывных направлений исследований и разработок;
5. О проблеме совершенствования научной и образовательной деятельности творческих коллективов и региональных школ на основе современного базового научно-инженерного знания.

Пленарный доклад обращен к широкому кругу научного и инженерного сообщества, причастного к проблемам архитектуры, градостроительства и строительства как доминантных сфер его деятельности в народно-хозяйственном комплексе регионов.

Пленарный доклад с учетом его содержания авторы связывают с анализом концептуально-методологических и научно-инженерных проблем сопровождения устойчивого развития регионов, полагая необходимость и уместность дискуссии ученых и специалистов по этому важнейшему, актуальному направлению осуществления исследований и разработок. Чрезвычайно важно это, имея ввиду, вызовы времени устойчивому развитию региональных народно-хозяйственных комплексов.

Главным из таких вызовов является проблемность отношений в системе «наука»-«бизнес»-«власть». Многие годы функционирование народно-хозяйственного комплекса проходило на «старых ресурсах» при низкой востребованности научного сопровождения решаемых задач. Отсюда – низкий уровень стимулирования научно-инженерных исследований и разработок, развитие науки как «вещи в себе», сокращение аспирантуры, кризис в докторантуре, распад научных школ и т.п.

В «бизнесе» следует отметить высокое влияние узко-корпоративных интересов, низкий уровень социальной ответственности. Заметны старение и деградация производственных промышленных предприятий. Видны последствия технократической концепции развития регионов в ущерб концепции экологизма. Заметно возросло загрязнение окружающей среды. Очевидны деформации в подготовке инженерных кадров – в чем-то избыточность, а в чем-то недостаточность. На фоне этого развиваются социально-общественные процессы локальных противостояний населения имеющим место «посягательствам» бизнеса на среду обитания человека.

Можно назвать и другие примеры дисгармоний в системе «наука»–«бизнес»–«власть».

### **1. Роль РААСН в определении приоритетных направлений развития исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительства.**

Российская академия архитектуры и строительных наук в настоящее время является фактически единственным интеллектуальным центром формирования, программирования и развития научных исследований и разработок в сфере архитектуры, градостроительства и строительства [1 – 3]. Академия своей деятельностью обеспечивает решение задач научного сопровождения процессов в этих сферах. С учетом этого Академия ежегодно на Общих собраниях рассматривает и принимает «Предложения о приоритетных направлениях развития исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук» (см. Приложение 1 к публикации). Эти «Предложения Академии...» ежегодно актуализируются, что является результатом специально проводимой работы, к которой привлекаются все члены и советники Академии. «Предложения Академии...» являются, можно сказать, плодом «мозгового штурма» более пятисот представителей большинства научных школ России, работающих в указанных сферах [4].

«Предложения Академии...» как интеллектуальный продукт необходимо рассматривать в качестве документа, ориентирующего специалистов архитектурной, градостроительной и строительной сферы в их творческой, научной, проектной и инженерной деятельности. Можно считать, что этот документ выполняет объединяющую, интегрирующую роль. В этом его особое значение и ценность.

В связи с проведением VII Международной научно-практической конференции авторы пленарного доклада и публикации тезисов к нему взяли на себя задачу показать роль и место Российской академии архитектуры и строительных наук в обеспечении научного сопровождения при решении региональных проблем устойчивого развития субъектов Федерации России.

### **2. Контекст устойчивого развития регионов Российской Федерации в тематике фундаментальных, прикладных и поисковых исследований РААСН.**

Тематика научных исследований и разработок РААСН масштабна и многопланова, что отвечает генеральной задаче её деятельности «создание условий для формирования комфортной, благоприятной и безопасной среды жизнедеятельности человека, обеспечивающей высокое качество жизни и социально-экономические стандарты проживания населения на территории Российской Федерации» (см. п. 1.1 «Предложений...»). Именно в этом видится и заключается целевой контекст устойчивого развития регионов.

Анализируя содержание «Предложений Академии...», необходимо обратить внимание на то, что приоритетные направления исследований и разработок РААСН *квалифицируются как фундаментальные [5], прикладные и поисковые [6]*. В масштабном и многоплановом составе НИР и разработок Академии особое место занимает контекст устойчивого развития регионов, опирающийся, в том числе, на реализацию специальной программы «Формирование архитектурно-градостроительной среды жизнедеятельности, биосферно-совместимой и благоприятной для человека и общества». В этой связи, вероятно, следует говорить о новой парадигме совместимости среды и человека, центральное место в которой отводится оптимизации баланса (по академику В.А. Ильичеву [7]) параметров и характеристик биотехносферы регионов, городов, поселений.

Обратим особое внимание на ряд тем, входящих в приоритетные направления развития *фундаментальных* исследований Академии и имеющих прямое основополагающее значение в контексте проблем устойчивого развития регионов.

Так, в *сфере архитектуры* это тема 1.11 «Развитие основ теории города (мегалополисов, агломераций, крупных, средних и малых городов, моногородов, закрытых административно-территориальных образований, наукоградов, технополисов, исторических городов; планировочные, инженерные, транспортные, социальные аспекты градостроительного планирования и прогнозирования)» [8 – 11].

В *сфере градостроительства* [12 – 14] – тема 1.8 «Научные основы пространственного развития территории Российской Федерации, базирующиеся на концепции устойчивого развития территорий и поселений (в том числе организации пространственно-территориальных систем, обеспечивающих территориальную целостность, рациональное размещение производительных сил, оптимизацию миграционных процессов, транспортную связанность территории, санитарно-эпидемиологическую безопасность, сбережение национально-культурной идентичности, сохранения культурного и природного наследия создание условий роста экономики)»; 1.9 «Разработка научных основ территориально-градостроительной политики Российской Федерации как инструмента реализации национальной стратегии страны, региона, города по направлениям и методам совершенствования государственного регулирования территориально-градостроительного развития»; 1.10 «Разработка научных основ территориального планирования градостроительных систем и исследование процессов урбанизации». К этому дополнительно назовем тему 1.6 «Разработка научных основ и методов реконструкции, ревитализации, реставрации и реновации жилого фонда».



В *сфере строительных наук* [15 – 18] остановимся на темах: 1.18 «Разработка ресурсо- и энергоэффективных строительных технологий, конструкций, материалов и инженерных систем, в том числе на основе наиболее полного использования воспроизводимых природных ресурсов»; 1.19 «Теория сооружений, прогноз влияния повреждений и диссипации энергии силового воздействия. Разработка адекватных расчетных моделей...»; 1.21 «Развитие основ нового материаловедения в направлении разработки инновационных технологий производства альтернативных традиционным низкоэнергоемких в производстве и экологически чистых и низкоэнергоемких строительных материалов с высокими показателями эксплуатационного качества, на базе преимущественного использования химически взаимосочетаемых продуктов переработки техногенных образований, в т.ч. химико-минеральных добавок новых видов, разработки методов улучшения физико-механических свойств строительных материалов с учетом экстремальных воздействий (агрессивные среды, экстремально высокие или низкие температуры, сейсмические и техногенные катастрофы и др.)»; 1.22 «Развитие теоретических и экспериментальных основ строительной физики как фактора обеспечения комфортности проживания, безопасной жизнедеятельности и формирования творческих способностей человека»; 1.23 «Разработка теоретических основ развития и реконструкции инженерной инфраструктуры городов, поселений и их систем, включая проблемы водопотребления и водоотведения»; 1.24 «Разработка теоретических основ оценки эффективности конструктивных решений наружных ограждающих конструкций и инженерных систем с минимизацией теплопотребления при строительстве и реконструкции зданий для обеспечения экологической безопасности человека»; 1.25 «Развитие научных основ теории передачи световых потоков в архитектуре (инсоляция и солнцезащита, естественное и искусственное освещение) для создания комфортной и безопасной световой среды».

Совершенно очевидно, что данные темы имеют самое непосредственное отношение к рассмотрению и обеспечению условий устойчивого развития г. Тамбова и Тамбовской области.

### **3. Сфера строительства как объект и предмет развития традиционных направлений исследований и разработок.**

В фундаментальных, прикладных и поисковых исследованиях РААСН необходимо остановиться на разделении и квалификации их как *традиционных* и *прорывных*. Сделаем это в отношении сферы строительства, рассмотрев, в первую очередь, традиционные направления НИР и ОКР.

Обоснованно значительный объем во всех исследованиях РААСН занимают традиционные направления. Эти направления сложились в результате многолетней деятельности различных, в том числе региональных научных школ и вошли в «Предложения Академии...», демонстрируя высокий инновационный потенциал, существенную научную новизну и практическую значимость и обеспечивая прогресс в получении и пополнении базового научного знания.

В публикации не будем специально останавливаться на этом вопросе и предоставим возможность оценок специалистам при изучении и анализе «Предложений Академии...».

Вместе с этим, обратим внимание на оценку традиционных направлений исследований, когда и если имеет место консервативная их инерционность, ведущая к застою, тупику в развитии. К сожалению, примеры такой ситуации имеют место и это отрицательно сказывается на творческом формировании молодых кадров, на деятельности аспирантуры, на подготовке кандидатских диссертаций, которые нередко получают отрицательную оценку в Высшей аттестационной комиссии.

### **4. Сфера строительства как объект и предмет развития перспективных прорывных направлений исследований и разработок.**

Определение перспективных прорывных направлений исследований, нацеленных на будущее, опирается на фундаментальные и поисковые разработки. При этом, ставится цель перейти к более высокому уровню базового научного знания и инженерной практики путем комплексного, системного, фундаментального, сущностного рассмотрения объектов, явлений, процессов в строительной сфере, рассмотрения, опирающегося на новые, нетривиальные идеи [19 – 38]. Успех в достижении этих целей и эффективность, так сказать, прорыв оценивается не процентами, а «разами».

В связи с проблемой «прорывов», наверное, есть основания говорить о том, что базовое научное знание подошло к порогу, когда необходимо нацеливаться на получение прорывных решений в строительной науке и практике.

Обсуждение этого – далеко не простой и не очевидный вопрос. Прежде всего, нужна ясность в определении того, что есть прорыв и в чем он необходим?

Как представляется, он необходим в концептуально-методологическом мировоззрении, в комплексности, системности, фундаментальности сущностного понимания выдвигаемых и решаемых задач. Он необходим в понимании того, что знание должно получать количественную интерпретацию в моделях прогнозирования, в алгоритмизации для оптимизирующего управления. В этой связи, на первый план выдвигается актуальность цифровизации в исследованиях и разработках [24, 25].

Если обращаться к конкретным примерам, то в области материаловедения и строительных технологий следует говорить о прорывах в теории конструирования и синтеза структур строительных композитов с наперед задаваемыми свойствами, превышающими практически на порядок традиционные показатели [28, 29, 31, 32]. Важно, что в этом прорыве возникает задача обоснования и создания цифровых моделей – двойников реальных их структур.

Другой пример относится к так называемым нанотехнологиям строительных материалов. Здесь определяющим является понимание их возможностей не эмпирически, в опытах по методу «проб и ошибок», а теоретически и системно по влиянию на процессы модифицирования структуры в диапазоне от  $10^{-1}$  до  $10^{-10}$  метра [30]. Прорыв в эффективности строительных технологий в этом случае должен рассматриваться в рамках воздействия арсенала средств «нано» на химическую кинетику гетерогенных процессов структурообразования.

Еще один пример необходимости обеспечения прорывов связан с проблемой строительнотехнологической утилизации техногенных отходов отраслей промышленности регионов [37]. Существование этих прорывов в меньшей мере соотносится с получением нового знания (накопленный его масштаб огромен), а в наибольшей мере с разработкой и реализацией стратегических программ оздоровления среды обитания человека, для чего необходимо организовать взаимодействие в системе «наука» – «власть» – «бизнес».

##### **5. О проблеме совершенствования научной и образовательной деятельности творческих коллективов и региональных школ на основе современного базового научно-инженерного знания.**

Ясно, что успех устойчивого развития регионов связан с подготовкой инженерных кадров и кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук. Сегодня это упущенный и запущенный вопрос. В «Предложениях Академии...» в п. 1.4, может быть впервые, определена приоритетная тема «Развитие фундаментальных научных основ подготовки специалистов высшего профессионального образования, повышения квалификации и уровня профессиональной культуры».

Нужно увидеть содержание предстоящих работ [38]. Во-первых, важным является понимание и определение, что есть «на сегодня» базовое научное знание, которое должно быть принято и освоено при подготовке специалистов. Здесь речь идет о концептуально-методологической и фактологической составляющей этого знания, об их соотношении и содержании. В этом отношении необходимо рекомендовать в качестве настольного документа «Предложения о приоритетных направлениях развития исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук», подготовленного Российской академией архитектуры и строительных наук.

##### **Список использованных источников**

1. Кузьмин А.В. Среда жизнедеятельности - национальный приоритет России: формирование и реализация // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 7. С. 6-9.
2. Кузьмин А.В. Новая технологическая платформа "строительство и архитектура" (пленарный доклад) // В сборнике: Технология строительства и реконструкции TCR-2015. Сборник докладов Международной научно-технической конференции. 2017. С. 10-16.
3. Кузьмин А.В. Научная деятельность российской академии архитектуры и строительных наук по проблемам формирования среды жизнедеятельности человека // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 18-42.
4. Акимов П.А. О фундаментальных научных исследованиях в области архитектуры, градостроительства и строительных наук // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 64-85.
5. Приоритетные направления развития фундаментальных научных исследований // <http://www.raasn.ru/research/basic/> (электронный ресурс, дата обращения 15.09.2020 г.).
6. Приоритетные направления развития прикладных наук и поисковых исследований // <http://www.raasn.ru/research/basic/> (электронный ресурс, дата обращения 15.09.2020 г.).
7. Ильичев, В.А. Биосферная совместимость: технологии внедрения инноваций, города, развивающие человека / В.А. Ильичев. Москва: URSS, 2011. 234 с.
8. Бондаренко И.А. Вызовы времени архитектурной науке // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 1. С. 7-10.
9. Бондаренко И.А. Архитектура как искусство благоустройства природной среды // Строительство и реконструкция. 2018. № 5 (79). С. 88-93.
10. Бондаренко И.А. Вечное и временное в архитектуре и градостроительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2019. № 1. С. 5-11.

11. Бондаренко И.А. Актуальные проблемы повышения качества городской среды // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 55-59.
12. Лежава И.Г. Актуальные проблемы российского градостроительства // В сборнике: Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2015 году. Сборник научных трудов РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук. Москва, 2016. С. 243-247.
13. Лежава И.Г. Механизмы реализации стратегии градостроительного развития // В сборнике: Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2015 году. Сборник научных трудов РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук. Москва, 2016. С. 248-252.
14. Лежава И.Г. ...Вспомнить всё // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 3. С. 13-28.
15. Баженов Ю.М. Новые эффективные бетоны и технологии // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 9. С. 15.
16. Баженов Ю.М., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н. Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технологические платформы // Строительные материалы. 2014. № 3. С. 6-14.
17. Селяев В.П., Баженов Ю.М., Низина Т.А., Ланкина Ю.А., Цыганов В.В. Фрактальные методы анализа структуры композиционных строительных материалов // В сборнике: Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора Селяева Владимира Павловича. Саранск, 2014. С. 158-175.
18. Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов // В сборнике: Научные технологии и инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 45-49.
19. Ильичев В.А. Концептуальные основы инновационного развития России // Стратегические приоритеты. 2020. № 1-2 (25-26). С. 121-129.
20. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Птичникова Г.А., Кормина А.А. Проектирование городской среды: новые методологические подходы на основе парадигмы биосферной совместимости (часть 1) // Научный журнал строительства и архитектуры. 2020. № 2 (58). С. 121-133.
21. Ильичев В.А. Прорывные технологии, предлагаемые для использования при составлении программ выполнения национального проекта "Жилье и городская среда" // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 42-55.
22. Лежава И.Г. Будущее российских дорог // Градостроительство. 2016. № 3 (43). С. 61-64.
23. Травуш В.И., Колчунов В.И., Леонтьев Е.В. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в рамках законодательных и нормативных требований // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 46-54.
24. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Часть 1. Введение. Математическое и компьютерное моделирование состояния строительных объектов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 9-24.
25. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Часть 2. Экспериментальные и натурные исследования, производство материалов, изделий и конструкций, материаловедение, экономика строительства, информационное моделирование // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 25-38.
26. Чернышов Е.М., Потамоснева Н.Д., Монастырев П.В., Ярцев В.П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. № 4 (62). С. 67-86.
27. Акимов П.А., Чернышов Е.М., Монастырев П.В. Научные исследования и разработки российской академии архитектуры и строительных наук: состояние, направления и перспективы развития // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Меж-

дународной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2017. С. 12-28.

28. Чернышов Е.М. Материаловедение и технология строительных композитов как система научного знания и предмет развития исследований. Часть 1. Постановка проблемы и ее существо // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 12 (720). С. 41-51.

29. Чернышов Е.М., Макеев А.И. К проблеме развития теории конструирования и синтеза структуры конгломератных строительных композитов // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 15-31.

30. Чернышов Е.М., Артамонова О.В. О нанотехнологии строительных композитов с позиций системной содержательной трактовки и научного обобщения проблемы // В сборнике: Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора В.П. Селяева. Саранск, 2019. С. 456-466.

31. Чернышов Е.М. Материаловедение и технология строительных композитов как система научного знания и предмет развития исследований часть 2. Развитие и эволюция научного знания о конгломератных строительных композитах как структурированных системах // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. № 1 (733). С. 57-77.

32. Пухаренко Ю.В., Рыжов Д.И., Староверов В.Д. Особенности структурообразования цементных композитов в присутствии углеродных наночастиц фуллероидного типа // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 7 (106). С. 718-723.

33. Пухаренко Ю.В., Пантелеев Д.А., Жаворонков М.И. Определение вклада фибры в формирование прочности сталефибробетона // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1 (60). С. 172-176.

34. Морозов В.И., Опбул Э.К.О., Пухаренко Ю.В., Хегай О.С. Проблемы создания новых конструкций из дисперсно-армированных бетонов // Вестник НИЦ Строительство. 2018. № 1 (16). С. 101-105.

35. Пухаренко Ю.В., Кострикин М.П. Физико-механическое моделирование процессов деформирования и разрушения цементного композита, армированного синтетической макрофиброй // В книге: Современные материалы и передовые производственные технологии (СМПТТ-2019). Тезисы докладов международной научной конференции. 2019. С. 37-38.

36. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Чилин И.А., Джалаль А.О. Современный подход к проектированию и возведению железобетонных конструкций высотных зданий // В книге: Функция, конструкция, среда в архитектуре зданий. Сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции: в 2 томах. Институт строительства и архитектуры НИУ МГСУ. 2019. С. 73-74

37. Чернышов Е.М., Акулова И.И. Строительно-технологическая утилизация многотоннажных отходов отраслей промышленности как основа формирования чистой биотехносферно-совместимой региональной среды // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 85-89.

38. Чернышов Е.М. Пространство и мир строительной науки. Авторский взгляд и трактовка // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 7-23.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК»

К Общему собранию членов РААСН 2020 года

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ  
РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В СФЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК**

Москва

**1. Приоритетные направления развития  
фундаментальных научных исследований  
в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук**

**1.1.** Создание условий для формирования комфортной, благоприятной и безопасной среды жизнедеятельности человека, обеспечивающей высокое качество жизни и социально-экономические стандарты проживания населения на территории Российской Федерации.

**1.2.** Исследование процессов исторического развития архитектуры и градостроительства. Анализ и выявление новейших архитектурно-теоретических направлений, гипотез и концепций.

**1.3.** Разработка основ теорий объемно-пространственной композиции архитектурного пространства и формообразования на базе достижений гуманитарных, технических и естественных наук.

**1.4.** Развитие фундаментальных научных основ подготовки специалистов высшего профессионального образования, повышения квалификации и уровня профессиональной культуры.

**1.5.** Разработка научных основ цифровых и информационных технологий моделирования архитектурно-градостроительной и строительной деятельности.

**1.6.** Разработка научных основ и методов реконструкции, ревитализации, реставрации и реповации жилого фонда.

**1.7.** Разработка теоретических основ типологии зданий и сооружений нового поколения, способствующих сохранению и развитию человеческого потенциала.

**1.8.** Научные основы пространственного развития территории Российской Федерации, базирующиеся на концепции устойчивого развития территорий и поселений (в том числе организации пространственно-территориальных систем, обеспечивающих территориальную целостность, рациональное размещение производительных сил, оптимизацию миграционных процессов, транспортную связанность территории, санитарно-эпидемиологическую безопасность, сбережение национально-культурной идентичности, сохранения культурного и природного наследия, создание условий роста экономики).

**1.9.** Разработка научных основ территориально-градостроительной политики Российской Федерации как инструмента реализации национальной стратегии страны, региона, города по направлениям и методам совершенствования государственного регулирования территориально-градостроительного развития.

**1.10.** Разработка научных основ территориального планирования градостроительных систем и исследование процессов урбанизации.

**1.11.** Развитие основ теории города (мегаполисов, агломераций, крупных, средних и малых городов, моногородов, закрытых административно-территориальных образований, наукоградов, технополисов, исторических городов; планировочные, инженерные, транспортные, социальные аспекты градостроительного планирования и прогнозирования).

**1.12.** Создание гуманитарной парадигмы развития человека и общества. Разработка доктрины градостроительства и расселения на принципах симбиотического взаимодействия городских систем с естественно-природным окружением.

**1.13.** Разработка, исследование, развитие и верификация теории симбиотического и гармоничного взаимодействия природой с искусственной средой проживания человека в рамках парадигмы биосферной совместимости.

**1.14.** Выявление историко-культурного потенциала населения регионов и народов России. Развитие теории реконструкции исторической планировки и застройки, с сохранением, реставрацией, регенерацией, воссозданием и использованием архитектурно-градостроительного наследия как базовой составляющей культурного достояния нации.

**1.15.** Развитие основ конструктивной (механической) безопасности и живучести строительной инфраструктуры, зданий и сооружений.

**1.16.** Разработка теоретических основ расчетного обоснования проектирования зданий, сооружений нового поколения, обеспечивающих высокий уровень безопасности, комфортности, экологичности, энергоэффективности, с учетом региональных и природно-климатических особенностей территорий строительства.

**1.17.** Обеспечение эксплуатационной безопасности зданий и сооружений при геоархивных природных, климатических и техногенных воздействиях.

**1.18.** Разработка ресурсо- и энерго- эффективных строительных технологий, конструкций, материалов и инженерных систем, в том числе на основе наиболее полного использования воспроизводимых природных ресурсов.

**1.19.** Теория сооружений, прогноз влияния повреждений и диссипации энергии силового воздействия. Разработка адекватных расчетных моделей. Разработка расчетных моделей с полным учетом различных факторов физической, геометрической, конструктивной (структурной) и генетической нелинейности. Разработка Арктической механики строительных материалов и конструкций. Развитие численных и численно-аналитических методов многоуровневого расчета строительных конструкций, зданий, комплексов и сооружений.

**1.20.** Материаловедение в строительстве, получение новых материалов с использованием нанотехнологий. Новые высокопрочные, сверхвысокопрочные, легкие, сверхлегкие и долговечные бетоны, фибробетоны и другие строительные композиционные и некомпозиционные материалы. Физико-механические и реологические модели новых материалов.

**1.21.** Развитие основ нового материаловедения в направлении разработки инновационных технологий производства альтернативных традиционным низкоэнергоемких в производстве и экологически чистых и низкоэнергоемких строительных материалов с высокими показателями эксплуатационного качества, на базе преимущественного использования химически взаимосочетаемых продуктов переработки техногенных образований, в т.ч. химико-минеральных добавок новых видов, разработки методов улучшения физико-механических свойств строительных материалов с учетом экстремальных воздействий (агрессивные среды, экстремально высокие или низкие температуры, сейсмические и техногенные катастрофы и др.). Развитие компьютерного материаловедения, в том числе в части разработки, исследования и развития теории синтеза и теории конструирования оптимальных структур строительных композитов нового поколения, решения связанных задач математического моделирования.

**1.22.** Развитие теоретических и экспериментальных основ строительной физики как фактора обеспечения комфортности проживания, безопасной жизнедеятельности и формирования творческих способностей человека.

**1.23.** Разработка теоретических основ развития и реконструкции инженерной инфраструктуры городов, поселений и их систем, включая проблемы водоснабжения и водоотведения.

**1.24.** Разработка теоретических основ оценки эффективности конструктивных решений наружных ограждающих конструкций и инженерных систем с минимизацией теплопотребления при строительстве и реконструкции зданий для обеспечения экологической безопасности человека.

**1.25.** Развитие научных основ теории передачи световых потоков в архитектуре (инсоляция и солнцезащита, естественное и искусственное освещение) для создания комфортной и безопасной световой среды.

**1.26.** Развитие научных основ использования солнечной радиации при проектировании энергосберегающих, том числе светопрозрачных, наружных ограждающих конструкций.

**1.27.** Разработка теории распространения вибрационных волновых полей в неоднородных грунтовых средах от низкочастотных протяженных линейных источников.

## **2. Приоритетные направления развития прикладных наук и поисковых исследований в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук**

**2.1.** Обеспечение энерго- и ресурсоэффективности пространственного развития территорий, городов и сельских поселений в условиях глобализации.

**2.2.** Цифровые технологии, математическое, компьютерное и информационное моделирование в архитектуре, градостроительстве и строительных науках.



**2.3.** Формирование и развитие комфортной и безопасной биосферно-совместимой архитектурно-градостроительной среды жизнедеятельности.

**2.4.** Разработка научных основ и методологии системы оценок качества среды обитания человека, городской и сельской среды жизнедеятельности. Выполнение экспериментальных архитектурных и градостроительных научно-проектных разработок.

**2.5.** Возобновление и формирование полноценной среды жизнедеятельности в экологически неблагоприятных поселениях. Экологические и инновационные технологии в архитектуре, градостроительстве и строительстве в условиях Севера.

**2.6.** Разработка новых принципов и методов защиты территорий для предотвращения подтоплений территорий в условиях изменения климата.

**2.7.** Быстрое возведение и трансформация жилья.

**2.8.** Разработка научных основ экологической и энергетической эффективности в рамках концепции «зеленой» архитектуры.

**2.9.** Выполнение комплексного анализа состояния жилищного строительства и разработка научных рекомендаций по реконструкции жилой застройки. Анализ проблем и реализации проекта "Жилье и городская среда". Определение проблематики в национальном проекте "Комфортная среда для жизни".

**2.10.** Разработка типологии жилища с учетом всего спектра потребностей населения страны.

**2.11.** Разработка научно-методологических основ создания нового поколения нормативных и рекомендательных документов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства.

**2.12.** Сохранение и восстановление нарушенных земель, ландшафтов, биоразнообразия и исторически сложившейся среды поселений. Развитие научных и технических методик сохранения, реконструкции и ревитализации памятников архитектуры в исторической архитектурно-градостроительной среде и в архитектурно-культурных ландшафтах.

**2.13.** Новая архитектурные образы многофункциональных комплексов и высотных зданий.

**2.14.** Разработка технологий градостроительного прогнозирования проектирования – программирования, как часть модернизации градостроительной деятельности.

**2.15.** Разработка научных основ и программы реабилитации и развития монопрофильных городов Российской Федерации.

**2.16.** Научно-методическое обеспечение градостроительного развития Московской агломерации и других агломераций России.

**2.17.** Научно-методологические основы развития систем расселения в сложившихся и прогнозных социально-экономических условиях.

**2.18.** Научное обоснование средствами градостроительства современных и прогнозных глобальных вызовов, затрагивающих проблемы пространственной организации Российской Федерации.

**2.19.** Проблемы транспортной инфраструктуры (обеспечение связанности территорий, создание инновационных, интеллектуальных систем; трансграничные коридоры, порты, аэропорты, узлы).

**2.20.** Выполнение экспериментальных научно-проектных разработок по решению актуальных архитектурно-градостроительских проблем на основе поискового проектирования.

**2.21.** Реновация, регенерация и конверсия производственных зон и промышленных территорий.

**2.22.** Региональные, этно-конфессиональные и экологические проблемы архитектуры и градостроительства.

**2.23.** Анализ исторических процессов, современного состояния и перспективных тенденций развития архитектуры и градостроительства в условиях мировой рыночной экономики.

**2.26.** Разработка, исследование и развитие научно-методологических основ профессионального образования в области архитектуры, градостроительства и строительства.

**2.27.** Создание и формирование архивных, в том числе электронных баз данных письменных и визуальных материалов по архитектурному и градостроительному и инженерно-строительному наследию.

**2.27.** Развитие научных основ и системы нормирования безопасности зданий и сооружений при техногенных и других экстремальных воздействиях.

**2.28.** Развитие и верификация численных, численно-аналитических и аналитических методов расчета строительных конструкций, зданий и сооружений при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий на значимых этапах жизненного цикла.

**2.29.** Развитие и верификация методов численного и экспериментального моделирования ветровых потоков, снеговых отложений, различных типов нагрузок на строительные объекты и распространений вредных выбросов для решения актуальных задач в области строительства, в том числе на основе развития алгоритмов вычислительной аэродинамики.

**2.30.** Обеспечение эксплуатационной надежности строительных конструкций при максимальном снижении материалоемкости и совершенствовании технологии изготовления, монтажа и эксплуатации.

**2.31.** Разработка методологии комплексного обследования и мониторинга технического, технологического, экологического, экономического состояния производственных объектов для выработки научно обоснованных рекоменда-

ций по их реконструкции, модернизации или сносу. Энергетический и экологический аудит.

**2.32.** Создание автоматизированной системы неразрушающего контроля строительных конструкций на стадиях их изготовления и при эксплуатации строительных объектов. Построение калибруемых прогнозных математических и компьютерных моделей в составе систем мониторинга на этапах возведения и эксплуатации строительных объектов.

**2.33.** Выполнение экспериментальных исследований и научно-проектных разработок новых типов пространственных конструкций из различных материалов для покрытий большепролетных зданий и сооружений.

**2.34.** Развитие экспериментальных методов и современной экспериментальной базы по обеспечению заданного качества строительных материалов и силового сопротивления конструкций, и элементов зданий, и сооружений.

**2.35.** Применение металлов, стекла, древесины, древесных и композитных материалов в строительстве.

**2.36.** Применение полимеров и композитов в строительстве.

**2.37.** Экологическая безопасность сбора, переработки, рециклинга и утилизация техногенных, коммунальных образований и бытовых отходов.

**2.38.** Выполнение комплекса исследований и проектно-конструкторских работ по проблеме переработки и вторичного использования строительных конструкций, изделий и материалов, получаемых в результате разборки и реконструкции зданий, а также техногенных минеральных отходов промышленных производств.

**2.39.** Использование достижений аддитивных технологий в строительстве.

**2.40.** Разработка научно обоснованных предложений по модернизации предприятий домостроения и производства строительных конструкций, изделий и материалов на перспективу и программы реконструкции и переориентации производственной базы.

**2.41.** Разработка научно обоснованных предложений по совершенствованию и развитию строительных машин и механизмов, оснастки, инструмента и транспортных средств.

**2.42.** Научное обоснование технических возможностей строительства зданий и сооружений с нулевым потреблением энергии.

**2.43.** Разработка и обоснование научной концепции системы нормативных документов в области энергоэффективности и экологичности зданий и сооружений.

**2.44.** Разработка научных рекомендаций по реконструкции существующих коммуникаций, созданию и внедрению новых инженерных систем, обеспечивающих значительное сокращение энерго- и ресурсопотерь в городах и поселениях, зданиях и сооружениях в период эксплуатации.

**2.45.** Выполнение комплекса проектно-экспериментальных работ по созданию демонстрационных зон энергетической эффективности на базе реконструируемой застройки в городах и поселениях Российской Федерации.

**2.46.** Развитие научных основ и принципов экологической безопасности микроклимата жилых и общественных зданий.

**2.47.** Защита от шумового и вибрационного воздействия, акустическое благоустройство территории.

**2.48.** Развитие экспериментальных методов и современной экспериментальной базы по определению теплофизических, акустических, динамических и светотехнических показателей строительных материалов, изделий, конструкций, помещений, зданий и сооружений.

**2.49.** Разработка научно обоснованных предложений по инженерным системам жизнеобеспечения жилых, гражданских и производственных объектов.

**2.50.** Разработка инженерных решений, обеспечивающих защиту зданий, сооружений и территорий застройки в условиях вибрационного и сейсмического воздействия, изменения климата, обводнения и тайфуноопасности, с учетом утилизации и захоронения производственных, техногенных и твердых бытовых отходов.

**2.51.** Состояние водной системы Российской Федерации и разработка научно-практических рекомендаций по рациональному водопользованию, и по гарантированному обеспечению населения питьевой водой требуемого качества в необходимом количестве.

**2.52.** Выполнение анализа отечественной и мировой практики эффективных локальных систем жизнеобеспечения жилых и производственных объектов. Разработка научных рекомендаций по использованию новых эффективных видов автономных установок паро-, водо-, электроснабжения, очистки воздуха, стоков и других, в том числе на базе возобновляемых источников энергии.

**2.53.** Исследование динамики изменения свойств материалов для разработки долговечных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

**2.54.** Разработка, верификация и апробация моделей коррозии строительных материалов и конструкций для прогнозирования развития и предотвращения коррозионного разрушения, с учетом агрессивности сред и техногенного воздействия.

**2.55.** Развитие научных основ обеспечения сохранности, прочности и безопасности существующих зданий и сооружений в том числе, при строительстве в районах уплотненной исторической застройки, с учетом влияния новых технологий фундаментостроения.

**2.56.** Разработка научных основ принципов расчета и безопасных методов строительства подземных компонентов трехмерных градостроительных комплексов в плотной исторической застройке, базирующихся на концептуальных положениях технологической механики грунтов в сложных инженерно- и гидрогеологических условиях.

**2.57.** Разработка основ применения энергосберегающих технологий при проектировании и эксплуатации инженерных систем.

**2.58.** Разработка методов оценки фотометрических характеристик зенитных фонарей и световодов естественного света.

**2.59.** Комплексное обеспечение энерго- и ресурсоэффективности строительных конструкций и зданий в условиях урбанизации среды.

**2.60.** Разработка защитных мероприятий для создания благоприятной среды обитания жилых городских территорий в зоне шумового и вибрационного воздействия высокоскоростных транспортных магистралей линий метрополитена.

**2.61.** Верификация моделей динамического деформирования эластомерных нелинейно упругих и упругопластических виброизоляционных материалов.

УДК 691

67.15.55: Производство строительных теплоизоляционных материалов и изделий

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ПЕНОСТЕКЛА**

**Федосов С.В.,**

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), академик РААСН, профессор, доктор технических наук, профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов  
E-mail: fedosov-academic53@mail.ru*

**Баканов М.О.,**

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК "Пожаротушение")  
E-mail: mask-13@mail.ru*

Наиболее эффективным теплоизоляционным материалом, который удовлетворяет требованиям по энергоэффективности зданий и сооружений, является пеностекло – ячеистое стекло, обладающее совокупностью изоляционных и эксплуатационных свойств (долговечность, инертность к воздействию внешней среды и вредителей, полная пожарная безопасность и пр.) [5]. Основным недостатком пеностекла является его сравнительно высокая цена, обусловленная использованием в качестве основного сырья дефицитного боя стекла, а также наличием энергоемкой стадии термической обработки сырьевой смеси [7]. Исследования направленные на поиск более дешевого альтернативного материала пока не дают существенный экономический результат, поэтому большей популярностью среди ученых получили исследования направленные на математическое моделирование процессов термической обработки [2, 3, 4].

В связи с этим актуальным вопросом является совершенствование процессов термообработки пеностекла. Знание особенностей процессов нагрева, вспенивания и отжига пеностеклольной шихты позволит регулировать качество материала, расход энергии и производственных площадей путем коррекции режимов термообработки и размеров технологического оборудования [5].

Приведем наиболее распространенные технологии получения пеностекла:

1. Порошковая технология. Смесь порошкообразного стекла совместно с газообразователем укладывают в жаропрочные металлические формы и подвергают термической обработке.
2. Холодная технология. Вспенивание измельченного стекла пенообразующими веществами на холоде с последующим фиксированием структуры спекания частиц стекла.
3. Насыщение расплава стекла под вакуумом.
4. Вспенивание размягченного стекла под вакуумом.

Наиболее рациональным и популярным способом производства пеностекла в блоках является порошковый способ (рис. 1).

Порошковый способ дает возможность получать пеностекло с различной структурой и свойствами в зависимости от зернового состава порошков, вида и количества газообразователя, температуры и продолжительности процесса спекания [4].

По порошковой технологии пеностекло может быть произведено несколькими способами [6]:

1. Одностадийным;
2. Двухстадийным;
3. Способом непрерывного вспенивания ленты пеностекла;
4. Бесформовым;
5. Гидротермальным;
6. Способом получения гранулированного пеностекла.

Несмотря на кажущуюся простоту реализации, порошковая технология кроет в себе ряд недостатков. Основная причина, останавливающая производство пеностекла в России - несовершенство технологии, и в частности, высокая энергозатратность производства.

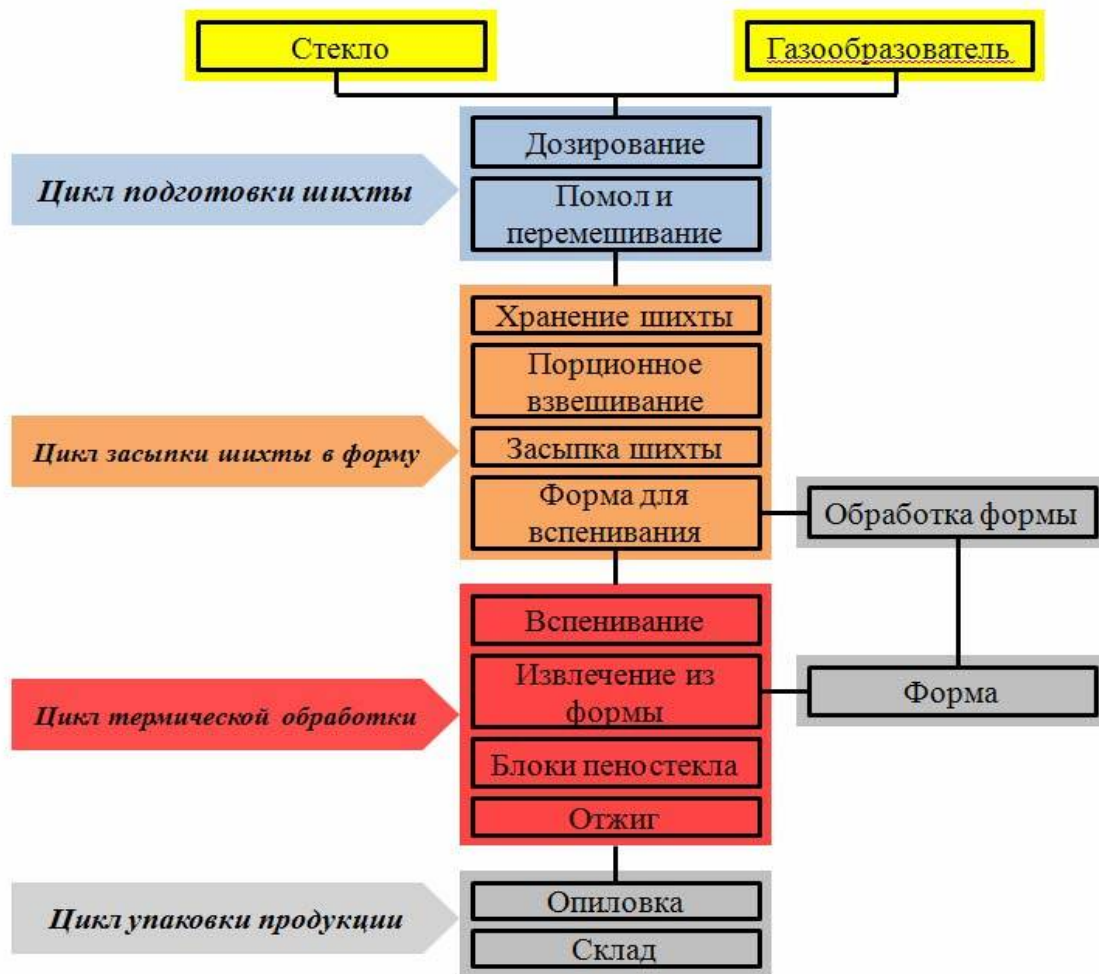


Рисунок 1 - Схема производства пеностекла по двухстадийной порошковой технологии

Теоретической базой для выполнения исследований в данном направлении является теория тепломассопереноса и ее логическое выражение в форме системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих явления тепло-, массо- и баропереноса в твердых телах при различного рода граничных условиях, характеризующих перенос субстанции на границах тел с окружающей их газовой (жидкой) средой:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{c_p k}{c_q \gamma_0} \nabla P \nabla t; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \Theta + a_m \delta_T \nabla^2 t + a_m \delta_T \nabla^2 P; \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = a_p \nabla^2 P - \varepsilon \frac{c_m}{c_e} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau}. \quad (3)$$

где  $t, \theta, P$  – функции, определяющие значения потенциалов переноса (теплоты, массы, давления), в пространстве координат твердого тела в произвольные моменты времени;  $a_q, a_m, a_p$  – коэффициенты переноса, соответственно, температуро-, массо- и баропроводности;  $C_q, C_m$  – коэффициенты тепло- и массоемкости;  $r$  – скрытая теплота парообразования (теплота фазового перехода);  $\varepsilon$  – степень фазового перехода;  $\delta_m$  – коэффициент термодиффузии (термоградиентный коэффициент);  $C_p, C_e$  – удельные теплоемкости;  $\lambda_q, \lambda_m$  – коэффициенты тепло- и массопроводности;  $q_q, q_m$  – плотности потоков теплоты и массы вещества, определяющие межфазный перенос между более плотной (твердой) и менее плотной (жидкой, газовой) фазами.

В производстве строительных материалов, изделий и конструкций существует множество процессов, связанных с нестационарным теплопереносом как на стадии их изготовления, так и на стадии эксплуатации. Потребность проведения расчетов таких режимов обуславливает, в свою очередь, необходимость разработки методов расчета, которые должны быть просты в физическом понимании и удобны в инженерном обращении.

Модели, разработанные в настоящее время, учитывают стационарность процесса распределения тепла в материале. В наших работах [6, 8, 9, 10] учитываются нестационарные условия теплопереноса в материале, поэтому расчет распределения температурного поля в теле материала при нестационарном теплопереносе максимально приближен к реальным процессам.

Процесс термической обработки исходного сырья при получении пеностекла заключается в нагреве пеностекляной шихты до состояния начала плавления стекла и в то же время достижения температур достаточных для того, чтобы активировать процесс разложения газообразователя. При этом температура в центре и на поверхности материала должна иметь близкие значения. Только при соблюдении этого условия обеспечивается равномерное вспенивание пеностекляной массы и формирование пор заданного размера по всему объему. Однако низкая теплопроводность исходного сырья приводит к тому, что приповерхностный слой начинает оплавляться раньше центра и происходит не равномерная поризация. Таким образом, в работе решается альтернативная задача, которая позволяет рассчитать необходимое время и рациональные режимы термической обработки, чтобы довести пеностекляную шихту до температуры начала плавления шихты и активации процессов газовой выделенной равномерно по всему объему, путем циклического подвода тепла. Разработанная математическая модель позволит определить рациональные параметры ведения данного процесса, а также позволят регулировать весь цикл тепловой обработки пеностекляной шихты как на стадии проектирования технологической линии так и при непосредственном производстве теплоизоляционного материала.

При этом в общую методологию моделирования могут быть адаптированы уже разработанные математические модели различных стадий ТО с учетом особенностей технологического цикла. Немаловажным так же является тот факт, что при моделировании необходимо учитывать не только динамику тепловых процессов при ТО, а также кинетику формирования пористой структуры материала на всех стадиях технологического цикла.

#### Список использованных источников

1. Гольцман, Б. М. Исследование использования многослойных теплоизоляционных панелей в строительстве и анализ их энергоэффективности [Текст] / Б. М. Гольцман, Л. А. Яценко, Н. С. Карандашова // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Уфа, 01 дек. 2016 г.: В 7 ч. / НИЦ "АЭТЭРНА" – Уфа: АЭТЭРНА, 2016. – Ч. 5. – С. 45-47.
2. Городов Р.В., Кузьмин А.В. Математические модели нагрева шихты в процессе производства пеностекла // Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование: материалы докладов VII Международной науч.-практ. конф. С.-Пб., 2009. С. 321–322.
3. Дёмин А.М. Математическое моделирование подогрева сырца в процессе производства пеностекла // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 1 (36). С. 166–172.



4. Математическая модель динамики процесса порообразования при термической обработке пеностеклянной шихты / С.В. Федосов [и др.] // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2014. Т. 57. Вып. 3. С. 73–79.
5. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностеклянной шихты. Постановка задачи / С.В. Федосов [и др.] // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч. тр. Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10–19.
6. Федосов С.В., Баканов М.О., Никишов С.Н. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностеклянной шихты // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110–116.
7. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of Cellular Structure Formation at Thermal Treatment Processes Simulation in the Cellular Glass Technology, Materials Science Forum Submitted. (2018) Vol. 931, pp 628–633.
8. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of structural transformations at pores formation during high-temperature treatment of foam glass, **International Journal for Computational Civil and Structural Engineering**, (2018) 14(2) 158–168.
9. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Modeling of Macro-Physical Parameters of Foam Glass under Exposure of Cyclic Thermal Effects, Materials Science Forum Submitted. (2019) Vol. 974, pp 464–470.
10. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Parametric optimization of the thermal processing of foam glass on basis of heat transfer models, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. (2020) Vol. 709, 044047.
11. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Study and simulation of heat transfer processes during foam glass high temperature processing, **International Journal for Computational Civil and Structural Engineering**, (2018) 14(3) 153–160.

## СЕКЦИЯ 1. АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

УДК 741.021

14.35.09: Методика преподавания учебных дисциплин в высшей профессиональной школе

18.31.41: Графика

81.95.33: Графический дизайн; дизайн-проектирование, авторская графика, графический дизайн, дипломное проектирование

### **РОЛЬ АВТОРСКОЙ ГРАФИКИ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАКАЛАВРОВ ДИЗАЙНА**

**Ашбель Е.В.,**

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,  
старший преподаватель кафедры графического дизайна,  
e-mail: kateashbel@mail.ru*

**Колбина Н.В.,**

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет»,  
доцент кафедры графического дизайна,  
e-mail: kolbinanatalya@mail.ru.*

Кафедра графического дизайна Уральского государственного архитектурно-художественного университета существует с 2003 года. Профилирующими дисциплинами в процессе обучения являются: дизайн-проектирование, проектная графика, рекламная графика, информационные и компьютерные технологии, технологии полиграфического, фото- и видеопроизводства. Итоговой работой бакалавра дизайна становится разработка комплексного графического дизайн-проекта.

Первое что нам необходимо определить для раскрытия темы – это термин «авторская графика». Процесс дизайн проектирования представляет собой преобразование идеи, смыслов в графику, визуальную форму для решения проектной задачи. Графика является проводником, инструментом в этом процессе. Она в свою очередь может повлиять и на замысел и на финальное решение проекта. У. Боумен формулирует информацию, выраженную в графической форме, «визуальными высказываниями» [2, с. 19]. Процесс создания проекта привязан с одной стороны к личности автора-дизайнера с его культурными и ценностными установками, возрастными, социальными условиями жизни с другой служит задаче удовлетворить, решить проблемы потребительской аудитории. Потребительская, целевая аудитория проекта ограничена возрастом, уровнем достатка, социальным положением, культурными, стилевыми предпочтениями, ценностными характеристиками, Студент-дизайнер исследует ее путем опроса, анкетирования, анализа и синтеза.

Большой энциклопедический словарь, 2000 [3] дает такое определение графики. «Графика» (греч. graphike – от grapho – пишу), вид изобразительного искусства, включающий рисунок и печатные художественные изображения (гравюра, литография, монотипия и др.), основанные на искусстве рисунка, но обладающие собственными изобразительными средствами и выразительными возможностями...»

Борунов А.Б. определяет графику по отношению к тексту, как «особый языковой код, используемый автором для невербальной передачи своего отношения к происходящему» [Цит. по: 1, с. 102]. Селеверстова Е.А. пишет «Графика помогает автору передать свои эмоции и чувства героев, что, в свою очередь, придает эмоциональность и экспрессивность ее тексту». [Цит. по: 6, с. 195]. Это же значение можно перенести с текста на визуальную форму.

Особенности графики являющиеся сугубо личными могут быть определены как «авторская графика», которая непосредственно привязана к позиции и авторской интонации, мироощущению, субъективно воспринимаемой информации о мире, окружающих процессах и смыслах. Такая графика рождается спонтанно, индивидуально и порой не осознанно. Субъективность графики в проекте роднит весь процесс и результат с деятельностью художника. Недаром в реальном проектировании есть распространенная практика приглашать иллюстраторов и художников для участия в проекте, когда необходим неповторимый, личностный оттенок коммуникации.

Второе необходимое для данной статьи определение – это дипломное проектирование. «Дизайн – проектирование – это совокупность основополагающих принципов, методов и средств решения задач дизайна применительно к различным видам исследовательской и проектной деятельности. Это понятие включает принципы и способы анализа проектных ситуаций, научного и художественного моделирования объекта и методы создания проектных идей и концепций». [Цит. по: 5, с. 278].

Дисциплина «дизайн - проектирование» на профиле обучения «графический дизайн» является базовой. Необходимо отметить, что дипломный проект отличается от коммерческого проектирования в реальной жизни, так как является в первую очередь учебным.

Первое важное отличие – проектные рамки задаются условно, аудитория, проблематика, тема могут быть определены вместе с руководителем либо выбраны студентом самостоятельно.

Второе важное отличие – это то, что результатом процесса является не только проект в чистом графическом воплощении, а квалификация специалиста, которая оценивается на защите государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) с разных сторон, большое значение имеет сама защита, то, как дипломник работал в процессе, как оценил проектную ситуацию, насколько глубоко погрузился в тему.

Оба отличия дипломного проектирования от реального, позволяют нам по-разному оценить роль авторской графики студента в проекте. С одной стороны, когда у дипломника есть возможность задавать самому себе проектные рамки, у него появляется свобода выбрать то визуальное решение, ту графику, которой он владеет лучше всего. Проявить себя не только дизайнером но и иллюстратором своего проекта. Самому расставить приоритеты, подумать, решить коммуникативную задачу: совершить выбор графических средств, определить состав проекта необходимый для решения задачи, принять решения, научиться новому, продемонстрировать результаты – это вторая сторона проекта, те компетенции, которыми необходимо обладать специалисту.

Мы подошли здесь к очень важному моменту – пониманию компетенций будущего дизайнера и определению графики в образовательном процессе: *графика в дипломном проектировании* – это одна из компетенций, которой возможно и необходимо обучить студента (здесь: правила построения грамотной композиции, цвета, типографика, креативный подход к материалам и средствам и пр.). *Авторская графика в дипломном проектировании* – это присущая только данному специалисту (дипломнику) компетенция, его личный взгляд на графику. Можно ли ей научить? Исходя из выше приведенных определений – нет. Однако, можно ли ее использовать в дипломном проектировании? Ответ авторов этой статьи положительный. Основываясь на опыте руководства дипломными работами, мы можем говорить об удачных примерах использования авторской графики. Удачными мы называем проекты, в которых дипломник и руководитель смогли выстроить ясную коммуникацию, решить проектные задачи и сформировать яркий образ диплома на защите:

- вау-эффект, качественные отличия графики выгодно выделяют такую работу среди других,
- интерес к личности и умениям автора переопределяют интерес к его работе, обычно, автор обладатель яркой графики и сам интересный, самобытный персонаж
- целостный ярко выраженный стиль, на основе приемов, инструментов, техник
- новизна, оригинальность, индивидуальность

Самая сложная задача для студента и руководителя найти путь к балансу между проектными задачами и умениями конкретного студента. Между объективными и субъективными факторами. Важно включить авторскую графику в процесс решения проектных задач, вызвать ее на первый план коммуникации. Мы приводим ряд успешных дипломных проектов, выполненных на нашей кафедре.



Рисунок 1 – ВКР Архиповой Алены, 2013 г. Визуальная концепция и рекламное продвижение магазина органических продуктов. В работе просматривается выраженная иллюстративная направленность автора, а также увлечение леттерингом



Рисунок 2 – ВКР Тимошенко Екатерины, 2020 г. Айдентика и продвижение спортивного проекта для людей с ментальными особенностями. Автор с большой эмпатией и любовью относится к детям и к миру, что просматривается в выборе темы и графическом решении.



Рисунок 3 – ВКР Феоктистовой Наталии, 2012 г. Дизайн-концепция сувенирной кондитерской продукции. Необычный сувенирный продукт адресованный молодежной аудитории—надежный способ сформировать запоминающийся образ региона у его гостей и жителей. Проект основан на современном прочтении творчества П.П. Бажова и Д.Н. Мамина-Сибиряка. Автор тонко чувствует и интерпретирует смыслы, которыми наполнена и окружена с детства



Рисунок 4 – ВКР Пантюхиной Анастасии, 2019 г. Джаз-клуб: редизайн и рекламное продвижение. Автор увлечена джазом, знакома с нотной грамотой, имеет музыкальное образование. Это помогло выстроить визуальную систему на основе нотного стана графическими обозначениями звука—нотами





Рисунок 5 – ВКР Соколова Андрея, 2016 г. Визуальное концепция и рекламное продвижение фестиваля зин-культуры. Автор – яркий представитель современной культуры, представитель целевой аудитории данного проекта. Современные молодежные эстетические ценности ярко выражены в данной работе

Во всех, вышеприведенных, работах есть очень яркая работа дизайнера-иллюстратора. Везде индивидуальные графические умения студента выведены на первый план и являются сильной стороной работы.

С точки зрения образовательного процесса – важна роль руководителя в правильном выставлении акцентов работы. Его опыт в принятии проектных решений. Понимание, что наличие авторской графики у студента может быть не препятствием, а сильной стороной проекта, в том случае, когда ей найдено верное место. Однако, наличие индивидуальной графики у студента, его желание работать только в одном ключе, не рассматривая другие варианты – могут быть сложны для принятия руководителем.

Если помнить, что графика в принципе – это одна из множества компетенций будущего специалиста, и да, авторская графика выпадает из образовательного процесса, так как мы ей не можем научить – это данность, то можно развить другие компетенции дипломника в области дизайна. Например, подумать и принять решение по выбору темы, которая не просто ему близка, но и поможет проявиться авторской графике, как органичному средству в решении проектных задач. Так же, можно рассуждать со студентом о составе проекта, который позволит максимально представить иллюстраторские способности. Руководителю проекта такого дипломника очень важно быть на стороне студента. Сохраняя в обучении сложный баланс между различными профессиональными компетенциями, осознавая, чему научить возможно, чему нет, при этом не задевая индивидуальность конкретного студента.

Наличие авторской графики у дизайнера (профессионала или студента) всегда ставит его на границу с призванием быть художником. Это не хорошо и не плохо. Это еще одна возможность проявить себя в мире. Как отмечает С. Серов, художественная традиция в творчестве отдельных дизайнеров остаётся «местом встречи искусства и дизайна» [4, с. 16]. Если к авторской графике добавятся такие компетенции как умение решать проектные задачи или способность делать графику по заданию, то мы будем иметь дело с разносторонне развитым дизайнером или художником-иллюстратором – это вопрос личного выбора. Если это не один человек, а несколько разных – мы будем иметь дело с командой, быть обладателем авторской графики в команде – так же один из плюсов профессионала. Основным выводом данной работы мы считаем позицию, что авторская графика в дипломном проектировании – это профессиональная компетенция студента/дипломника, которой невозможно обучить, но возможно встроить в процесс дипломного проектирования, развивая другие навыки и компетенции будущего профессионала.

#### Список использованных источников

1. Борунов А.Б. Графика как один из стилистических приемов (на материале художественной прозы Р.Н. Митры) // Известия Волгоградского педагогического университета. 2013. №9 (84). С. 102-105
2. Боумен У. Графическое представление информации. М.: Мир, 1971. 227 с.
3. Большой Энциклопедический словарь 2000 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/108818>
4. Золотая пчела 12: Московская международная биеннале графического дизайна: каталог. М.: Альма Матер, 2016. 340 с.

5. Петрова Е.И. Дизайн-проектирование. Основные этапы освоения // Перспективы развития науки в современном мире. Сборник статей по материалам XIV международной научно-практической конференции. Уфа. 2019. С. 272-279.

6. Селеверстова Е.А. Роль авторской графики в реализации художественного замысла писателя (на материале романа Л. Вайсбергер "Дьявол носит Prada") // Вопросы филологического анализа текста. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященная 65-летию факультета иностранных языков Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Чебоксары. 2016. С. 191-195.

УДК 72(091)

67.07.29: Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы

## **ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ МИКРОРАЙОНА НИЖНИЙ ТРАКТОРНЫЙ В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАДЕ**

**Воронцова Ю.В.,**

*«Волгоградский государственный технический университет. Институт архитектуры и строительства», студент  
e-mail: julia.vorontsova@list.ru*

**Карпенко А.Г.,**

*«Волгоградский государственный технический университет. Институт архитектуры и строительства», доцент, член Союза Художников РФ, доцент кафедры «Дизайн и монументально – декоративное искусство»  
e-mail: karpenko.61@mail.ru*

Во все времена стоял вопрос сохранения исторической архитектурной застройки, которая определяет облик города, его индивидуальность, через которую познают культуру народа. На современном этапе развития общества при отсутствии должного внимания к этой проблеме, вопрос сохранения и использования исторической застройки приобретает особую актуальность.

Волгоград – город герой, известный и знаменитый город - миллионник, который во время Великой Отечественной войны изменил ход истории. Город был практически полностью разрушен, и после войны встал вопрос: строить ли его заново на новом месте, а развалины оставлять как память тех страшных дней, или восстанавливать. Победила вторая концепция, и город решено было возродить.

Его строили как город будущего Советской страны, и над его проектированием работали лучшие архитекторы из многих городов страны. Главным архитектором был назначен Симбирцев В.Н., и его основной работой стала координация разработки генерального плана Сталинграда. За основу была принята схема планирования, составленная группой Академии архитектуры под руководством академика Алабяна К.С., он явился основой для строительства, но окончательного утверждения не получил [4]. Архитекторы Сталинграда создали множество отличных проектов зданий, сооружений, культурных центров. С каждым годом город развивался и хорошел, рассветом архитектуры стали 1950-е годы, в 60-е годы он приобрел запланированный облик и продолжал развиваться и строиться.

С начала 90-ых годов развитие остановилось, и начался обратный процесс деградации. Только не так давно город стал преобразоваться, и потребовалась уже новая концепция по его развитию. Многие были сделаны, но и сейчас остается огромный объем работ не только по разработке новых проектов, но и по проблемам сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города Волгограда.

Целью данного исследования является разработка предложений по восстановлению микрорайона Нижний Тракторный в составе Тракторозаводского района города Волгограда.

Следует отметить, что в 30-ые годы прошлого столетия практиковалось одновременно со строительством промышленного предприятия строить всю инфраструктуру: не только жилье, школы, учреждения здравоохранения, но и клубы, кинотеатры, дома культуры, спортивные сооружения. Осенью 1927 года началось строительство Тракторозаводского микрорайона, а в 1935 году под руководством архитектора Ивана Николаева был разработан проект реконструкции нижнего поселка Сталинградского тракторного завода. Нижний поселок - красивое место с выходом к Волге. Проект представлял собой линейную, первая линия - набережная вдоль Волги, следующая - парк, а после жилой массив, спроектированная прямоугольной сеткой (рис. 1). Но в дальнейшем такую застройку признали не-

удачной и она больше не использовалась, так как Сталинграду требовалось много зелени жарким летом, да и дворы должны были быть закрытыми при ветреной зиме.



Рисунок 1 - Поселок Нижний тракторный на картах. Фото: <https://yandex.ru/maps/38/volgograd>

В 1936 году была построена школа, разработанная архитекторами Михаилом Сергеевым и Евгенией Евдокимовой под руководством Ивана Николаева на основе единого проекта 1-й архитектурной мастерской Московского архитектурного института. Фасад здания покрыли уникальные росписи художников Серафима Павловского, Александра Сахнова и Льва Бруни (рис. 2, рис. 3) [3].



Рисунок 2 - Школа № 4 в микрорайоне Нижний Тракторный в составе Тракторозаводского района:  
а) фотография до войны; б) фотография после войны Фото: <https://v1.ru/text/gorod/53573171/>



Рисунок 3 - Школа № 4 в микрорайоне Нижний Тракторный в составе Тракторозаводского района:  
а) в настоящее время; б) росписи на здании школы. Фото: <https://v1.ru/text/gorod/53573171/>

Во время войны здание было сильно разрушено, но его удалось восстановить, хотя сейчас оно имеет не совсем первоначальный вид, например, не сохранились росписи, но здание функционирует. В 2015 году на основе довоенных фотографий студенты нашего университета под руководством профессора Петра Петровича Олейникова подготовили эскизы и готовы были восстановить хотя бы росписи фасада, но утраченные росписи так и не были воссозданы, предложение это не заинтересовало наши власти.

Строительство Дворца Культуры и техники началось в 1939 году. Вокруг Дворца на территории Нижнего поселка был разбит чудесный цветущий парк. Проект культурного центра был создан из-



вестным архитектором, членом – корреспондентом академии архитектуры СССР Яковом Абрамовичем Корнфельдом. Он являлся автором проектов зданий культурно-массового назначения в стиле конструктивизма (рис.4, рис.5).

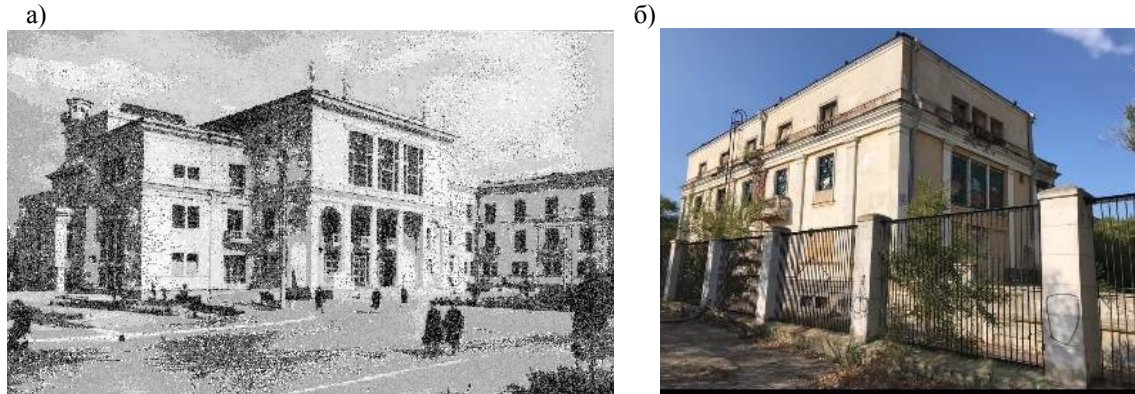


Рисунок 4 - Дворец культуры микрорайона Нижний Тракторный в составе Тракторозаводского района: а) в Сталинграде. Фото: <https://v1.ru/text/culture/414742468673536.html>; б) ДК ВГТЗ в настоящее время

Масштаб проекта был огромный, рядом с Дворцом Культуры разбивался парк с зеленой зоной и пешеходными аллеями. В парке по проекту располагались шахматный клуб, танцплощадка с джазовым оркестром (единственная в городе), высаживалось множество цветов и деревьев. Парк и Дворец Культуры должны были стать огромной культурой точкой для Сталинграда. Из-за значительного количества требуемых для постройки ресурсов строительство продвигалась медленно, но все же стены здания к началу войны были возведены, крыши только не хватало.

Планы были нарушены войной. После Сталинградской битвы здание Дворца культуры получило огромные повреждения, но было все же признано к восстановлению годным. Группа архитекторов под руководством Якова Абрамовича Корнфельда в составе Свирского и Ленгакова внесла существенные изменения в проект: конструктивизм признан ошибочным направлением в архитектуре и восстановление велось в стиле Сталинского ампира. Тем не менее, многие идеи из первоначального проекта удалось сохранить.



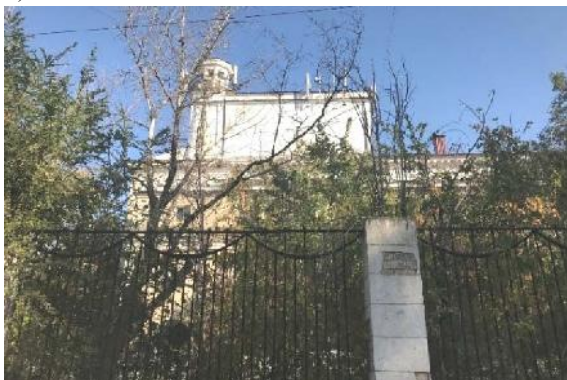
Рисунок 5 - Дворец культуры микрорайона Нижний Тракторный: а) заброшенный спортивный зал дома культуры; б) интерьер дома культуры  
Фото: <https://v1.ru/text/culture/414742468673536.html>

Строительство Дворца культуры и техники было завершено в 1953 году, и с 1950 по 1970 год он привлекал жителей района всех возрастов. Дворец культуры состоял из двух корпусов: театра и клуба, а главным украшением дворца был большой театральный зал, по форме напоминавший греческий амфитеатр. В здании располагались кинозал, библиотека с читальным залом, множество творческих студий, спортивные секции по футболу, волейболу, настольному теннису, зал борьбы, спортзал, где проводились городские и областные соревнования, тир, в котором проводились соревнования между отделами и цехами, секция велоспорта. Для всех работали кружки художественной самодеятельности, хоровая и театральные студии для взрослых и детей. Он был поистине храмом культуры и воспитанником молодежи.

На нулевой линии парка, на берегу Волги находилась пристань, откуда в летний период можно было переправиться речным трамвайчиком на чудесный песчаный пляж на другом берегу Волги. Там свои выходные проводили труженики завода.

В 1997 году Дворец культуры и техники ВГТЗ был внесен в реестр объектов культурного наследия как памятник архитектуры и градостроительства регионального значения.

а)



б)



Рисунок 6 - Дворец культуры микрорайона Нижний Тракторный: а) ДК ВГТЗ в настоящее время; б) Секция решетки с изображением трактора

К сожалению, дальнейшая судьба ДК оказалась печальной. Тракторный завод прекратил свое существование, в 2009 году он был признан банкротом. Сделать из ДКиТ коммерчески успешное предприятие новые собственники не смогли, Дворец культуры и техники был в 2007 году закрыт, и оказался заброшенным вместе с прилегающим к нему парком (рис.6,7) [1].

Студентка нашего университета Екатерина Агапова под руководством профессора Петра Петровича Олейникова подготовила проект реконструкции здания ДКиТ в 2010 - х годах, но практического воплощения, как и со школой № 4 проект не получил.



Рисунок 7 - Территория парка, прилегающая к дому культуры микрорайона Нижний Тракторный

Создалась парадоксальная ситуация – четвертый по величине район города с населением более 100 тысяч человек не имеет прямого выхода к Волге, хотя находится на его берегу.

Вместе с тем восстановление ДК возможно, но производить его нужно в комплексе с благоустройством микрорайона, обновлением парка и набережной Волги, ведь историческая застройка – это совокупность градостроительных объектов. Разумеется, это требует значительных финансовых вложений и времени, и возможно либо за счет городского бюджета, либо государственно – частного партнерства.

Историческая ценность микрорайона «Нижний Тракторный» в Волгограде заключается не в отдельных зданиях, за исключением ДК, они сами по себе не несут большой исторической ценности, являются типовыми жилыми домами проектов 30-х годов. В комплексе они представляют собой пример застройки целого квартала, выдержанного в едином стиле. Именно в этом заключается историческая ценность.

Подобные микрорайоны есть во многих городах Европы и именно они формируют индивидуальность города или района, вдыхают в них душу.

Микрорайон вместе с доминирующим Дворцом Культуры может и должен стать памятником историческому периоду индустриального развития города, которому в 2027-2030 годах будет сто лет. Подобная круглая дата сама по себе может привлечь интерес со стороны инвесторов, ведь парк и ДК востребованы не только в границах микрорайона.



С точки зрения архитектуры это означает, что реновация должна вестись с огромным вниманием к деталям, с использованием старых проектов, фотографий. На фасадах не должны быть кондиционеры, лишними будут современные светодиодные фонари, пластиковые стеклопакеты и так далее, материалы при ремонте желательно использовать аутентичные. Неповторимый облик города формируется не только зданиями - памятниками, но и мельчайшими элементами в их окружении. В случае, если архитектору удастся добиться их соблюдения, район может стать настоящей жемчужиной города, а в случае неудачи, получится очередная плохая подделка под старину, которой и так в последние годы очень много.

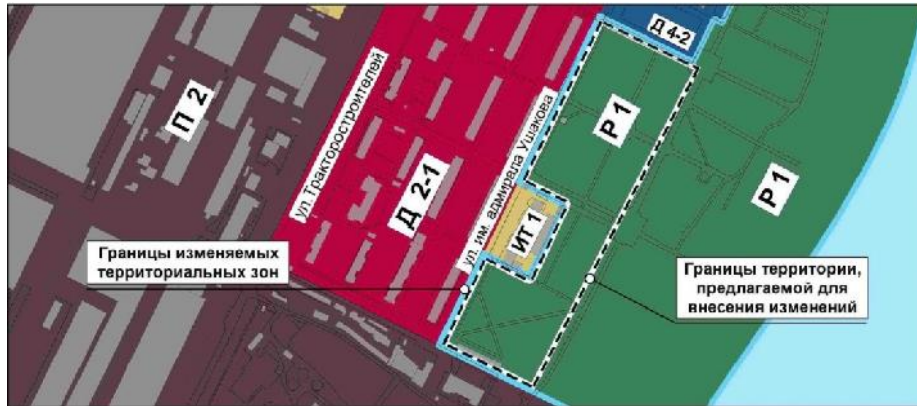


Рисунок 8 - зону Р 1 (зону парков, скверов, садов, бульваров, набережных, пляжей).  
 Фото: <http://docs.cntd.ru/document/450281571>



Рисунок 9 - на зону Ж 3-1 (зону застройки многоэтажными многоквартирными жилыми домами 5 этажей и выше). Фото: <http://docs.cntd.ru/document/450281571>

Но решением Волгоградской городской Думы от 10.07.2017 №59/1732 внесено изменение назначения земельного участка, примыкающего к ДКиТ. Изменив территориальную зону территории, примыкающей к земельному участку по ул. им. адмирала Ушакова, 5, в Тракторозаводском районе Волгограда с зоны парков, скверов, садов, бульваров, набережных, пляжей (Р 1) на зону застройки многоэтажными многоквартирными жилыми домами 5 этажей и выше (Ж 3-1) (рис.8, 9) [6].

Историческая архитектурная застройка, несущая на себе наслоения культурных пластов разных эпох, определяет индивидуальность мест и облик городов, играет определяющую роль в преемственности культур разных эпох [5].

Места с такой потенциальной инфраструктурой и экологией нельзя не использовать как зоны релаксации горожан. Необходимо вернуться к первоначальному замыслу обустройства микрорайона и с учетом современных технологий провести масштабную реновацию комплексного развития территории Нижний Тракторный, а возрожденному зданию ДК вернуть его первоначальное назначение – стать культурным центром Тракторозаводского микрорайона.

Все, что нас окружает, оказывает воздействие на наше восприятие, поведение и мышление. Среда, в которой живут люди, является одним из важнейших факторов, формирующих мировоззрение, многие нормы поведения, поскольку мы проводим жизнь, прежде всего, в среде, созданной руками чело-

века, и она формирует личность и наши эстетические вкусы [2]. Историческая архитектурная застройка во многом сохраняет дух города, его идентичность. Формирование общественного сознания в смысле понимания ценности исторического городского пространства - важная предпосылка сохранения культурного наследия.

#### **Список использованных источников**

1. Дворец культуры и техники волгоградского тракторного: ни жив ни мертв. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://v1.ru/text/culture/414742468673536.html> (дата обращения: 18.05.2020).
2. Карпенко А. Г., Потокина Т. М. Эстетическое восприятие архитектуры как неотъемлемая часть духовно-эмоциональной жизни человека // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011. Вып. 3 (17). Режим доступа: [www.vestnik.vgasu.ru](http://www.vestnik.vgasu.ru). (дата обращения: 21.06.2020).
3. Нижний тракторный. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 14.06.2020).
4. Олейников П.П. Архитектурное наследие Сталинграда // Монография. 2012. С. 557
5. Панкратова А.А., Соловьев А.К. Проблемы сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города // Вестник МГСУ. 2015. № 7. С.7-16
6. Электронный фонд правовой и нормативно – технической документации. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/450281571> (дата обращения: 25.07.2020).

УДК 721

67.23.15: Архитектурно-строительное проектирование. Технические средства в проектировании

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАНИРОВОЧНОГО РЕШЕНИЯ ЗДАНИЯ**

**Долженкова М.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: dmv20101@yandex.ru*

**Кузнецова Н.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: nata-kus@mail.ru*

Объем внедрения вычислительной техники в архитектурное проектирование расширяется с каждым годом. Учебные заведения XXI века интенсивно переходят на цифровые технологии проектирования, позволяющие создавать интересные объекты в кратчайшие сроки [1].

Информационные системы вошли во все сферы жизни человека, не обойдя и архитектурно-строительное проектирование. Развитие цифровых технологий открывает огромный спектр возможностей для архитектора проектировщика. Цифровые технологии позволяют архитектору совершать множество разноплановых задач за кратчайшие промежутки времени. Именно быстродействие и универсальность сделали IT-технологии столь востребованными. Данная тенденция дала толчок для развития образовательных процессов, внедрения информационных технологий, трансформировало образовательный процесс в высших учебных заведениях[2].

Благодаря недавно разработанным компьютерным программам на кафедре «Архитектура и строительство зданий» ТГТУ была предложена обновленная образовательная модель, которая предлагает решение ряда задач при проектировании на основе сочетания традиционных и компьютерных методов обучения [3,4].

Цель этого подхода - подготовить специалиста широкого профиля - архитектора, реализующего на практике возможности автоматизированного проектирования: умеющего выполнять многовариантные оптимизационные разработки, обладающего развитым пространственным воображением с возможностями наглядного представления своих идей (рисунок 1) [5, 6].



Рисунок 1 – Современные подходы к выполнению учебных проектов

Возможности и преимущества автоматизированного проектирования продемонстрированы на примере использования программы по разработке планировочного решения промышленного здания. Программа может применяться в курсовом проектировании на начальном этапе при разработке объемно-планировочного решения зданий различного назначения, например, таких как промышленное здание [7, 8].

Критерием оптимальности объемно-планировочного решения здания принимается критерий минимальной протяженности функциональных связей. В промышленном здании между помещениями существуют многочисленные технологические связи: транспортные – в виде перемещающихся грузов; инженерные – в виде инженерных сетей; транспортные потоки.

Связи удобно изображать в виде графов, вершинами которых являются производственные процессы, а ребра показывают интенсивность связей в условных единицах, например, в количестве перемещаемых грузов (рисунок 2).

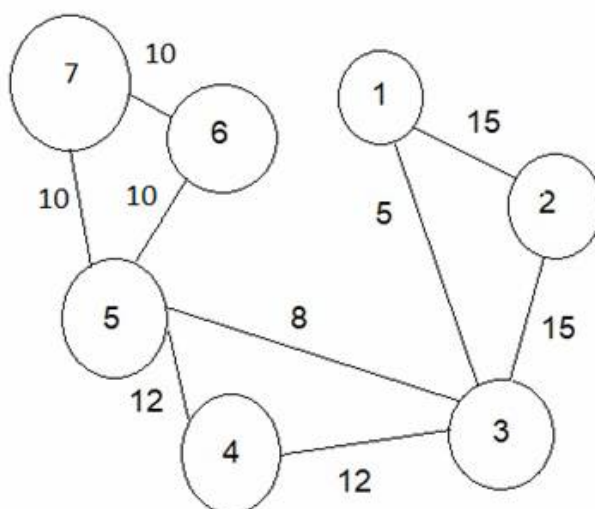


Рисунок 2 – Схема функционального процесса здания: 1 - отделение заготовки, 2 - склад сырья, 3 -отделение контроля, 4 - гальванизация, 5 -отделение сборки, 6 - отделение сборки, 7 - склад готовой продукции

Алгоритм размещения помещений строится на последовательном методе размещения. Разрабатывается функциональная схема процесса здания по примеру рисунка 2 или любым иным способом. Каждое помещение считается состоящим из определенного количества  $P_i$  квадратных элементов – модулей с размером  $6 \times 6$  м и площадью  $36 \text{ м}^2$  ( $P_i = S_i/36$ ). Количество ячеек  $P_i$  округляется в большую сторону. Определяется общее количество модулей или площадь здания. Подбираются пропорции здания с заданными параметрами по условию наиболее плотного размещения планировочных модулей. План

здания делится взаимно перпендикулярными координационными осями с шагом 6м на квадратные участки - модули (рисунок 3).

Первоначально производится сортировка помещений по количеству функциональных связей. В середине выборки, а, следовательно, и ближе к геометрическому центру цеха оказываются помещения с максимальным количеством связей, на периферии цеха размещаются помещения с минимальным количеством связей. На следующем этапе все помещения ранжируются по порядку размещения на плане цеха. Помещения поочередно размещаются на плане здания с учетом соблюдения минимальной протяженности связей относительно ранее размещенных. При проектировании объемно-планировочного решения здания постоянно выполняется контроль предотвращения замкнутых «пустот». На заключительном этапе выполняется расчет общей протяженности функциональных связей. Программа разработана на языке VBA и функционирует в среде EXCEL [8].

Компьютерная программа состоит из двух модулей. В первом модуле производится ввод исходных данных и компьютерная разработка объемно-планировочного решения здания. Второй модуль предназначен для оценки вариантов планировочных решений, разработанных студентами.

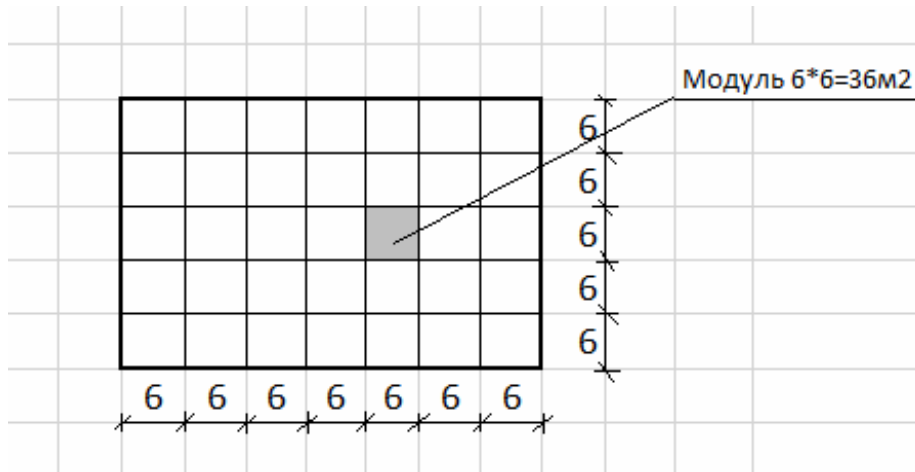


Рисунок 3 – План этажа с разбивкой на модули

*Пример использования компьютерной программы.* Требуется разработать объемно-планировочное решение цеха площадью 1152 м<sup>2</sup>, состоящего из 7 помещений. Общее количество планировочных ячеек –  $1188/36 = 33$ . На рисунке 3 показан план цеха с габаритными размерами 42\*30 м площадью 1260 м<sup>2</sup>. При данных размерах цеха 72 м<sup>2</sup> пространства будут свободными.

Функциональная схема цеха в виде матрицы связности приведена на рисунке 4.

		Матрица связности								
7	помещ	Модули	1	2	3	4	5	6	7	
		5	1	1		1				
		3	2		3	2				
		6	3							
		5	4				1	4		
		5	5						2	
		5	6							
		4	7							

Рисунок 4 – Исходные данные для разработки планировки промышленного цеха

Результаты разработки планировочного решения цеха показано на рисунке 5. Общая протяженность связей между помещениями или процессами составила 20.1 условных единиц [8]. В каждом модуле размещается один элемент помещения (рисунок 5).

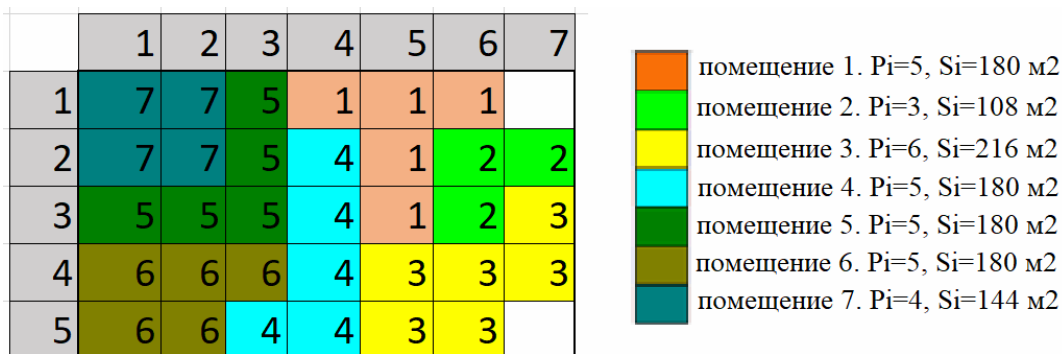


Рисунок 5 – Компонка цеха, запроектированная компьютерной программой

Порядок работы студентов с данной программой состоит из трех этапов: ручной, компьютерный (автоматический) и этап улучшения компьютерного варианта – автоматизированный.

- 1 этап – ручное проектирование;
- постановка задачи, раздача вариантов исходных данных;
  - разработка студентами 3-4 вариантов объемно-планировочных решений цеха с учетом критерия минимума общей протяженности функциональных связей и объема перемещения грузов;
  - с помощью контрольного модуля выполнение расчета общей протяженности (нагрузки) функциональных связей для всех вариантов;
  - выполнение анализа планировочных решений здания, установление причин разброса качественных показателей вариантов.
- 2 этап - расчет компьютерного варианта планировки цеха. Порядок размещения помещений следующий: 7, 5, 6, 4, 1, 2, 3;
- 3 этап –автоматизированный:
- производится сравнение вариантов, разработанных студентами вручную с компьютерным вариантом. В 90 % случаев показатели компьютерного варианта планировки цеха предпочтительнее студенческих;
  - объяснение преподавателем алгоритма компьютерной разработки планировочного решения цеха, его «узких мест» и способов улучшения компьютерного варианта;
  - переработка вариантов планировочных решений цеха. В 20 % случаев студенты улучшают компьютерные варианты планировки.

#### Основной вывод

Работа с программой по разработке планировочного решения цеха позволяет продемонстрировать студентам все этапы автоматизированного проектирования, сравнить его с ручными разработками, а также увидеть преимущества автоматизированного проектирования за счет улучшения показателей проектных решений. Эффективностью многовариантного проектирования можно считать процент сокращения протяженности функциональных связей лучшего варианта по сравнению с худшим планировочным решением.

#### Список использованных источников

1. Авдотыин Л.Н. Применение вычислительной техники и моделирования в архитектурном проектировании: Учеб. пособие для вузов по специальности "Архитектура"/ Л. Н. Авдотыин. – М.: Стройиздат, 1978. — 255 с.
2. Антонов А., Емельянов А., Храпкин П. Использование САПР TeklaStructures различных конфигураций /Антонов А., Емельянов А., Храпкин П.// САПР и графика. 2014. № 11 (217). С. 10-13.
3. Антонов А.И., Долженкова М.В. Компьютерные программы в архитектурном образовании /Антонов А.И., Долженкова М.В. // Материалы научной конференции «Актуальные проблемы современной архитектуры, градостроительства и дизайна» В рамках XXVIII международного смотрконкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству. сборник трудов. 2019. С. 21-25.
4. Антонов А.И., Долженкова М.В. Современный этап информатизации проектного дела и роль математического моделирования в архитектурном проектировании /Антонов А.И., Долженкова М.В.// Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 92-96.



5. Демин О.Б. Проектирование агропромышленных комплексов /Учебное пособие /Демин О.Б., Ельчищева Т.Ф. -Тамбов, Издательство ТГТУ, 2012. -131с.

6. Ельчищева Т.Ф. Инновационные технологии в обучении архитекторов /Современные информационные технологии. 2015. № 21.-Пенза, С. 151-152.

7. Ельчищева Т.Ф. Педагогические инновации в преподавании дисциплины «Конструкции и инженерное оборудование сельскохозяйственных зданий» /Инновационные образовательные технологии в техническом вузе. // Сборник научных статей Межрегиональной научно-методической конференции. 2015. С. 83-87.

8. Нагинская В.С. Автоматизация архитектурно-строительного проектирования/Учеб. пособие для строит. спец. вузов/ В. С. Нагинская//Моск. инж.-строит. ин-т им. В. В. Куйбышева. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Стройиздат, 1986. - 247 с.

УДК 72.036

67.07.03: Теория архитектуры. Архитектурные композиции

## ЭСТЕТИКА ГОРОДСКИХ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

**Ельчищева Т.Ф.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: elschevat@mail.ru*

**Ильина Е.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
студент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: katyaili99@mail.ru*

В последние 10 лет в Тамбове наблюдается рост количества автомобилей как частных лиц, так и принадлежащих организациям. Однако многие люди передвигаются на общественном транспорте, который имеет большое значение в транспортной инфраструктуре города. Весь общественный транспорт, который представлен автобусами, троллейбусами и маршрутным такси, люди ожидают на специальных площадках – автобусных остановках. Автобусная остановка – малая архитектурная форма, которая является неотъемлемой частью городской среды. В первую очередь к остановкам предъявляются функциональные требования. В нормах проектирования [9, п. 3.1] к таким требованиям относят наличие необходимых элементов автобусных остановок. На автомобильных дорогах I-III категорий в состав автобусной остановки входят следующие элементы:

- остановочная площадка;
- посадочная площадка;
- площадка ожидания (для дорог I–III категорий);
- переходно-скоростные полосы;
- заездной карман (при размещении остановки в зоне пересечения или примыкания автомобильных дорог);
- разделительная полоса (для дорог I–III категорий);
- тротуары и пешеходные дорожки (для дорог I–III категорий);
- пешеходный переход;
- автопавильон;
- скамьи;
- туалет (для дорог I–III категорий);
- контейнер и урны для мусора (для дорог IV категории только урна);
- технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, разметка, ограждения);
- освещение (на остановках в пределах населенных пунктов).

Технические особенности размещения остановок являются весьма важными, однако не следует забывать об эстетической части.

Для того, чтобы разобраться в данном вопросе, рассмотрим в качестве примеров остановки города Тамбова на улице Советской. Если пройти по ней от начала до конца, то можно заметить, что существует три основных типа остановок.

Первый тип – обычная остановка, которая чаще всего встречается на улицах города. Она выполнена из стекла и металла черного цвета. Ярким пятном выступает рекламный баннер в боковой стенке ограждения остановки. В целом такое решение очень минималистично (рис. 1).

Второй тип – остановка, включающая в себя продовольственный ларек. В основном это мини-маркеты сети «Огонёк» (рис. 2). Этот тип остановки встречается редко. Благодаря тому, что доминирующую функцию все-таки выполняет ларек, остановка имеет тот же дизайн и цвет, что и магазин, она выполнена в ярко-оранжевом цвете. Эти остановки выделяются среди других, их имеется две разновидности (тип 2-1 и тип 2-2). В качестве материалов для устройства остановки используются: для каркаса – металлические профильные трубы, для отделки – сэндвич-панели, дерево, цветная пленка и стекло.

Третий тип – остановки с терминалом «Сбербанк» (рис. 3). Эта остановка представлена тремя решениями (тип 3-1, тип 3-2 и тип 3-3). Сама остановка выполнена из прозрачного и цветного пластика. Для этих остановок используются пастельные тона. Это белый, бежевый и желтый. Остановки выглядят гармонично среди общей застройки города. Используемые материалы – профилированный настил, пластик, стекло, металл (для каркаса).

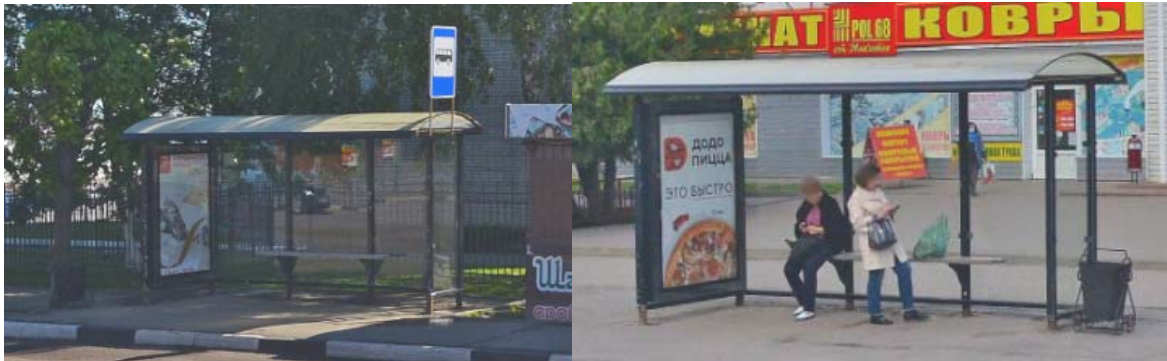


Рисунок 1 – Остановка с рекламным баннером, тип 1



Рисунок 2 – Остановка с мини-маркетом «Огонёк» (слева – тип 2-1, справа – тип 2-2)

Можно выделить еще один тип остановки (тип 4) с павильоном «Быстроденьги», которая не повторяется нигде больше по улице Советской. Она не выделяется цветом среди других остановок, в качестве основных используются белый и бежевый цвета, и к ним прибавляются небольшие акценты красного и синего цвета. Благодаря арочной форме крыши над павильоном «Быстроденьги», она выглядит весьма интересно. Для этой остановки использованы такие материалы, как пластик, дерево, металл, пластиковые панели.



Рисунок 3 – Остановка с терминалом «Сбербанк» – тип 3-1



Рисунок 3 – Остановка с терминалом «Сбербанк» – тип 3-2

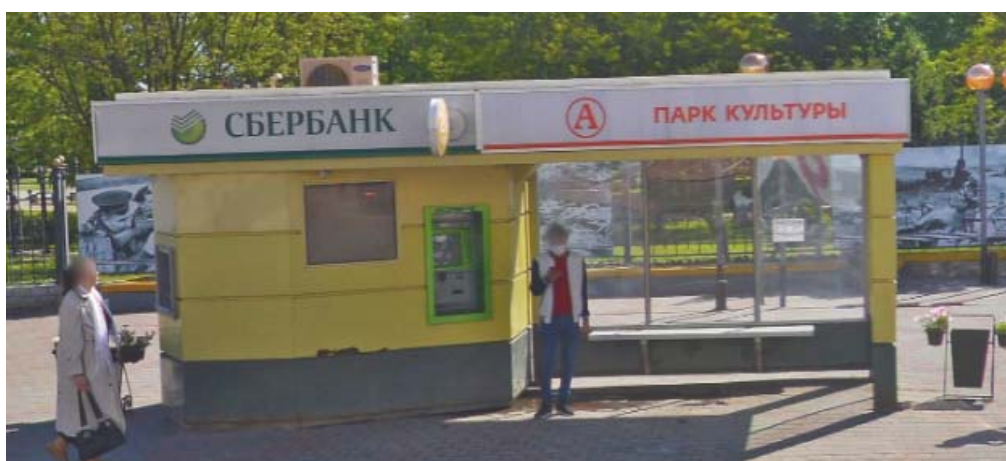


Рисунок 3 – Остановка с терминалом «Сбербанк» – тип 3-3



Рисунок 4 – Остановка-навес с павильоном «Быстроденьги» (тип 4)  
Все типы остановок были нанесены авторами на транспортную карту города [8, 11] (рис. 4).



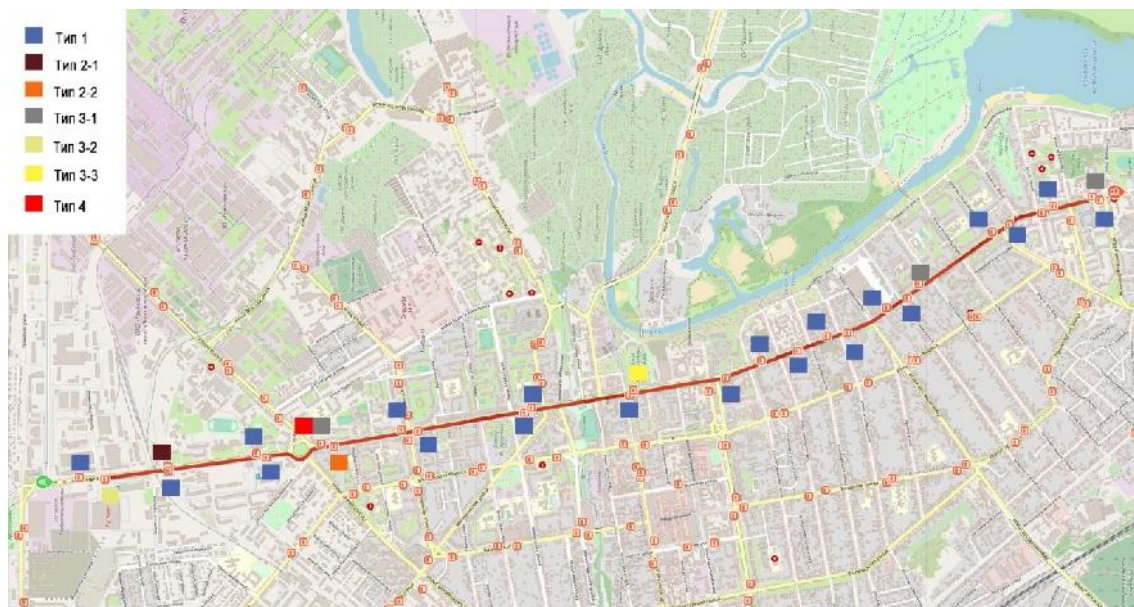


Рисунок 4 – Размещение остановок различного типа на улице Советской г. Тамбова

Установлено, что по улице больше остановок 1-го типа, так как они более практичны и легки в изготовлении и монтаже. Всего по улице Советской размещается 20 таких остановок.

Остановки 2-го типа встречаются намного реже. Их всего три.

Остановки 3-го типа на улице Советской пять. Эти остановки по городу появляются все чаще в связи с ростом использования банковских карт.

Проведенный анализ композиционного и цветового решения существующих остановок показал, что остановки на улице Советской больше преследуют функциональную сторону, однако остановки являются важной частью городской среды, они могут быть стильными и красивыми. Для сравнения рассмотрим несколько остановок, находящихся на улицах городов в Германии.

Некоторые из них выделяются за счет цвета (рис. 5).



Рисунок 5 – Яркие остановки в городах Германии; слева – «лимонная» остановка, справа – бирюзовая остановка

Остановка, показанная на рис. 5, слева, имеет яркий желтый цвет благодаря рекламной вставке [2]. Необычность придают лимонные кусты, расположенные на крыше остановки. Вместо привычных скамеек в этой остановке используют необычной формы стулья с покрытием для сидения, выполненным в желтых оттенках.

Еще одна остановка (рис. 5, справа), которая выделяется благодаря яркому бирюзовому цвету, но при этом выглядит очень просто [3]. Изюминки добавляет то, что столб со знаком остановки выполнен в том же цвете, что и сама остановка, это создает интересную композицию.

Также в Германии есть и обычные стеклянные остановки (рис. 6), в которых используются вставки из цветного пластика или металла [6]. Эти остановки просты в установке и производстве, так же в их цветовом решении могут использоваться абсолютно разные цвета.

Другой тип остановок в Германии интересен не только своими яркими цветами, но и игрой с внешним видом и формой. Эту остановку интересной формы местные называют «Остановка-краб» в Ахене (рис. 7) архитектора Питера Айзенмана [7]. Навес над остановкой разбит на секции. В каждой секции есть скамейки, что позволяет разместить в остановке большее количество людей, которым достаточно места для того, чтобы можно было укрыться от непогоды. Композицию поддерживает столб с табло, которое выполнено в той же цветовой гамме и в том же стиле.

Некоторые остановки, например остановка-оригами в г. Франкфурт-на-Майне (рис. 8, слева), выполнена в виде обычного навеса. Она не совсем удобна, так как отсутствуют лавки, а сам навес слабо защищает от непогоды, но за счет формы она смотрится необычайно притягательно [4, 5].

Остановка-волна в городе Гамбург (рис. 8, справа) интересна тем, что навес имеет необычную форму и выполнен из разных материалов, которые разделяют остановку на две части: зону ожидания и хону посадки. Эта остановка многофункциональна, так как в зоне ожидания есть продовольственные ларьки.

Также в Германии есть и обычные остановки (рис. 9), которые похожи на остановки в городе Тамбове.



Рисунок 6 – Остановки с цветными вставками



Рисунок 7 – Остановка-краб



Рисунок 8 – Остановки в виде навесов:  
слева – остановка-оригами, справа – остановка-волна в городе Гамбург





Рисунок 9 – Остановки в Германии, выполненные по 1-му типу

Есть и примеры того, как можно сделать такую обычную остановку интереснее, например, сделать из нее библиотеку (рис. 10) [10].



Рисунок 10 – Остановка-библиотека

Или же можно сделать «зеленую» остановку или остановку-клумбу (рис. 11) [1]. На такой остановке применяется вертикальное и горизонтальное озеленение.



Рисунок 11 – «Зеленая» остановка

Это интересный вариант модификации обычных остановок типа 1, однако, для средней полосы России приемлемый лишь в теплый период года.

Из всего представленного выше можно сделать вывод, что автобусные остановки могут быть яркими и интересными, прекрасно вписываться в окружающую среду. С их формой и цветом можно и даже нужно экспериментировать.

Для начала можно просто добавить в тамбовские остановки больше цвета, сделать металлические опоры не черными, а цветными. Для средней полосы России подойдет также и декоративное искусственное озеленение, которое можно устраивать вместо натуральной зелени в холодный период года, что добавит цвета и настроения в ненастную погоду. Благодаря такому решению остановки смогут радовать глаз пышной зеленью круглый год.

Небольшие изменения формы, например использование навеса необычной формы, также украсит внешний вид остановки (примером может являться остановка по улице Советской, выполненная по типу 4). Остановки Тамбова, возможно, далеки от разнообразия, которое присуще немецким, но архитектура малых архитектурных форм не стоит на месте, и в будущем на наших улицах следует ожидать появления интересных и необычных объектов. Начало этому было положено проведением конкурса по разработке эскиз-идеи остановочного павильона и секции дорожного ограждения на въезде в город по Рассказовскому шоссе, который был объявлен в мае 2020 г. Администрацией города Тамбова. В конкурсе приняли участие студенты-архитекторы 3-го и 4-го курсов института архитектуры, строительства и транспорта ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет».

### Список использованных источников

1. «Зеленая остановка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://avatars.mds.yandex.net/getzen\\_doc/229614/pub\\_5d8d1824e6cb9b00b1dee55e\\_5d8d9ba9bc251400b1d30229/scale\\_1200](https://avatars.mds.yandex.net/getzen_doc/229614/pub_5d8d1824e6cb9b00b1dee55e_5d8d9ba9bc251400b1d30229/scale_1200) (дата обращения 23.08.2020).
2. «Лимонная» остановка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://2.bp.blogspot.com/\\_NPacLTEgTKc/TOCex8kz2bI/AAAAAAAAAEn8/VPBHdd8pw7o/s1600/absolut\\_bus\\_stop.JPG](https://2.bp.blogspot.com/_NPacLTEgTKc/TOCex8kz2bI/AAAAAAAAAEn8/VPBHdd8pw7o/s1600/absolut_bus_stop.JPG) (дата обращения 23.08.2020).
3. File:Haltestelle Therapiezentrum BS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haltestelle\\_Therapiezentrum\\_BS.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haltestelle_Therapiezentrum_BS.jpg) (дата обращения 23.08.2020).
4. Next Stop: Origami Haltestelle von Just/Burgeff Architekten in Frankfurt [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Haltestelle\\_von\\_Just-Burgeff\\_Architekten\\_in\\_Frankfurt\\_4716998.html?backurl=https%3A%2F%2Fwww.baunetz.de%2Fmeldung-en%2Findex.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Haltestelle_von_Just-Burgeff_Architekten_in_Frankfurt_4716998.html?backurl=https%3A%2F%2Fwww.baunetz.de%2Fmeldung-en%2Findex.html) (дата обращения 23.08.2020).
5. Автобусная остановка в Гамбурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gre4ark.livejournal.com/57776.html> (дата обращения 23.08.2020).
6. Автобусная остановка на городской улице [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.depositphotos.com/69632501/stock-photo-the-bus-stop-on-the.html> (дата обращения 23.08.2020).
7. Автобусная остановка Питера Айзенмана в Ахене, Германия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/collections/card/59657cdac75badfa07b6f9e7/> (дата обращения 23.08.2020).
8. Маршруты городского транспорта Тамбова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wikiroutes.info/tambov#ab=52.75643-41.44751-52.69979-41.47283> (дата обращения 23.08.2020).
9. ОСТ 218.1.002–2003. Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования // Министерство транспорта Российской Федерации. Государственная служба дорожного хозяйства (Росавтодор). – Введ. распоряжением Государственной службы дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации от 23.05.2003 № ИС-460-р 01.06.2003. – М., 2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/43/43760/> (дата обращения 23.08.2020).
10. Остановка с книгами г. Дрейнштатдтфурт, Германия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proshkolu.ru/user/516495/file/3416853/> (дата обращения 23.08.2020).
11. Советская улица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://yandex.ru/maps/13/tambov/geo/sovetskaya\\_ulitsa/8048830/?from=tabbar&l=stv%2Csta&ll=41.466688%2C52.754280&source=serp\\_navig&z=14](https://yandex.ru/maps/13/tambov/geo/sovetskaya_ulitsa/8048830/?from=tabbar&l=stv%2Csta&ll=41.466688%2C52.754280&source=serp_navig&z=14) (дата обращения 23.08.2020).



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ГОРОДЕ ТАМБОВЕ (ПОЖАРНОЕ ДЕПО НА ШЕСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ)

**Ельчищева Т.Ф.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: elschevat@mail.ru*

**Жиркова В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,  
e-mail: lerkofantazy2018@yandex.ru*

Объекты пожарной безопасности входят в одну из жизненно важных систем защиты здоровья и жизни человека, а также материальных ценностей от стихии огня, которая функционирует под особым контролем законодательных органов Российской Федерации. Постоянное расширение границ города Тамбова новыми жилыми кварталами требует увеличения количества зданий пожарной охраны в районах застраиваемых территорий. Поэтому проектирование современных и многофункциональных пожарных депо на территории города является весьма актуальным для курсового проектирования студентов-архитекторов. В данной работе описан процесс архитектурного проектирования здания пожарного депо на шесть пожарных автомобилей (ПА) и благоустройства территории в границах выбранного участка строительства. Все необходимые строительные чертежи и объемные 3D-изображения были реализованы в студенческой версии программы ARCHICAD 22. С помощью программного обеспечения Adobe Photoshop CS3 оформлена графическая подача проекта.

### *Градостроительное обоснование*

При выборе земельного участка под строительство пожарного депо учитывались данные генерального плана города Тамбова на перспективу развития и схемы границ, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Розовым прямоугольником на схеме города обозначена территория с местом строительства нового производственного объекта (рис. 1).

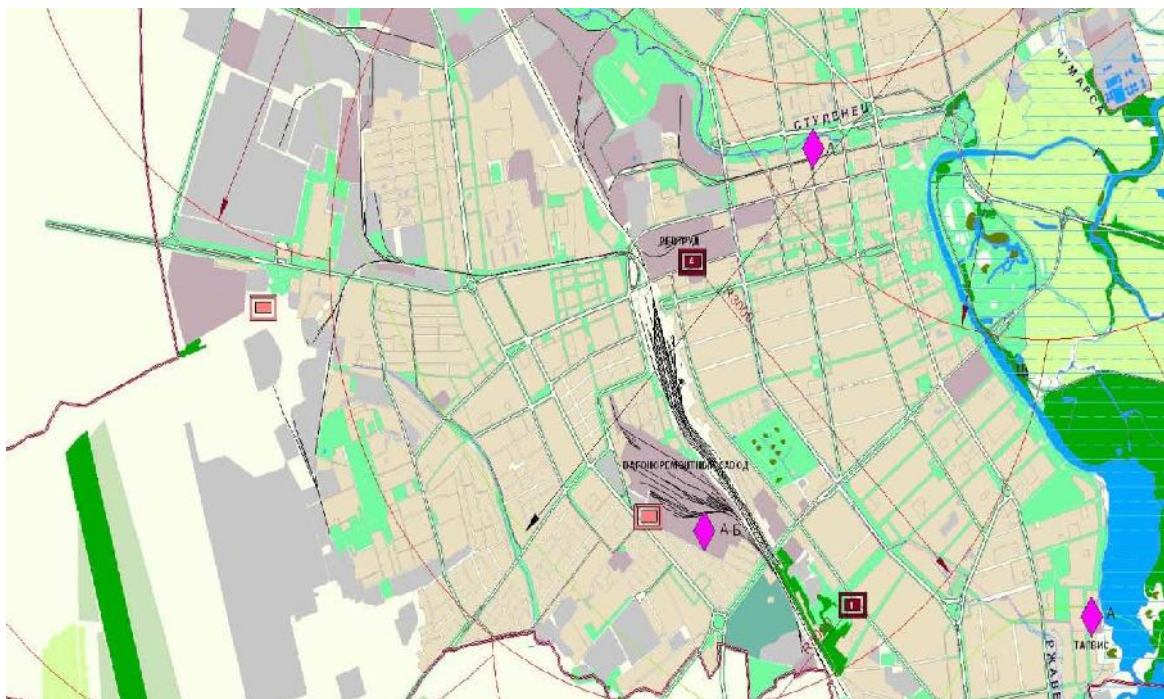


Рисунок 1 – Схема границ, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций на генеральном плане г. Тамбова

Красной штриховкой на ситуационном плане указаны границы участка для разработки генерального плана (рис. 2). Заезд на участок организуется с двух пересекающихся улиц. Установлено, что два близлежащих квартала занимают объекты нежилого назначения: гаражные кооперативы, автовокзал, магазины, автосалоны и др. здания. Проезд на территорию объекта строительства осуществляется через улицу Киквидзе.

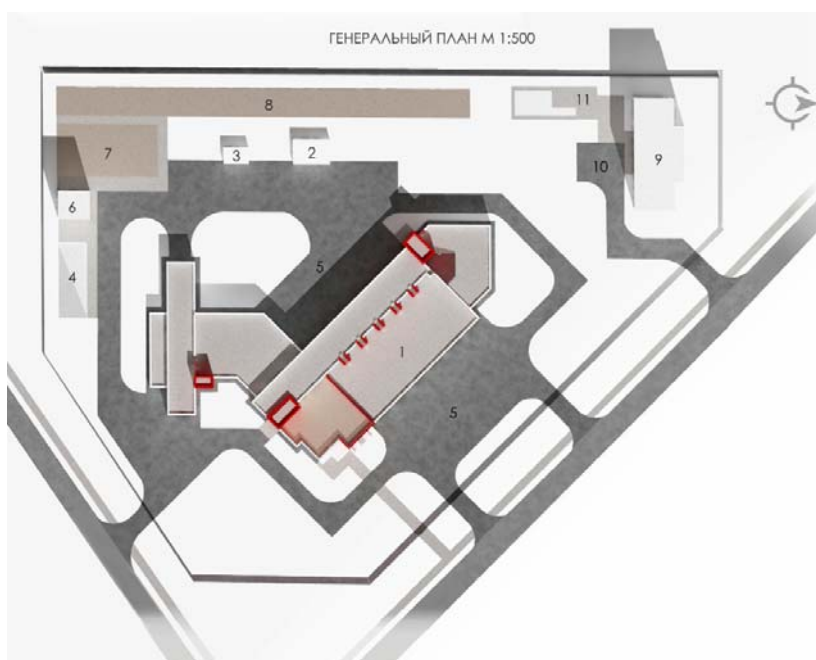


Рисунок 2 – Ситуационный план застраиваемой территории

### Функциональное зонирование территории

Территория пожарного депо должна иметь не менее 2-х въездов (выездов) [3] и подразделяться на производственную, учебно-спортивную и жилую зоны (рис. 3).

Рисунок 3 – Генеральный план территории застройки:

- 1 – здание пожарного депо; 2 – склад пенообразователя на 50 т; 3 – подземный склад горюче-смазочных материалов и топливораздаточной колонки; 4 – водоем; 5 – разворотная площадка для пожарных автомобилей; 6 – учебная башня; 7 – спортивная площадка; 8 – 100-метровая полоса препятствий для тренировок личного состава; 9 – жилое здание; 10 – хозяйственный двор; 11 – площадка для отдыха личного состава

В производственной зоне размещаются: корпус пожарного депо, разворотные площадки и пожарный проезд, склад пенообразователя на 50 т, подземный склад горюче-смазочных материалов (ГСМ) на две емкости, заправочные колонки и очистные сооружения оборотного водоснабжения.

В учебно-спортивной зоне: учебная башня 4×4м, беговая дорожка длиной 100 м, спортивная площадка с тренажерами и водоем для проведения соревнований [1].

Жилая зона, огороженная забором, включает в себя отдельно стоящий одноподъездный жилой дом по типовому проекту серии 90ЛЮ, площадки для отдыха детей и взрослых, хозяйственный двор с разворотной площадкой. Территория, свободная от твердых покрытий, озеленяется газонами и лиственными деревьями, высаженными хаотично по территории участка. Территория пожарного депо огорожена металлическим забором высотой 2 м.

Здание проектируется с отступом от красной линии на 15 м. Противопожарный проезд имеет ширину 4,5 м [2]. Вход с улицы в пожарное депо осуществляется по мощеной площадке перед зданием, расположенной со стороны улицы с восточной стороны. Ширина тротуара составляет 1,5 м. В таблице 1 приведены технико-экономические показатели к генеральному плану участка строительства пожарного депо.

Радиус обслуживания пожарного депо равен 2 км, следовательно, в эту зону входит часть кварталов жилых домов, производственные здания и территория под запланированное расширение границ города. В шаговой доступности находится автовокзал, продуктовый магазин, остановка общественного транспорта, гостиница, автосалоны и автомастерские.

Границы города постоянно расширяются, поэтому в скором времени этот район будет застраиваться объектами жилого назначения и обслуживающими их зданиями. Устройство выездов с территории пожарного депо на две улицы позволяет пожарным машинам выезжать на городские дороги без разворота по пути следования, сокращает время ожидания заезда или выезда дежурного транспорта.

Таблица 1

Баланс территорий

Наименование величины	S	%
Площадь участка	1,3 га	100
Площадь застройки	1970 м <sup>2</sup>	15
Площадь озеленения	6804 м <sup>2</sup>	53
Площадь твердого покрытия	4226 м <sup>2</sup>	32

#### *Функциональное зонирование*

В поисках идеи проекта выполнялись эскизные наброски, из которых был выбран наиболее удачный вариант концептуального решения. Основная концепция заключается в оформлении угла пересечений двух улиц динамичной композицией объемов. В плане здание представляет собой пересечение разных геометрических форм под углом (рис. 4), при этом линейная композиция остается целостной и интересной. Функциональная структура здания пожарного депо включает в себя помещения пожарной техники (6 гаражей для ПА) и технического обслуживания (мойка, мастерская и служебные помещения), пункт связи (диспетчерская, помещения для отдыха личного состава и обслуживания), рукавный участок (помещения для обслуживания), база газо-дымо-защитной (ГДЗС) службы, служебные и подсобные помещения, восстановительный центр (спортивный зал, сауна, массажный кабинет и площадка на открытом воздухе) и другие вспомогательные помещения, в соответствии с рекомендациями, приведенными в [5].

Посетители после входа в здание попадают в вестибюль с парадной лестницей. На первом этаже для населения организован кабинет инструктажа, а на втором этаже – музей, кабинет боевой славы и кабинеты администрации. На первом этаже также находятся все служебные помещения для обслуживания пожарного депо, на втором – залы собраний персонала и восстановительный центр, на третьем – помещения дежурного караула и кабинет начальника пожарного депо.

#### *Объемно-планировочное решение*

План пожарного депо имеет сочетание прямых, острых и тупых углов. Главный фасад ориентирован на северо-восток. Коридор диктует главное направление движения людей по этажам пожарного депо, к нему примыкают помещения дежурной смены и гараж. Отдельным блоком выступают помещения пункта связи, а также административно-бытовые помещения.

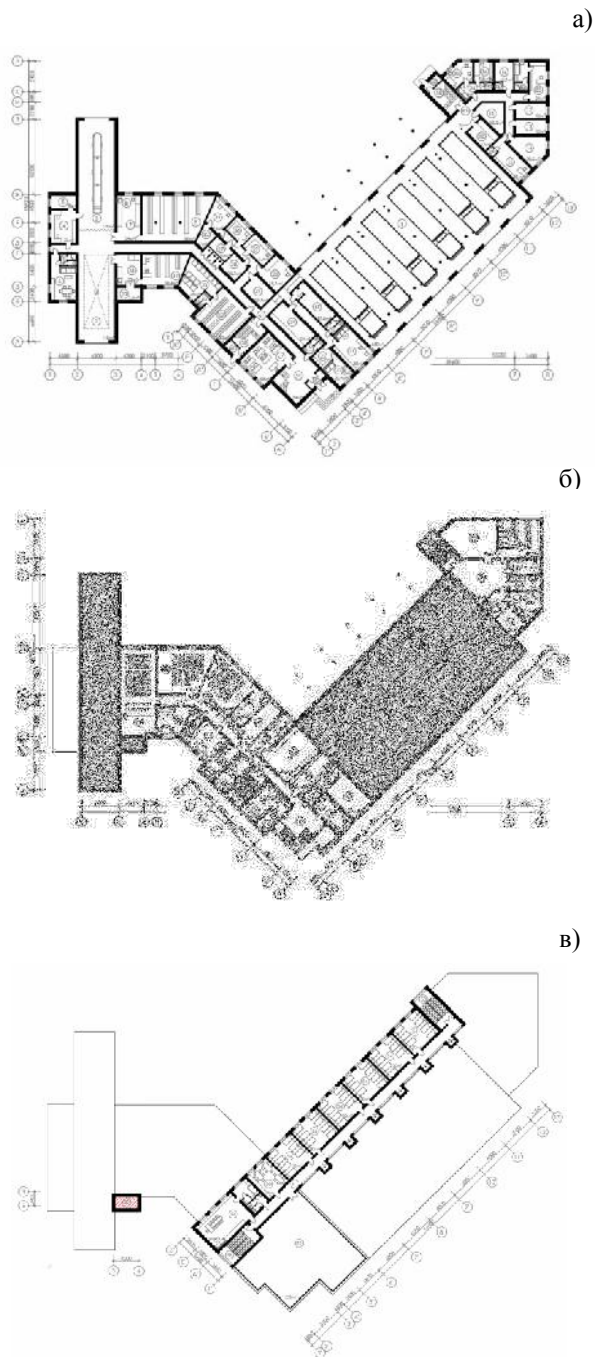


Рисунок 4 – Чертежи планов этажей здания пожарного депо:  
 а – план 1-го этажа; б – план 2-го этажа; в – план 3-го этажа

Прямые линии составляют помещения обслуживания рукавов и спецодежды, смежные с кладовой и мастерской гаража. Развитие коридора идет прямолинейно от главного входа, далее коридор меняет направление и создает определенную конфигурацию. Благодаря сочетанию прямых и ломаных линий получают динамичные формы в плане.

*Разработка фасадов здания*

Главный вход имеет декоративный элемент – деревянные вертикальные панели. Отделка фасадов включает оттенки красного и черного цветов, а также белый цвет. На стене рядом с главным входом размещена мозаика, включающая в своем составе цветное решение всех наружных поверхностей здания. Вокруг здания устраивается отмостка. Для создания цветовой устойчивости здания отмостка выполняется в сером цвете. Часть здания по главному фасаду имеет членение вертикальными панелями, наклоненными под углом к стене, что создает игру света и тени (рис. 5).





Рисунок 5 – Главный фасад пожарного депо

*Разработка 3D-модели здания пожарного депо*

Моделирование трехмерной проекции архитектурного сооружения выполнялось с использованием программного обеспечения для 3D-проектирования (программа ARCHICAD 22). На рисунке 6 представлена экстерьерная модель, в которой проработан наружный вид здания и ландшафтный дизайн территории застройки с учетом архитектуры дополнительных построек и транспортной системой дорог. Этот этап проектирования несет информацию об объемно-планировочном решении здания, архитектурной композиции, сочетании цветовых элементов и форм с прилегающей территорией и планировкой участка застройки. Все полученные проектные решения выполнялись в соответствии с градостроительными требованиями.



Рисунок 6 – Перспективное изображение

*Материалы и конструкции, основные показатели проектного решения*

Проектируемое здание имеет 3 этажа. Площадь застройки (площадь горизонтального сечения по внешнему контуру здания на уровне цоколя, включая выступающие части) составляет 1970 м<sup>2</sup>, строительный объем – 15392 м<sup>3</sup>. Высота этажа помещений пункта связи 4000 мм, гараж имеет высоту 6000 мм до низа перекрытия (горизонтальных конструкций). Высота остальных помещений принята 3300 мм. К вертикальным конструкциям относится лестница типа L1 постоянного пользования. Ширина марша составляет 1200 мм. Ширина коридора – 1400 мм. Входной элемент включает в себя лестницу с высотой подступенков 150 мм и шириной проступи 300 мм, а также пандус с уклоном 1:10 с ограждением и перилами в двух уровнях для возможности беспрепятственного доступа маломобильных групп населения.

Эвакуация предусмотрена по эвакуационной лестнице общего пользования через тамбур. За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола гаража, что соответствует отметке +0,150 мм относительно уровня земли.

Конструкция наружных стен – кирпичная кладка толщиной 510 мм из силикатного кирпича М75 на цементно-песчаном растворе М25 с наружным утеплителем из жестких минераловатных плит ( $\gamma=250$  кг/м<sup>3</sup>) и декоративной штукатуркой [4]. Несущие внутренние стены – кирпичная кладка толщиной 380 мм. Перекрытия выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит различных габаритных размеров толщиной 220 мм. Перегородки выполнены из гипсокартона, их толщина составляет 120 мм.

Для отделки фасада выбраны: декоративная штукатурка, пластиковые панели черного, белого и красных цветов.

Оконные проемы заполнены оконными пластиковыми рамами со стеклопакетами. Цветы рам сочетаются с цветами пластиковых декоративных панелей.

*Графическая подача проекта*

Заключительным этапом проектирования было оформление графического материала на подрамнике размером 1×1 м.

Графическая подача проекта – это конечный продукт, представляемый автором заказчику, поэтому он является основополагающим в архитектурном проектировании зданий любого назначения. Грамотная подача проекта способна скрыть недостатки и подчеркнуть приоритетные части графического материала, она включает только важную и необходимую для дальнейших строительных работ информацию. Графическая подача включает планы всех этажей здания, генеральный и ситуационный планы, фасады с 2-х видовых точек, разрез и перспективное изображение здания. Все графические материалы скомпонованы с учетом композиционного равновесия и гармонии, цветовое решение соответствует выбранной палитре оттенков цветов проекта (белый, черный, серый и красный) (рис. 7).

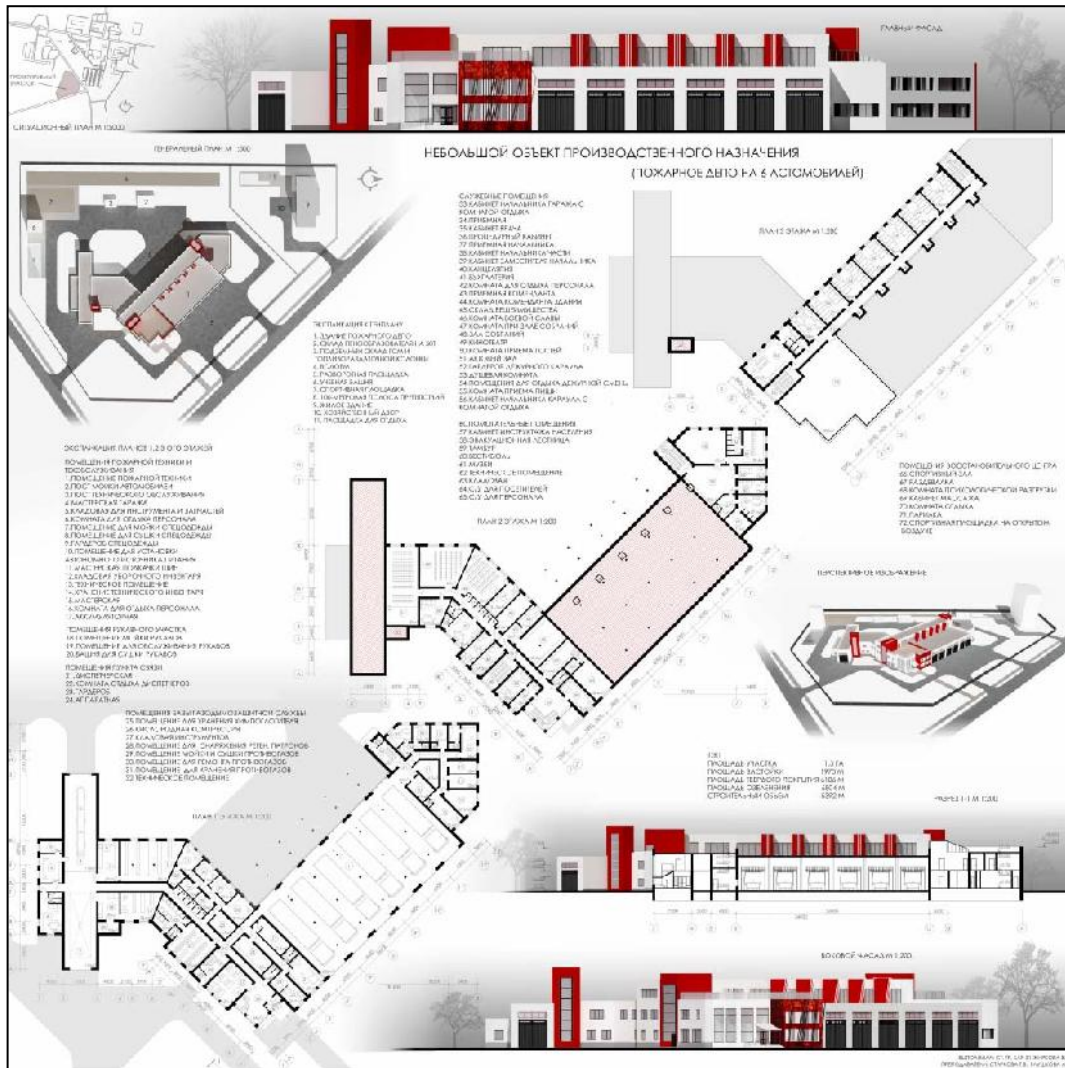


Рисунок 7 – Графическая подача проекта на подрамнике 1×1м

3D-модель здания представлена в наиболее информативном ракурсе, что позволило показать ситуационную среду и наиболее эффектно продемонстрировать идею проекта. В графическом редакторе Adobe Photoshop использовались инструменты для создания фона проекта и антуража, что позволило на переднем плане наиболее выразительно выделить фасады и разрез. Текстовый материал на подрамнике включает название, экспликацию к планам и технико-экономические показатели проекта.

*Заключение*

Курсовой проект был выполнен в соответствии с проектным заданием по действующим сводам правил (актуализированным редакциям строительных норм и правил – СНИП) и методиче-

ским указаниям к курсовому проектированию. Планировочная и градостроительная ситуация выполнены с учетом требуемых нормативов, они также учитывают потребности человека и решение транспортных задач.

При работе над проектом были выявлены основные тенденции в строительстве объектов подобного назначения, выполнены эскизные наброски, разработаны чертежи проекта здания пожарного депо на шесть пожарных автомобилей, которые скомпонованы на подрамнике размером 1×1м, выполнена 3D-модель здания.

#### Список использованных источников

1. Куликов А.С. Пожарное депо на 6 ПА: методические указания по выполнению курсового проекта / А.С. Куликов. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. – 16 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2001/kulik4.pdf> (дата обращения 23.08.2020).
2. СП 380.1325800.2017. Здания пожарных депо. Правила проектирования. Вторая редакция. М., 2017. – М.: ФАУ «ФЦС», 2017. – 28 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551394481> (дата обращения 23.08.2020).
3. СП 232.1311500.2015. Пожарная охрана предприятий. Общие требования. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015. – 30 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200122147> (дата обращения 28.08.2020).
4. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3). – М.: ЗАО "ЦНИИПСК им. Мельникова"; ОАО НИЦ «Строительство»; НИИЖБ им. А.А. Гвоздева; ЦНИИСК, 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097510> (дата обращения: 29.08.2020).
5. Ястребова, И.М. Пожарное депо. Промышленное здание. Уч. пособ. / И.М. Ястребова. – М.: Издательство «Ладья». – 32 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/70276754-Yastrebova-i-m-pozharnoe-depo-promyshlennoe-zdanie.html> (дата обращения 28.08.2020).

УДК 72.008

67.07.29: Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы.

### ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНАЯ ЦЕННОСТЬ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ЗДАНИЕ ПРИЮТА ДЛЯ СЛЕПЫХ СИРОТ» В Г. ТАМБОВЕ

Кольцов В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: vakoltsov@mail.ru*

#### Аннотация

Целью данной работы является исследование возникновения и расцвета Здания приюта для слепых детей, расположенного в Тамбове на улице Августа Бебеля (бывшая Киркинская), щедрости и доброты аристократии, церковных служащих и простых горожан как основных финансовых источников процесса строительства; значимость здания как объекта архитектурного наследия и приюта для нуждающихся.

**Ключевые слова:** архитектурный памятник, пожертвования, эклектика, братство, приют.

#### Вступление

Недалеко от Советской, в тихом спокойном уголке, по улице Августа Бебеля расположилось одной из замечательнейших строений старого Тамбова – бывшее здание приюта для слепых детей. Двух-этажное здание приюта было построено в 1911-1912 годах по проекту архитектора Е.А. Мозгалевского на средства Крестовоздвиженского братства и добровольные пожертвования многих горожан [1]. Подряд на выполнение строительных работ был предоставлен подрядчику Пикулину. Для здания был выбран стиль эклектики с множеством интересных архитектурных деталей. По традиции того времени на втором этаже здания была обустроена домовая церковь. Церковь была освящена в 1911 году во имя иконы Божией Матери «Нечаянная радость».





Рисунок 1 - Здание приюта для слепых детей. Фотография нач. XX в.

Крестовоздвиженское православное церковное братство было одним из девяти церковных братств действовавших раньше в Тамбове.

Согласно своему уставу братство принимало на себя обязательства по устройству в Тамбове училища-приюта для слепых детей, где они должны были обучаться чтению, письму, пению, музыке и ремёслам. Первая школа была открыта братством недалеко от Крестовоздвиженской церкви.

Духовным покровителем школы был епископ Тамбовский и Шацкий Кирилл, который также помогал привлекать к благотворительности многих знатных особ. Посещая училище, внимательно, ласково и подолгу беседуя с детьми, лишенными зрения, помогая и личными средствами, собственным примером привлекал в братство многих состоятельных особ, спешивших, глядя на самопожертвенного архипастыря, также проявить усердие в деле благотворительной помощи детям и училищу. Именно владыка жертвовал многим ради нужд слепых детей.

В 1908 году братство обратилось ко всем верующим с просьбой о помощи училищу средствами. Княжна Л.П. Кугушева пожертвовала в качестве места для строительства нового корпуса училища собственную усадьбу по улице Киркинской (современная А. Бебеля) и 30 тысяч рублей, при этом отказалась принимать знаки какой бы то ни было благодарности [2].

В новопостроенном корпусе училища воспитывались дети преимущественно крестьянскогословия со всех уголков Тамбовской губернии. Хотя организация приюта далеко не решила проблем всех тамбовских детей с недостатком зрения, но тем не менее проделанная работа стала одним из первых опытом подобного рода в России.

После установления советской власти здание приюта постепенно пришло в упадок. К началу 1970-х годов, когда в нём было решено поместить музыкальную школу, здание представляло ужасное зрелище. Крыша во многих местах обвалилась, огромные деревья прорастали сквозь фундамент, потрескались и облупились стены здания. Городскими властями для решения проблемы предлагался полный снос существующего строения и постройка нового здания. Тем не менее, в кратчайшие сроки огромными усилиями энтузиастов здание удалось восстановить. Все помещения были полностью отремонтированы и приспособлены для нужд музыкально-педагогического процесса. Помещение бывшей домово́й церкви превратилось в концертный зал. Как утверждают специалисты, этот концертный зал обладает уникальными акустическими характеристиками. Примечательно, что при отделке концертного зала и некоторых других помещений здания были использованы литые бронзовые люстры, ранее украшавшие административные здания Московского Кремля.



Рисунок 2 – Фотография здания-памятника 60-х годов XX в.

В 1993 году это музыкальное учебное заведение получило статус среднего специального учебного заведения – колледжа искусств.

Объект культурного наследия регионального значения «Здание приюта для слепых сирот», расположенный по адресу: г. Тамбов, ул. А. Бебеля, д. 21, представляет собой здание, восточным фасадом обращенное к улице А. Бебеля, с декоративной металлической парапетной решеткой, кованными воротами и оградой, пышным архитектурным убранством на фасаде, украшает улицу города, является уникальным образцом эклектической архитектуры конца XIX в., в котором совмещены приемы объемно-пространственных решений и декоративные приемы, присущие итальянскому и французскому зодчеству XVI-XVII веков.

Здание приюта обладает исторической, архитектурной и градостроительной ценностью [3, 4].

Историческая ценность ОКН «Здание приюта для слепых сирот» выражается в его значении как материального воплощения информации о прошлом, многосторонне отражающего особенности своей исторической эпохи. Объединение духовенства, купечества, дворянства и горожан, входивших в православное духовное братство, для строительства приюта для слепых сирот (крестьянских детей) с целью их социализации является историческим свидетельством о существовавшей социальной структуре общества, духовной культуре исторического периода.

Здание-памятник обладает также архитектурной ценностью в контексте современной культуры, выражает региональные особенности стиля эклектика, а также формирует качество средового, пространственного художественного восприятия. Здание имеет гармоничное художественное единство с другими объектами окружения, интегрировано в существующую историческую застройку.



Рисунок 3 – Современный вид объекта культурного наследия

Длина здания – 44 м, ширина – 16 м, общая высота – 13,5 м.

Со стороны двора здание имеет скромный наружный декор.

Объект культурного наследия был поставлен на государственную охрану решением Тамбовского облисполкома от 03.11.1989 № 293.

В настоящее время в здании-памятнике находится ТОГБПОУ «Тамбовский колледж искусств». Примечательно, что функциональное назначение здания в течение его эксплуатации кардинальным образом не изменялось, всегда было связано с обучением детей искусству. Социально-функциональные аспекты использования исторических зданий всегда следует учитывать при проектировании реставрационных работ [5, 6, 7, 8], только востребованность существующей или ее изменение на актуальную на настоящий момент функции может помочь сохранить здание и интегрировать его в городскую среду [9, 10, 11].

За время существования здания-памятника в нем проводились отдельные перестройки, усиления конструкций и изменения планировочного решения. Эти изменения производились без предварительной разработки проектной документации и носили в этой связи хаотичный характер. Значительные ремонтно-реставрационные работы здания были проведены в период с 2007 по 2010 годы.

В настоящее время на здании-памятнике проводится комплекс мероприятий по сохранению объекта культурного наследия.

#### **Заключение**

Красивое старинное здание, расположенное поодаль от городской жизнедеятельности, до революции занятое приютом для детей-сирот, а в настоящее время занимаемое Тамбовским колледжем искусств, является примером красоты, элегантности, богатства своего времени, символом человеческой доброты, щедрости и сострадания по отношению к сиротам, а также исторического и культурного величия.

#### **Список использованных источников**

1. Приют для слепых детей. [Электронный ресурс]: Режим доступа [http://tambovia.ru/priut\\_dlya\\_slepih\\_detei.html](http://tambovia.ru/priut_dlya_slepih_detei.html)
2. Молчанова Г.А., Олонцева, Ю.К. Шукин. Старый Тамбов от А до Я (История дореволюционного Тамбова в коротких рассказах), Тамбов: ТОГУП «Тамбовская типография «Пролетарский светоч».
3. Слабуха А.В. Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 2): критерии и метод в современной экспертной практике // Человек и культура. – 2016. – № 6. – С. 9-22.
4. Кузнецова Н.В., Бычкова Е.А. Анализ критериев оценки объектов культурного наследия // Актуальные проблемы современной архитектуры, градостроительства и дизайна" в рамках XXVIII Международного смотра-конкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству: сборник трудов. 2019. С. 237-240.
5. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В. Социально-функциональные аспекты формирования интегрированной среды исторического центра города // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 207-211
6. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В., Монастырев П.В. Интеграция объектов культурного наследия в городскую среду исторического центра города // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2018. № 4 (70). С. 162-174.
7. Гребенкина Е.В., Кузнецова Н.В. Обоснование модели процесса формирования интеграционных пространств сложившейся городской застройки // Творчество и современность. 2017. № 1 (2). С. 63-70.
8. Кузнецова Н.В., Макаров А.М., Бычкова Е.А., Артемова Т.В. Принципы развития исторической среды центра города Тамбова // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 48-51.
9. Кузнецова Н.В., Бычкова Е.А., Безгина А.И. Опыт преобразования исторических зданий-памятников архитектуры // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 202-207.
10. Кузнецова Н.В., Якиманская Я.Д. Обоснование возможности изменения функций исторических зданий в городской среде // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 102-105.

11. Кузнецова Н.В., Толстошеева А.П., Езерский В.А. Проектные предложения по реставрации объекта культурного наследия в г.Тамбове и оценка их качества на основе научного анализа // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й междунардн. науч.-практич. конф. Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24-25 мая 2018 г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2018. – С. 93-102.

УДК 72.012

18.01: Общие вопросы искусства и искусствоведения

## **«SMART-ТЕХНОЛОГИИ» И «HUMANFRIENDLY»-РЕШЕНИЯ В ГОРОДСКОМ ДИЗАЙНЕ XXI В.**

**Крохалев В.С.,**

*ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Архитектурно-Художественный Университет»,  
доцент кафедры «Индустриальный дизайн»  
e-mail: v\_krokhalev@mail.ru*

Научный руководитель: **Витюк Е.Ю.,**

*ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Архитектурно-Художественный Университет»,  
начальник НИЧ, канд.арх.  
e-mail: help\_nir@mail.ru*

Городской дизайн как самостоятельный вид проектной деятельности появился во второй половине XX в., «когда стало очевидно, что ни в рамках традиционной архитектуры, ни в рамках градостроительства не решаются проблемы непосредственного и обыденного контакта человека с городом» [5]. Он объединил в себе элементы промышленного, средового и графического дизайна, рекламы, технологических коммуникаций, архитектуры и уличного искусства, создавая уникальный целостный облик, атмосферу городов, воспринимаемых в человеческом масштабе. Ориентация на человека-пешехода, в противовес устаревшей концепции автомобилизации, дружелюбность ему (HumanFriendly), – стали основными требованиями современного городского дизайна. В свою очередь, глобальные экологические проблемы, задачи организации и воспитания социального поведения у горожан, способствовали активному внедрению «умных» Smart-технологий в городскую среду и оборудование. Каким образом осуществляется интеграция Smart-технологий и HumanFriendly-решений в городском дизайне, какое воздействие они оказывают на горожан?

Новой глобальной тенденцией развития городов является их пешеходность. Пешеходность (PedestrianAdaptive) – «это краткое обозначение всего, что составляет привлекательность района в целом: внешний облик зданий, плотность застройки, ориентированный на человека дизайн улиц, многофункциональность, близость парков и удобных общественных пространств» [1, с.159]. С точки зрения дизайна, это означает, что городская среда должна быть не только понятной, безопасной, дружелюбной, экологичной, но и быть чем-то большим, нести в себе определённое социальное послание, транслировать ценности городского сообщества, например, приоритет пешеходов над пользователями автотранспорта, сообщать установленные в нём нормы поведения. «Мы строим, чтобы менять восприятие, влиять на мысли и чувства (людей)» [Эллард, с.14]. «Окружение воздействует на чувства, чувства на желания» [Эллард, с.19]. С этой точки зрения наиболее нагляден проектный опыт стран активно развивающих пешеходную инфраструктуру: Великобритании, Франции, а также Нидерландов и Японии, входящих в список самых урбанизированных регионов мира с долей городского населения более 90%.

В 1950е гг. на волне экономического подъёма в Нидерландах произошёл бум автомобилизации, для расширения дорог сносились целые районы, повысилось шумовое и атмосферное загрязнение, резко возросли травматизм и смертность на дорогах. В последствии был принят целый ряд мер, изначально инициированных самими горожанами, способствовавших смещению акцента градостроительной политики с автомобилей обратно на пешеходов, демократичный общественный и велотранспорт. Оригинальным изобретением голландцев стали «жилые кварталы» – «Woonerf». «Woonerf» – это «улицы спальных районов, где люди в машинах обязаны уступать дорогу людям, идущих на своих двоих. С этой целью применяется дизайн, который вынуждает водителей замедляться до скорости пешехода, чтобы не врезаться в точно размещённые деревья, тумбы, столбы для велосипедов и прочие предметы» [1, с.59]. Развитием этой идеи явились спланированные заужения и изгибы трасс, «искусственные неровности» (SleepingPoliceman), устанавливаемые на дорожном полотне рядом с пешеходными переходами и другими участками, на которых водителю необходимо сбросить скорость. За счёт активного

воздействия на поведение автомобилистов их эффективность оказалась намного выше, чем у отдельных дорожных знаков, светофоров и камер видеонаблюдения. Подобные «умные» решения применяются и в масштабе средовых объектов.

Первоначальная цель городского дизайна – поддержание чистоты и порядка, противопоставляемых «хаосу» окружающей природы. Во многом благодаря этому фонарные столбы, ограждения и урны стали одними из самых распространённых и важных городских объектов. Современный дизайн уличных урн «LitterBins» в г. Амстердам, разработанных голландской компанией Grijsen-Park&StraatdesnB.V. (рис.1), позволяет активно влиять на пешеходов, незаметно регулируя их поведение. Так, радиально выгнутая конструкция крышки делает её более прочной при той же толщине листа металла, создаёт тактильно и визуально дружелюбный «сглаженный» образ без потенциально опасных выступающих элементов, защищает внутреннюю ёмкость урны и её содержимое от осадков, ветра, птиц, упрощает процесс выброса мусора за счёт расширения зоны приёма. Но главной особенностью проекта можно назвать продуманный сценарий взаимодействия с пользователем: на выгнутой крышке невозможно оставить посторонние предметы, будь то личные вещи, пакеты, сумки, или собственно сам мусор. Не задумываясь об этом, люди следуют грамотно спланированному сценарию поведения, заложенному в дизайне. Штамповка боковых фасадов кроме декоративной и конструктивной функций затрудняет расклейку на них несанкционированной рекламы, объявлений и стикеров. Таким образом, вместо установки камер видеонаблюдения или привлечения охраны «умный» дизайн сам по себе исключает или снижает вероятность последствий негативных моделей поведения. Похожее «сглаженное» дружелюбное решение можно обнаружить в городских урнах для бумаги компании RENEW (рис.2), установленных перед Олимпиадой 2012 года в деловом центре Лондона. Дополнительные функции в виде бесплатной сети Wi-Fi и экранов с биржевыми котировками, позволили заметно расширить спектр применения урн, повысить статус, изменить отношение к ним, сделать их более контактными. Однако, в последствии «умным» урнам от RENEW были предъявлены обвинения в незаконном сборе данных с цифровых устройств пешеходов. Подобное применение Smart-технологии оказалось противоположно HumanFriendly-подходу в проектировании. Так что такое настоящие Smart-технологии и Smart-дизайн?

Традиционно под «умными» технологиями понимают инновационные, энергосберегающие решения, применение новых материалов. Но, как правило, внедрение принципиально новых технологий в городской среде требует значительных финансовых вложений, длительных испытаний, преодоления сложившихся культурных стереотипов, предрассудков (связанных с тотальным контролем и вполне оправданных на примере с урнами RENEW) и традиций в обществе, поэтому их интеграция происходит постепенно и в малых масштабах. В основе большинства современных городских Smart-решений лежит работа с более доступными «классическими» материалами, а «умность» дизайнера как в примере с урной «LitterBins» достигается выполнением ряда специфических задач, сформулированных в ходе сценарного моделирования. Тем не менее, внедрение новых технологий, таких как система сбора и подземного хранения мусора «EcoLift», широко распространённые в Голландии, также является важной частью построения «умных» городов. Принципиальное отличие данной технологии заключается в установке мусорных контейнеров под землёй, на поверхность выведены относительно компактные легко обслуживаемые мусороприёмники, их дизайн может быть адаптирован к различному типу мусора и городским средам (рис.3). Подобное решение снижает распространение неприятных запахов, насекомых и паразитов, прямой контакт с накопленными отходами. Какое влияние технология «EcoLift» оказывает непосредственно на горожан? Глобальные задачи сбора, переработки и утилизации отходов ставят перед проектировщиками городской среды необходимость сортировки и нормирования (учёта) бытового мусора. Сегодняшняя система устроена так, что горожане платят налоги за производимые ими отходы, при этом нередко возникают конфликтные ситуации, когда одни горожане незаконно используют чужие мусорные контейнеры, когда строительные и другие виды отходов свозятся на непредназначенные для этого полигоны. Эти вопросы выходят за рамки удобства и эстетики, однако они также могут быть решены средствами городского дизайна. Мусороприёмник системы «EcoLift» срабатывает по индивидуальной карте пользователя, таким образом, исключая ситуацию незаконного использования. Дизайн конструкции рассчитан на конкретный вид мусора, что упрощает процесс сортировки и затрудняет нарушение установленных правил утилизации. В моделях нового поколения предполагается контролировать не только объём, но и вес индивидуальных бытовых отходов. Гибкая система оплаты позволит мотивировать пользователей снижать производимые ими отходы: приобретать товар с меньшим количеством упаковки, перейти на использование многоразовой тары, – через воспитание и мотивацию горожан положительно влиять на экологическую ситуацию в целом. Не смотря на относительно высокую стоимость установки, технология «EcoLift» позволяет индивидуализировать все процессы, в том числе, индивидуально рассчитывать оплату и в конечном итоге приносить выгоду конкретному пользователю и всему обществу, а значит быть HumanFriendly.



Понятие «HumanFriendly»-дизайн подразумевает не только безопасность, удобство, практичность, комфорт, как нельзя свести к этим потребностям и самого человека. «Город – гигантское средство массовой (культурной) коммуникации» [5], а городской дизайн является наиболее эффективным инструментом этой коммуникации, сохраняя и развивая культурно-исторические коды для самих горожан и подсознательно обучая им приезжих. Результатом экспериментов международной команды учёных из Берлинского университета имени Гумбольдта (Humboldt-UniversityofBerlin) и Университета Хайфы (UniversityofHaifa) стал следующий вывод: «...форма окружающих предметов может заставить нас чувствовать себя счастливыми и расслабленными или беспокойными и напуганными, а также способна повлиять на нашу манеру общения друг с другом. И это очень сильное влияние...» [3, с.159]. Так Париж, ставший в начале XX в. одной из столиц Модерна и заложенных в нём социальных идей «гармонии искусства и жизни в промышленную эпоху», сохраняет эти традиции и в XXI в. Современный городской дизайн парижских урн, фонарей, скамеек, остановок, активно использует эстетику Модерна: ажурное природное формообразование, сдержанную природную палитру оттенков (рис.4). Всё это создаёт, а точнее, сохраняет единый образ Парижа, как города искусств и творчества, высокой моды и эстетики. С этим образом резко контрастирует городской дизайн Токио и ряда крупных городов Японии, в основе которых лежит особенный аскетизм и минимализм, свойственные национальному менталитету. Исторически сложившаяся высокая плотность расселения жителей Японии привела к возникновению культуры всеобщего уважения и бережливости, проявляющихся в специфичной «бесконтактной» манере общения, исключая физические прикосновения, стремлению «занимать как можно меньше места в пространстве» и, соответственно, минимизации и даже миниатюризации жилищ, элементов городской среды. Распространённая в Японии религия Синтоизм, подразумевающая наличие духов у различных природных объектов: гор, рек, деревьев, – повлияла на созерцательную эстетику японцев и стремление одушевить предметы, созданные человеком. На примере строительных ограждений в Токио (рис.5) можно увидеть, как наследие данных религиозных традиций было объединено с концепцией «Кавайи» (可愛い), связанной с образами детскости, невинности и дословно означающей «милый», «хорошенький».

Развитие и реализация «Smart-технологий» и «умных» городов без по-настоящему человекоориентированного подхода, ориентации на культурные ценности горожан сегодня способны привести к деградации среды: «...идея умного города не нова: мы уже её опробовали и расценили как неудачную. В основе архитектурного модернизма...лежала похожая идея о технократическом централизованном управлении городом, регулирующим его жизнь в соответствии с научными принципами. У Лучезарного города Ле Корбюзье (VilleRadieuse, LeCorbusier) те же характеристики, что и у нынешних умных городов: жёсткий авторитарный контроль, тщательно рассчитанные нормы потребления, которые должны улучшить быт воображаемого среднестатистического жителя, и совершенно механистическое понимание того, для чего нужны города и как сделать их преуспевающими» [3, с.252]. «HumanFriendly»-решения в этой области предлагают не организацию «слежки» за горожанами, а мягкую форму воздействия и мотивации к социальному поведению через со масштабные имэлементы городского дизайна. Данный подход является более сложным с точки зрения предпроектных исследований и самой разработки, но более эффективным в реализации, воздействии на индивида и общество.



Рисунок 1 – Урна «LitterBins», г. Амстердам  
(фото Крохалев В. С.)



Рисунок 2 – Урна компанії RENEW, г. Лондон  
(фото Крохалев В. С.)



Рисунок 3 – Мусорприёмники компании RestafvalcontainerHuren, г. Амстердам /  
Проект урн «Пеликан» Расковой Ю. Л., руководитель Крохалев В. С.  
(фото Крохалев В. С.)



Рисунок 4 – Урны, г. Париж  
(фото Крохалев В. С.)



Рисунок 5 – Строительные ограждения, г. Токио  
(фото Крохалев В. С.)

#### Список использованных источников

1. Лайдон, М. Тактический урбанизм: Краткосрочные действия – долгосрочные перемены / Лайдон М., Гарсиа Э. / пер. с англ. Л. Сумм, А. Огнев. – М.: StrelkaPress, 2019. – 304 с.
2. Холлис, Л. Города вам на пользу: Гений мегаполиса / пер. с англ. М. Коробочкин, под ред. А. Красниковой. – М.: StrelkaPress, 2015. – 432 с.
3. Эллард, К. Среда обитания / пер. с англ. Е. Корюкина, А. Васильева, под ред. Л. Любавиной. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 288 с.
4. Newman, O. Creating Defensible Space – NY: Rutgers University, 1996. – 123 с.
5. Асс, Е.В. Городской дизайн [Электронный ресурс] // Сайт – Режим доступа: <http://townevolution.ru/books/item/f00/s00/z0000031/st003.shtml> (дата обращения: 01.09. 2020)

УДК 721.012

67.03.03: Теория архитектуры. Архитектурные композиции

### АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОФИЛЯ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Кузнецова Н.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: nata-kus@mail.ru*

**Барышев А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: b\_a\_v96@inbox.ru*

Принятая в январе 2020 года Доктрина продовольственной безопасности РФ предусматривает полную самообеспеченность нашей страны основными видами сельскохозяйственной продукции и повышение экономической доступности качественной пищевой продукции для всего населения страны [1]. Приоритет в развитии сельского хозяйства в Тамбовской области также отдается импортозамещающим производствам, включая овощеводство и плодоводство и продукты их переработки при условии минимизации логистических издержек, определяющих конкурентоспособность продукции [2]. На создание в Тамбовской области производства по переработке плодовой продукции направлена разработка архитектурного проекта завода по производству пектина на 500 тонн в год в Мичуринском районе Тамбовской области.



Мировая потребность в пектине растет в последние годы на 3-4 % в год, что связано с его широким спектром использования. Пектин – это сложный полисахарид, содержащийся почти во всех растительных формах, но наибольшее количество его имеется в цитрусовых, яблоках (особенно кислые сорта) и в сахарной свекле. Жом этих продуктов и используется для производства пектина во всем мире [3]. Своей популярностью пектин обязан двум своим качествам: способностью к желеобразованию и к комплексообразованию (способность выводить из организма человека соли тяжелых металлов и радионуклеидов) [3, 4]. Эти два свойства делают пектин незаменимым во многих отраслях народного хозяйства, а именно: кондитерская промышленность (зефир, пастила, желе и т. д.); консервная промышленность (конфитюры, джемы и т. д.); молочная промышленность (йогурты); масложировая промышленность (майонезы, жидкие маргарины и т. д.); производство диабетического питания; фармацевтическая промышленность (производство Д-галактуроновой кислоты); в геологии (при бурении скважин); в полиграфии (для закрепления печатных материалов) и в некоторых других отраслях [4].

В настоящее время в России нет ни одного работающего предприятия по производству пектина. Весь потребляемый пектин завозится по импорту. Также стоит добавить, что необходимое для производства пектина сырье (яблоки, яблочный жом и жом сахарной свеклы) имеются в нашем регионе в достаточном количестве, то есть сырьевая база Тамбовской области позволяет организовать бесперебойную, круглогодичную загрузку завода. В дополнение к вышесказанному стоит отметить, что на рассматриваемой территории имеется более 20 сельхозпредприятий, производящих различные продукты из яблок. При их переработке остается более 10 тыс. тонн яблочного жома, который необходим в производстве пектина.

Мощность завода, предлагаемая в данном проекте, составит 500 тонн пектина в год, что будет составлять не более 4% процентов общей потребности в российской промышленности.

Целью работы – запроектировать завод по производству пектина для дальнейшего обеспечения всей Тамбовской области и соседних областей качественным товаром. Были подобраны территория, форма, материалы и конструкции зданий завода, произведены расчеты и решены проблемы энергообеспечения здания в соответствии с нормами и правилами (СП 56.13330.2011 Производственные здания, СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания, СП 57.13330.2011 Складские здания, СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий и др.).

*Градостроительство.* На первом этапе был произведен анализ вариантов возможного расположения объекта. Принято решение, что проектируемый объект будет располагаться рядом с селом Кочетовка в Мичуринском районе Тамбовской области. Такое решение обусловлено рядом факторов. Проектируемый комплекс расположен рядом с автомобильной дорогой Р-22 «Каспий» Москва-Астрахань напротив въезда в село Кочетовка. Территория представляет собой поле, в некоторых местах имеются заболоченные участки. Немаловажным преимуществом данного участка является близость расположения сырьевых баз: поблизости имеется большое количество садов по сбору яблок и завод по производству яблочного сока, отходы от которого так необходимы для производства пектина. В качестве альтернативного варианта сырья для производства пектина могут использоваться продукты переработки сахарной свеклы. Многочисленные заводы по переработке свеклы находятся также относительно близко. Расстояние от завода до мест потребления продукции является оптимальным с точки зрения логистики: расположение в центрально-черноземной области обеспечивает связи с практически всеми регионами России. К преимуществам данного участка можно отнести также наличие источников водоснабжения, электроснабжения и газоснабжения; наличие, состояние и возможность использования существующих транспортных путей (автомобильная дорога Р-22 «Каспий» Москва-Астрахань, крупный железнодорожный узел – станция Кочетовка ЮВЖД – дает возможность подведения автодороги и железнодорожной ветки на территорию участка); наличие местных стройматериалов и рабочей силы (строительная база г. Тамбова и г. Мичуринска развита и позволяет выполнить весь комплекс работ по проектированию, строительству и эксплуатации объекта пищевой промышленности); отсутствие существующего собственника участка (требуется перевод земель муниципальной собственности с сельскохозяйственного на промышленное назначение); близость промышленного потенциала г. Мичуринск; наличие квалифицированной рабочей силы завода по производству пектина (агротехнопарк и наукоград г. Мичуринск, ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ООО НПЦ "Агропищепром", ФГБОУ ВО «ТГТУ» и др., возможность привлечения на созданные рабочие места жителей села Кочетовка).

Село Кочетовка расположено в Тамбовской области в 80 км от города Тамбова. Территория ограничена с одной стороны кромкой берега реки Турмасовка, с другой – автомобильной дорогой. Расположение завода по производству пектина на местности представлено на рисунке 1. Площадь выбранного участка составляет 7 га. Территория частично заболочена. Необходимы работы по подготовке территории с подсыпкой грунтом на площади 5 га, с целью формирования рельефа.



Рисунок 1 – Фотофиксация выбранной территории

При проектировании завода по производству пектина учитывается существующая система дорожной сети, обеспечивающей удобные, быстрые и безопасные транспортные связи с данной территорией (рисунок 2).



Рисунок 2 – Расположение участка для проектирования завода на местности



Завод будет располагаться на пересечении двух автомобильных дорог: асфальтированной автомобильной дороги Р-22 «Каспий» Москва-Астрахань и асфальтированной автомобильной дороги село Кочетовка – железнодорожная станция Кочетовка – город Мичуринск (рисунок 3).

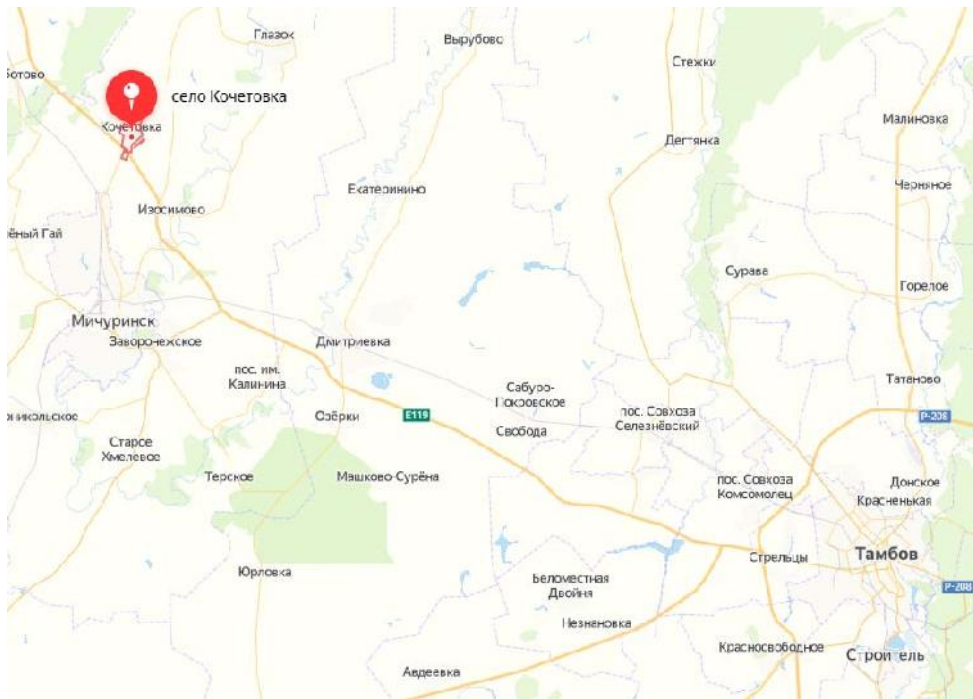


Рисунок 3 – Схема транспортной инфраструктуры

Как видно, проектируемый объект удобно расположен в центре европейской части России и имеет выгодное с точки зрения логистики и транспортной доступности расположение, что позволит производить получение сырья автомобильным транспортом из всех районов Тамбовской области и из соседних областей: Липецкой, Воронежской, Рязанской, Саратовской, Пензенской, Волгоградской и Белгородской.

Помимо этого, с учетом близости крупной железнодорожной станции Кочетовка ЮВЖД, возможна поставка сырья и из южных областей России.

Въезд на территорию производственного комплекса будет осуществляться со стороны асфальтированной автомобильной дороги село Кочетовка – железнодорожная станция Кочетовка – город Мичуринск.

*Генплан.* Завод по производству пектина имеет четкое функциональное разделение на зоны: административно-бытовая, производственная зона, складская, зона вспомогательных зданий и энергетических сооружений. Основной объем проектируемого завода состоит из блоков, имеющих в плане форму прямоугольников. Производственный комплекс пектина имеет три блока: производственный, административно-бытовой и складской, а также вспомогательные здания и сооружения – трансформаторная подстанция, станция очистки сточных вод, здание газовой котельной с парогенератором, здание гаража подъемно-транспортных машин и автотранспорта с автомастерской. Блоки расположены относительно друг друга с учетом особенностей и требований производственного технологического процесса и норм проектирования (рисунок 4).

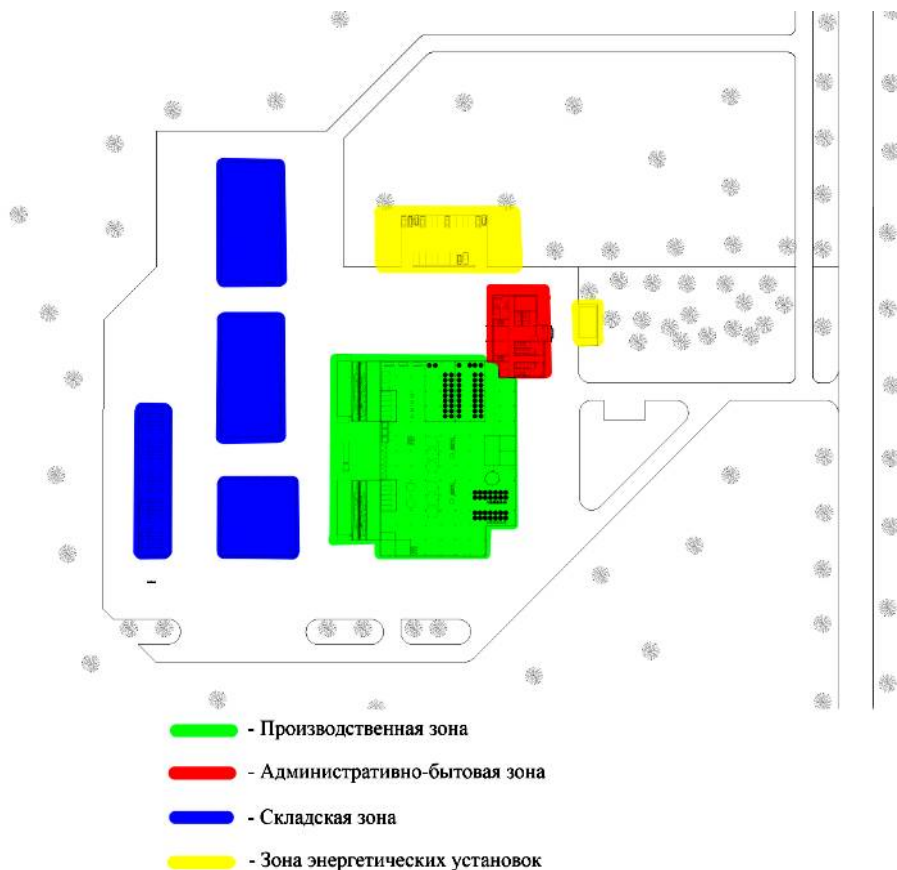


Рисунок 4 – Схема функционального зонирования генплана завода

Проектируемый завод является промышленным пищевым производством, поэтому нужно показать четкие границы участка комплекса и санитарной зоны. Условно выделена территория вокруг всего завода и на ней расположены: пожарный проезд вокруг корпусов, хозяйственные площадки, парковка для работников, стоянки для грузового транспорта, пешеходные и велосипедные дорожки, клумбы, газон, скамейки. Генеральный план разработан с учетом требований СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. Генеральный план территории завода представлен на рисунке 5.

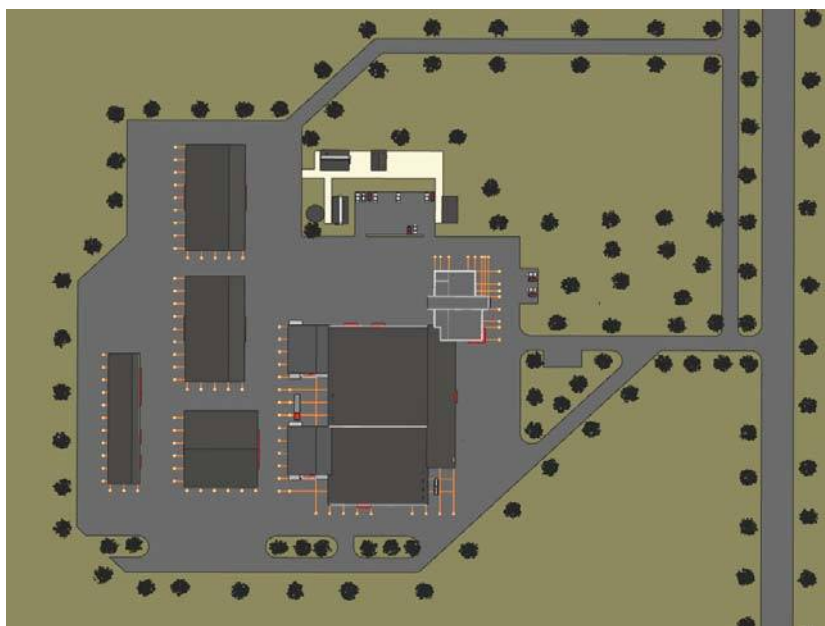


Рисунок 5 – Генеральный план территории завода

*Технологический процесс.* Первым этапом является поступление сырья: яблок и яблочных, свекольных выжимок (жом). При использовании цельных яблок, их сначала моют и обрабатывают специальными химическими и очистительными растворами, затем следует технологическая стадия отжима – прессом выжимают сок (сопутствующий продукт). Сырой яблочный жом поступает на сушку в распылительную сушилку, где находится 16 часов, затем его дробят на измельчителе сухого жома. Сухой яблочный или свекольный жом направляют на вибросито, после – на экстракцию или транспортируют на склад временного хранения жома. Затем идет процесс экстракции с лимонной кислотой на экстракторе в течение 4 часов. Следом полученный полуфабрикат отправляется на фильтрацию и дальнейший отжим с помощью пресса. После данной процедуры образуются отходы, которые временно складываются и затем отправляются на корм скоту. Далее полупродукт проходит разные химические процессы, после чего отправляется на центрифугу и повторно подвергается высушиванию. Готовая продукция – пектин – фасуется в тару и отправляется на склад готовой продукции для дальнейшей отправки потребителю [5-7]. Блок-схема производства пектина представлена на рисунке 6 [5].

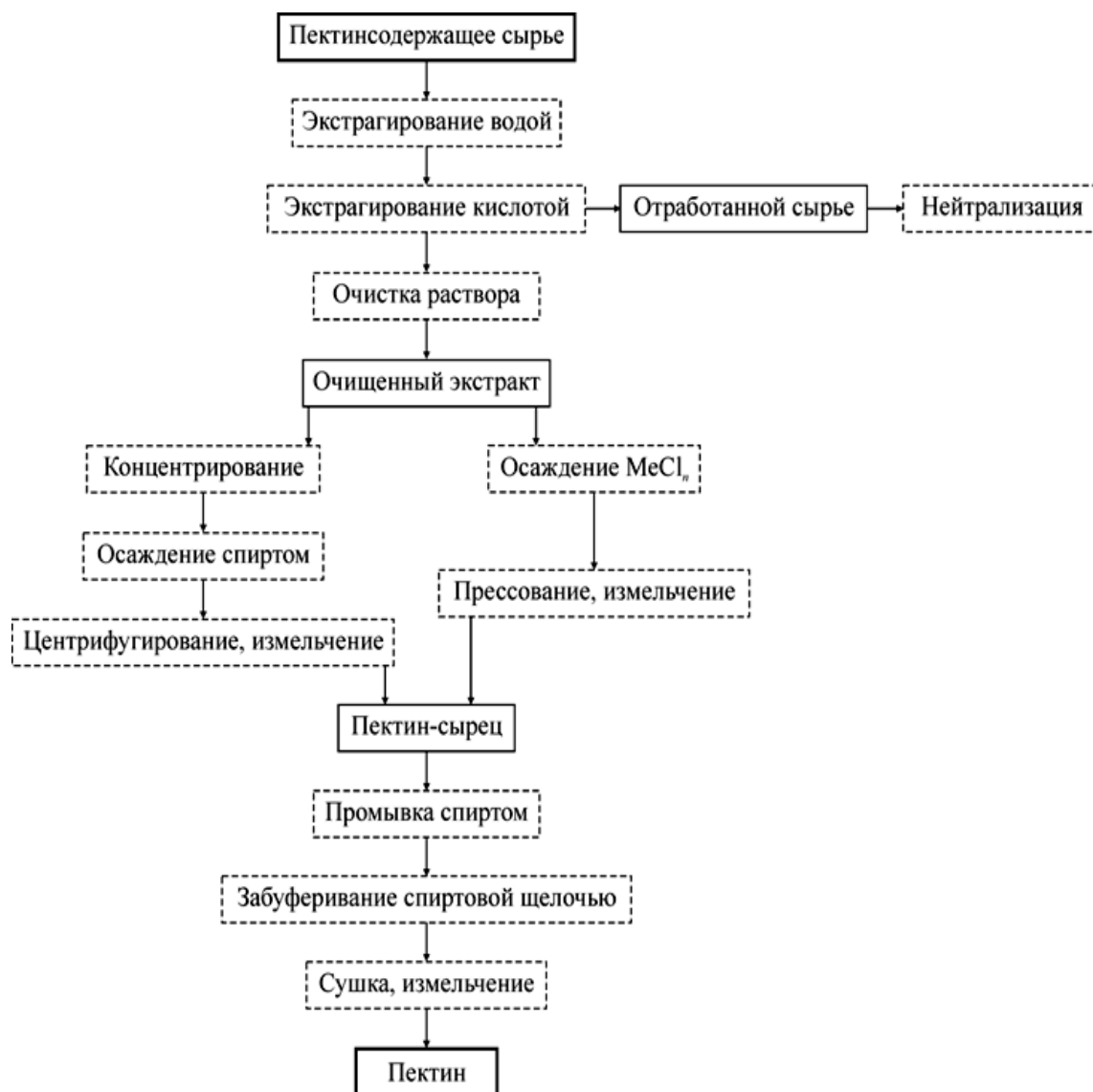


Рисунок 6 – Блок-схема производства пектина

*Объемно-планировочное решение производственных зданий.* Основой объемно-планировочного решения производственного цеха и административно-бытового корпуса служит схема технологического процесса производства пектина. Весь производственный комплекс запроектирован так, чтобы производственный процесс был организован наиболее рационально, а для работающих были бы созданы наилучшие условия труда.

На рисунке 7 показаны технологические блоки в объемно-планировочном решении цеха с учетом технологической схемы, а также дано размещение технологического оборудования.

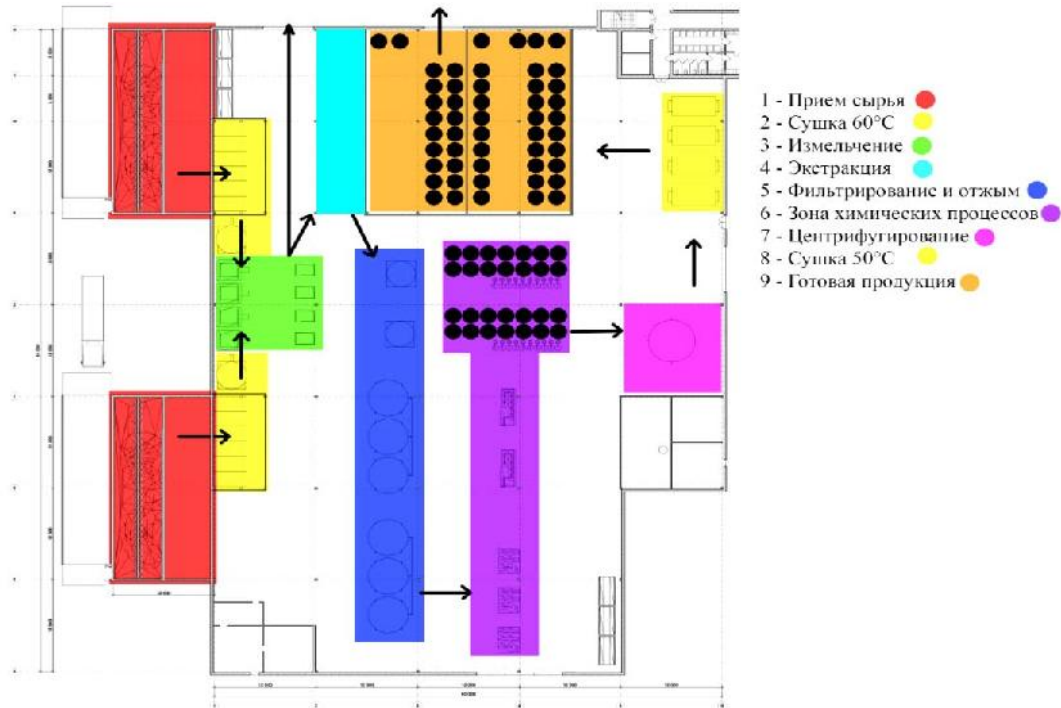


Рисунок 7 – Технологическое зонирование производственного цеха и размещение оборудования

*Архитектурно-художественное решение производственных зданий.* Внешне производственные здания завода представляет из себя простые формы из прямоугольных блоков, гармонично вписанные друг в друга. Благодаря выбору такой простой формы здания выполняют свою функцию наиболее оптимально. Производственный цех выполнен в светло-серых тонах с ярко-красными вставками, что наглядно передает назначение производства завода. Крыша цеха выполнена из темно-серой со скатной кровлей, которая гармонично сочетается с основным цветом. Цокольная часть фасадов выделена небольшой темной линией. На фасадах расположены буквенный и символичный логотипы производственного комплекса в форме яблока. Яркими элементами художественного образа фасадов являются выступающие конструктивные элементы насыщенного ярко-красного цвета в форме буквы «П». Левая часть главного фасада административно-бытового корпуса на уровне второго этажа имеет четко выделяющуюся особенность – архитектурный выступ-балкон с ярким, отличным от основного фона фасада, цветовым и конструктивным решением (рисунки 8, 9).



Рисунок 8 – Главный фасад основного производственного цеха и разрез





Рисунок 9 – Перспективное изображение территории завода



Рисунок 10 – Перспективное изображение основного цеха по производству пектина и АБК

*Конструктивное решение зданий.* Степень огнестойкости производственного цеха – II, класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1, класс конструктивной пожарной опасности – С1, класс пожарной опасности строительных конструкций – К0-К1. Степень огнестойкости административно-бытового корпуса – II, класс функциональной пожарной опасности – Ф 4.3, класс конструктивной пожарной опасности – С1, класс пожарной опасности строительных конструкций К0.

Выбор конструктивной системы здания обусловлен описанным выше объемно-планировочным решением.

Производственный цех имеет каркасную систему из легких металлических конструкций с двутавровыми колоннами высотой 9000 и 12000 мм. Покрытия – металлические балки и фермы пролетом 12 м. Шаг крайних колонн – 6 м, средних – 12 м, увеличенный шаг принят для создания технологического пространства внутри цеха.

Ограждающие конструкции производственного цеха – стены и кровля – выполнены из сэндвич-панелей. Остекление цеха ленточное, рамное, стоечно-ригельное, из алюминиевых замкнутых профилей двухкамерными стеклопакетами.

Для проектируемого завода предусмотрено строительство водоподводящей магистрали для промышленного и бытового использования от существующего источника водоснабжения села Кочетовка.



Проектом предусмотрена очистка сточных вод в блочно-модульной очистной станции перед выводом в канализационную сеть.

Теплоснабжение предприятия предусматривается от собственной блочно-модульной газовой котельной. Газоснабжение котельной производится по газопроводу от газораспределительного пункта рядом с селом Кочетовка.

Электроснабжение предприятия осуществляется от собственной комплектной трансформаторной подстанцию (КТП).

При проектировании комплекса по производству пектина особое внимание уделено экологической стороне организации территории, предусмотрены мероприятия, обеспечивающие защиту окружающей природной среды при строительстве и эксплуатации объекта.

#### Список использованных источников

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года N 20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/564161398>, свободный – (10.09.2020).

2. Постановление администрации Тамбовской области от 21.11.2012 N 1443 (ред. от 15.02.2019) "Об утверждении Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Тамбовской области" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://gtm.tmbreg.ru/assets/files/targets-program/1443%20%20%D0%BE%D1%82%2021\\_11\\_2012.pdf](http://gtm.tmbreg.ru/assets/files/targets-program/1443%20%20%D0%BE%D1%82%2021_11_2012.pdf), свободный – (10.09.2020).

3. Икласова А.Ш., Сакипова З.Б., Бекболатова Э.Н. Пектин: состав, технология получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности // Вестник КазНМУ. 2018. №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pektin-sostav-tehnologiya-polucheniya-primeneniye-v-pischevoy-i-farmatsevticheskoy-promyshlennosti>, свободный (10.09.2020).

4. Руспектин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruspectin.ru/> , свободный – (01.01.2020).

5. Технология производства пектиновых веществ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://chemanalytica.com/book/novyuy\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/06\\_syre\\_i\\_produkty\\_promyshlennosti\\_organicheskikh\\_i\\_neorganicheskikh\\_veshchestv\\_chast\\_II/5374](http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5374), свободный – (01.01.2020).

6. НПО «Пектин по-русски» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/39100494-Tehniko-ekonomicheskoe-obosnovanie-na-proizvodstvo-pektina.html> , свободный – (01.01.2020).

7. One pectin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.1pectin.com/about/> , свободный – (01.01.2020).

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАССЕЙВАЮЩИХ ЗВУК ПРЕДМЕТОВ НА АКУСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОМЕЩЕНИЙ

**Макаров А.М.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», gsiad@mail.tambov.ru*

**Матвеева И.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», gsiad@mail.tambov.ru*

**Соломатин Е.О.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», gsiad@mail.tambov.ru*

**Леденев В.И.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», gsiad@mail.tambov.ru*

Размещение в помещениях технологического оборудования, приводит к рассеянию на их поверхностях звуковых лучей. В результате этого происходит существенное уменьшение их длин пробега. Уменьшение длин пробега в свою очередь ведет к увеличению количества актов поглощения в единицу времени и, соответственно, к ускорению процесса затухания отраженной звуковой энергии. В статье приведены результаты исследования времени реверберации и длины среднего пробега звуковых лучей и на их основе произведен анализ влияния оборудования на средние коэффициенты звукопоглощения помещений. При исследованиях использована методика, основанная на реверберационном подходе.

Сущность реверберационного подхода заключается в определении времени реверберации и средней длины свободного пробега методом прослеживания звуковых лучей (*raytracing*) [1]. Полученные сведения о средней длине свободного пробега  $l_{\text{ср. ray}}^{\text{p}}$  и времени реверберации  $T_{\text{ray}}$  дают возможность определять средний коэффициент звукопоглощения помещения  $\alpha_{\text{ср. ray}}^{\text{p}}$ , используя известную формулу Эйринга в виде

$$T_{\text{ray}} = 0.041 \cdot l_{\text{ср. ray}}^{\text{p}} / (-\ln(1 - \alpha_{\text{ср. ray}}^{\text{p}})), \quad (1)$$

где  $l_{\text{ср. ray}}^{\text{p}}$  – средняя длина свободного пробега в помещении с рассеивателями, определяемая с учетом энергетической значимости звуковых лучей [2];  $T_{\text{ray}}$  – время реверберации в помещении с рассеивателями, вычисляемое по спаду уровней отраженной звуковой энергии после прекращения действия источника;  $\alpha_{\text{ср. ray}}^{\text{p}}$  – расчетный средний коэффициент звукопоглощения в помещении с рассеивателями.

Для реализации методики разработана специальная компьютерная программа. Расчет среднего коэффициента звукопоглощения  $\alpha_{\text{ср. ray}}^{\text{p}}$  производится в программе в следующем порядке:

- определяются спады уровней шума во времени и по стандартной методике находится время реверберации;
- с учетом энергетической значимости лучей определяется средняя длина свободного пробега;
- при известных значениях времени реверберации и средней длины свободного пробега по формуле (1) производится расчет величины среднего коэффициента звукопоглощения.

Оценка достоверности предложенной методики выполнена при компьютерном моделировании акустических процессов в пустых помещениях различных пропорций с известными коэффициентами звукопоглощения поверхностей и, соответственно, с известным средним коэффициентом звукопоглощения помещения, определяемым как

$$\alpha_{\text{ср}}^{\text{n}} = \left( \sum_i \alpha_i S_i \right) / S_{\text{отр}}, \quad (2)$$

где  $\alpha_i$ ,  $S_i$  – заданный коэффициент звукопоглощения и площадь  $i$ -ой поверхности ограждения;  $S_{\text{огр}}$  – общая площадь поверхностей ограждений помещения. Расчет средних коэффициентов звукопоглощения в программе производился по формуле

$$\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{п}} = 1 - \exp(-0.041 \cdot l_{\text{ср.рай}} / T_{\text{рай}}) ; \quad (3)$$

$l_{\text{ср.рай}}$  – средняя длина свободного пробега в пустом помещении, определяемая в программе с учетом энергетической значимости звуковых лучей;  $T_{\text{рай}}$  – время реверберации в пустом помещении, вычисляемое в программе по спаду уровней отраженной звуковой энергии после прекращения действия источника.

Результаты расчетов средней длины свободного пробега  $l_{\text{ср.рай}}$ , времени реверберации  $T_{\text{рай}}$ , расчетного  $\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{п}}$  и заданного  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}$  средних коэффициентов звукопоглощения помещения, а также их соотношения в виде  $K = \alpha_{\text{ср}}^{\text{п}} / \alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{п}}$  представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что расчетные средние коэффициенты  $\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{п}}$  имеют значения, близкие к точным значениям средних коэффициентов  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{п}}$  помещений, и особенно, при больших коэффициентах звукопоглощения потолка ( $\alpha_{\text{пот}} \geq 0.3$ ). В целом расхождения находятся в пределах от 1 до 11 % и в конечном итоге не оказывают существенного влияния на точность расчетов уровней звукового давления в помещениях. Погрешность определения уровней не превышает 1 дБ.

Предложенная методика использована нами для оценки влияния рассеивающих звук предметов на акустические характеристики помещений различных геометрических пропорций.

Ниже приведены результаты исследования влияния рассеивателей на звукопоглощающие характеристики в длинном и плоском производственном помещении. Расчеты выполнялись при равномерном размещении в них 80 и 81 рассеивателя. Размеры рассеивателей –  $1.5 \times 1.5 \times 1.5$  м. Расстояние между гранями рассеивателей принималось равным 2.0 м. Предметы размещались симметрично относительно центра помещения и равномерно заполняли всю площадь пола. Коэффициенты звукопоглощения поверхностей рассеивателей  $\alpha_{\text{рас}}$  принимались равными 0.05 и 0.15.

Таблица 1

Средние коэффициенты звукопоглощения пустых помещений

Форма и размеры помещения, м	$\alpha_{\text{ст}}, \alpha_{\text{пол}}$	$\alpha_{\text{пот}}$	$l_{\text{ср.рай}}$	$T_{\text{рай}}$	$\alpha_{\text{ср}}$	$\alpha_{\text{ср.рай}}$	$K$
Соразмерное 18×18×6	0.05	0.05	7.282	6.452	0.05	0.045	1.111
		0.10	7.287	4.936	0.065	0.059	1.102
		0.20	7.322	3.294	0.095	0.087	1.092
		0.30	7.353	2.440	0.125	0.116	1.078
		0.40	7.379	1.918	0.155	0.146	1.062
		0.50	7.384	1.616	0.185	0.171	1.082
Длинное 72×18×6		0.60	7.451	1.280	0.215	0.212	1.014
		0.05	8.656	7.673	0.05	0.045	1.111
		0.10	8.692	5.667	0.068	0.061	1.115
		0.20	8.757	3.629	0.103	0.094	1.096
		0.30	8.809	2.541	0.138	0.132	1.045
		0.40	8.857	2.006	0.174	0.169	1.030
Плоское 36×36×6	0.50	8.902	1.675	0.209	0.200	1.045	
	0.60	8.962	1.288	0.244	0.245	0.996	
	0.05	9.142	8.032	0.05	0.046	1.087	
	0.10	9.165	5.866	0.069	0.062	1.113	
	0.20	9.239	3.723	0.106	0.097	1.093	
	0.30	9.289	2.643	0.144	0.134	1.075	
	0.40	9.376	2.058	0.181	0.172	1.052	
	0.50	9.432	1.631	0.219	0.212	1.033	
	0.60	9.533	1.350	0.256	0.252	1.016	

На рисунке 1 приведены графики полученных расчетных средних коэффициентов  $\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{п}}$ . Для сравнительного анализа дополнительно на рисунках даны также графики средних коэффициентов  $\alpha_{\text{ср}}$ ,  $\alpha_{\text{ср(1)}}^{\text{п}}$  и  $\alpha_{\text{ср(2)}}^{\text{п}}$ , определяемые по формулам (4), (5), и (6).

$$\alpha_{\text{ср}} = \left( \sum_i \alpha_i S_i + \alpha_{\text{рас}} \Delta S_{\text{рас}} \right) / S_{\text{орг}}, \quad (4)$$

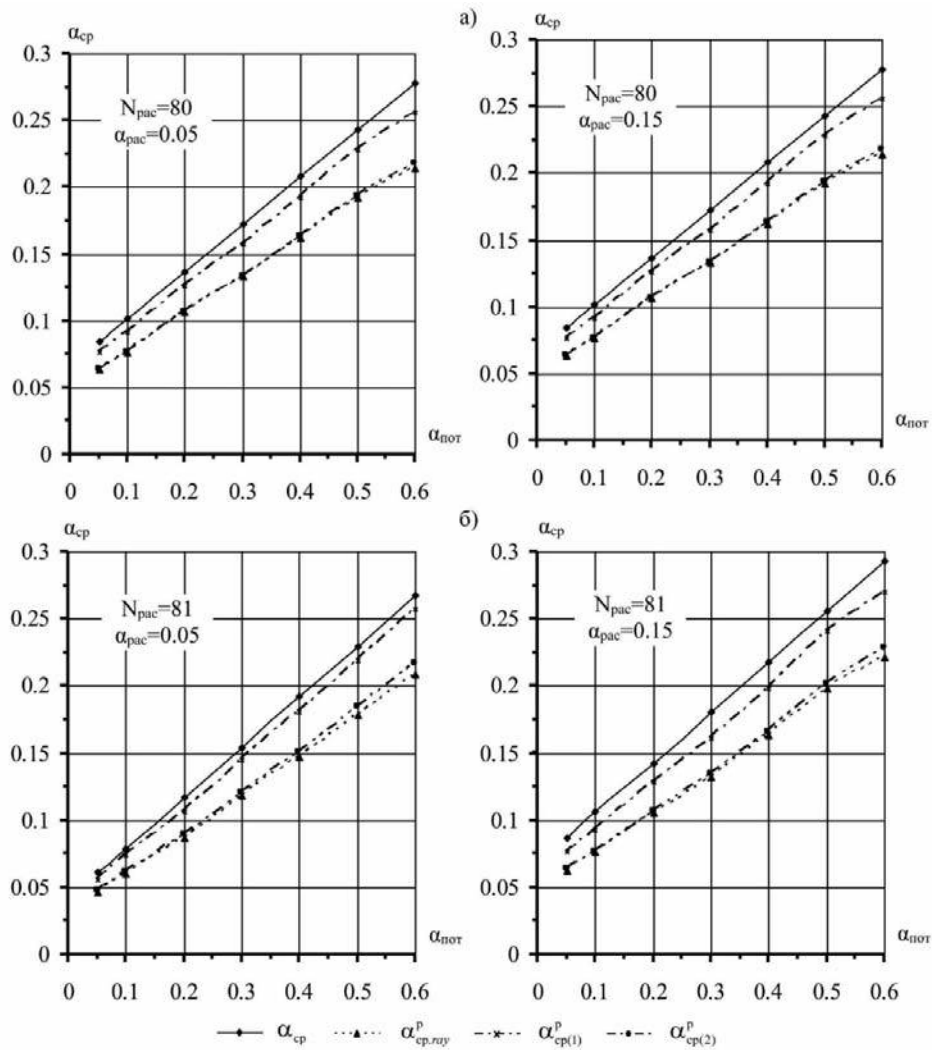


Рисунок 1 – Зависимость средних коэффициентов звукопоглощения:  
а) длинного и б) плоского помещений от коэффициента звукопоглощения потолка ( $\alpha_{\text{пот}}$ ).

$$\alpha_{\text{ср}(1)}^p = 1 - \exp(-0.041 \cdot l_{\text{ср}} / T_{\text{ray}}), \quad (5)$$

$$\alpha_{\text{ср}(2)}^p = 1 - \exp(-0.041 \cdot l_{\text{ср}}^p / T_{\text{ray}}). \quad (6)$$

В формулах (4) – (6)  $\alpha_i$ ,  $S_i$  и  $S_{\text{орг}}$  – то же, что и в формуле (2);  $\alpha_{\text{рас}}$ ,  $\Delta S_{\text{рас}}$  – коэффициент звукопоглощения и дополнительная площадь, вносимая в помещение рассеивателями;  $l_{\text{ср}}$  – средняя длина пробега лучей, определяемая как

$$l_{\text{ср}} = 4V / S_{\text{орг}}; \quad (7)$$

$l_{\text{ср}}^p$  – средняя длина пробега лучей при наличии в помещении технологического оборудования, определяемая как

$$l_{\text{ср}}^p = 4(V - \Delta V_{\text{рас}}) / (S_{\text{орг}} + \Delta S_{\text{рас}}); \quad (8)$$

$V$  – объем помещения;  $\Delta V_{\text{рас}}$  – объем, занимаемый в помещении рассеивателями;  $T_{\text{ray}}$  – то же, что и в формуле (1).

Коэффициент  $\alpha_{\text{ср}}$ , определяемый по формуле (4), является средним коэффициентом звукопоглощения помещения, приведенный к площади ограждений пустого помещения. Коэффициент  $\alpha_{\text{ср}(1)}^{\text{p}}$ , вычисляемый по формуле (5), соответствует средним коэффициентам звукопоглощения помещений с рассеивателями, определяемый в натуральных условиях помещений на основании результатов измерений времени реверберации  $T_{\text{изм}}$  и последующих расчетов  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{p}}$  по формуле Эйринга в виде

$$T_{\text{изм}} = 0.164V / (-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}^{\text{p}})S_{\text{огр}}) = -0.041 \cdot l_{\text{ср}} / (-\ln(1 - \alpha_{\text{ср}}^{\text{p}})) \quad (9)$$

Из графиков видно, что средние коэффициенты, определяемые по формулам (4) и (5) достаточно близки между собой, но существенно превышают реальные величины коэффициентов, вычисляемых по формулам (1) и (6). Последнее обстоятельство привело к появлению неверного мнения о том, что технологическое оборудование, размещаемое в реальных помещениях, в целом имеет более высокие коэффициенты звукопоглощения, чем коэффициенты звукопоглощения их поверхностей. Связано это с тем, что при определении коэффициентов  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{p}}$  по данным измерений в натуральных условиях времени реверберации  $T_{\text{изм}}$  в формуле (9) используется длина среднего свободного пробега  $l_{\text{ср}}$ , определяемая по формуле (7) как для пустого помещения. Длина  $l_{\text{ср}}$  существенно больше реальной длины среднего свободного пробега  $l_{\text{ср.рай}}^{\text{p}}$  в помещениях с рассеивателями и, соответственно, коэффициенты  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{p}}$  оказываются больше реальных коэффициентов  $\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{p}}$ . Нами установлено, что более близкие значения длин пробега к величине  $l_{\text{ср.рай}}^{\text{p}}$  дает формула (8). Об этом свидетельствуют результаты расчетов  $\alpha_{\text{ср}(2)}^{\text{p}}$ , выполненных по формуле (6). Расхождения приведенных на графиках рис. 1 величин  $\alpha_{\text{ср.рай}}^{\text{p}}$  и  $\alpha_{\text{ср}(2)}^{\text{p}}$  не превышают 2%. Следовательно, при определении средних коэффициентов  $\alpha_{\text{ср}}^{\text{p}}$  по результатам измерений времени реверберации  $T_{\text{изм}}$  необходимо в формуле (9) использовать вместо  $l_{\text{ср}}$  величину  $l_{\text{ср}}^{\text{p}}$ , определяемую по формуле (8).

В целом результаты выполненных исследований показывают, что предложенная методика достаточно объективно оценивает процессы затухания отраженной звуковой энергии в помещениях с рассеивателями. Она позволяет более надежно определять средние коэффициенты звукопоглощения помещений и, соответственно, более достоверно оценивать уровни шума в помещениях с технологическим оборудованием и иными рассеивающими звук предметами.

Следует отметить, что приведенная выше методика может быть использована в тех случаях, когда отражение звука от поверхностей соответствует диффузной модели отражения. Нами установлено, что в большинстве случаев отражение звука имеет зеркально-диффузный характер, при котором часть энергии отражается зеркально, а часть ее рассеивается диффузно [3]. В результате этого отраженное звуковое поле определяется звуковой энергией зеркальных лучей и энергией, образующейся при диффузном отражении звука [4]. В этом случае акустические характеристики помещений должны определяться отдельно для зеркальной и диффузной составляющих отраженного звукового поля. В настоящее время этот подход реализован нами в разработанных методах расчета энергетических параметров звуковых полей [4,5,6]. При этом при расчетах диффузной составляющей отраженной энергии используются акустические характеристики помещений, определяемые по изложенной выше методике.

#### Список использованных источников

1. Schroeder M.R. Computer models for concert hall acoustics // Amer. J. Phys., 1973. V.41. №4. P. 461-471.
2. Tsukernikov, I. Acoustic characteristics analysis of industrial premises with process equipment / I. Tsukernikov, A. Antonov, V. Ledenev, I. Shubin, T. Nevenchannaya // Applied Mathematics and Physics. – 2016. – Т. 4. – С. 206-210.
3. Антонов, А.И. Влияние характера отражения звука от ограждений на выбор метода расчета воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях / А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Приволжский научный журнал. – 2017. – № 2 (42). – С. 16-23.
4. Антонов, А.И. Комбинированный метод расчета шумового режима в производственных зданиях теплоэлектроцентралей / А.И. Антонов, В.И. Леденев, Е.О. Соломатин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 2 (22). – С. 16-24.



5. Гусев, В.П. Комбинированный метод расчета уровней шума в крупногабаритных газоздушных каналах / В.П.Гусев, В.И.Леденев, М.А.Солодова, Е.О.Соломатин // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3-1. – С. 33-38.

6. Tsukernikov, I. Noise calculation method for industrial premises with bulky equipment at mirror-diffuse sound reflection / I. Tsukernikov, I. Shubin, A. Antonov, V. Ledenev, T. Nevenchannaya // Сборник: Procedia Engineering. Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics and Vibroacoustics of Machines, DVM 2016. 2017. С. 218-225.

УДК 72.036

67.07.03: Теория архитектуры, Архитектурные композиции

## **ОБЪЕКТЫ СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА РОСТОВА-НА-ДОНУ 1960–1980-х гг.**

**Сидоренко Н.Р.,**

*ФГАОУ ВО Южный Федеральный Университет, Академия архитектуры и искусств, аспирант  
кафедры истории архитектуры, искусства и архитектурной реставрации,  
e-mail: ya.sinaro@yandex.ru*

Во второй половине XX века перед советским градостроительством возник ряд вопросов, определивший развитие отрасли в новом направлении. Многие города были разрушены, планировочные системы утрачены. Важнейшей задачей стала необходимость восстановления городской среды с учетом современных тенденций, в определении которых и заключалась сложность – каким должен быть город; по каким принципам он должен существовать и развиваться? Массовая разработка генеральных планов на рубеже 1960–1970-х гг. (Москва, 1971 г.; Ленинград, 1966 г.; Киев, 1966 г.; Днепропетровск, 1967 г.; Тольятти, 1967 г.; Ростов-на-Дону, 1971 г. и др.) ознаменовала переход градостроительства на новый этап «под знаком осознания проектировщиками ... огромного градоформирующего значения экономии территории города, необходимости компактных решений за счет увеличения плотности городской застройки...» [4, с.11].

Стремление к обоснованному уплотнению городской ткани обозначило необходимость уделять больше внимания групповой форме сооружений, что, в свою очередь, позволило выдвинуть важный тезис об архитектуре модернизма, сформулированный японским архитектором, обладателем Притцкер-овской премии Фумихико Маки: «Отдельное здание теряет свое значение по сравнению с коллективной общей формой» [5, с.446].

Актуален такой подход в 1960–1980-е гг. был и для Ростова-на-Дону. Как отмечали авторы «Архитектурной летописи Ростова-на-Дону» Г.В. Есаулов и В.А. Черницына, «сложившаяся среда Ростова требовала ... точного учета градостроительных ситуаций, диктующих расстановку композиционных масс проектируемых объектов, что достигалось строительством крупных общественных зданий» [7, с.241]. На территории Ростова-на-Дону, как и по всей стране, развернулось активное строительство различных по функции общественных сооружений, среди которых значимое место занимали объекты спортивного назначения. Это определялось двумя основными причинами: во-первых, необходимостью создания условий для подготовки советских спортсменов, конкурентоспособных на мировом уровне; во-вторых, требованием к формированию новой городской среды, способной обеспечить оздоровительное обслуживание граждан через привлечение к занятиям спортом [15].

Основная цель работы – выявить способы включения зданий спортивных сооружений периода советского модернизма в городскую застройку Ростова-на-Дону и определить их роль в формировании пространственной организации сложившейся структуры города до 1960-х гг. и созданных в 1960–1980-х гг. новых микрорайонов.

Необходимо отметить, что во второй половине XX века генеральный план Ростова-на-Дону в соответствии с тенденциями времени менялся несколько раз. Первый послевоенный генплан города 1945 г. был разработан одним из пионеров научного советского градостроительства Н.В. Семеновым совместно с группой московских специалистов, а также с привлечением ростовских зодчих для разработки отдельных узлов. В 1951 г. произошла корректировка этого варианта в пользу увеличения доли жилищного строительства средней этажности (4–5 этажей) в связи с ориентацией строительной сферы на индустриальные методы возведения зданий. В 1960–1963-м гг. генплан города вновь был изменен группой специалистов «Ростовгражданпроекта» под руководством И.В. Баглая. В основу проекта заложена прогрессивная планировочная структура жилой части Ростова, заключающаяся в членении территории на микрорайоны – новую единицу пространственной организации [13]. В 1971 г. Со-

ветом Министров РСФСР был одобрен Генеральный план развития Ростова-на-Дону до 2001 г., разработанный в «Ростовгражданпроекте» под руководством Н.Н. Нерсисянца и заслуженного архитектора РСФСР Л.В. Кузнецова [11]. В Новом генплане были максимально учтены все требования современного градостроительства: вывод из жилой зоны промышленных предприятий, застройка новых территорий с образованием микрорайонов с организацией четырехступенчатой системы обслуживания, создание озелененных рекреационных и пригородных зон, масштабная реконструкция исторического центра. В связи с этим имеет смысл рассматривать включение спортивных сооружений в городскую среду с точки зрения их расположения в структуре города, сложившейся до 1960-х гг., или на территориях микрорайонов, реализованных в период советского модернизма.

«Одно из важнейших мест в городской планировке выделялось рекреационным территориям. Благоустройство озелененных зон рассматривалось как часть архитектурного решения городской среды и являлось ответом на поставленные перед архитекторами вопросы экологии, охраны природы, эстетического визуального облика застройки» [8, с.47]. Территории парков в пределах сложившейся до 1960-х гг. застройки города позволяли расположить крупные спортивные комплексы. Например, парк им. Н. Островского стал местом для размещения целого ряда спортивных объектов самого крупного ростовского промышленного предприятия «Ростсельмаш» (рисунок 1, а): плавательный крытый бассейн «Коралл» (1976 г., арх. мастерская «Ростовгражданпроекта», на основе типового проекта 2С-09-15), футбольный стадион «Ростсельмаш» (реконструкция 1970–1980-х гг., проектный институт «Ростоблпроект»), борцовский зал «Геркулес» (1976 г.), ростовский клуб туристов «Планета» (1979 г., индивидуальный проект). В студенческом парке Ростовского института сельскохозяйственного машиностроения (в настоящее время – студенческий парк ДГТУ) в 1960-х гг. были устроены открытые баскетбольные, волейбольные площадки, футбольное поле, крытые спортивные павильоны, а в 1971 г. вошел в строй универсальный игровой и гимнастический зал [3] (рисунок 1, б). В новых районах парковые зоны предусматривали в основном пешеходные прогулки и семейный отдых, однако существуют примеры размещения спортивных сооружений и на территориях скверов: в 1978 г. вдоль просп. Михаила Нагибина проектировщиками «Южгипроводхоза» была разработана организующая пространство жилого микрорайона между проспектами Ленина и Нансена рекреационная зона со спортивным комплексом «Октябренок» (рисунок 1, в).



Рисунок 1 – Схема градостроительной ситуации:

а) парк им. Н. Островского; б) студенческий парк ДГТУ; в) спортивный комплекс «Октябренок» (ДЮСШ №10)

Генплан 1971 г. предполагал придать большее значение центральным проспектам. Закреплялись эти направления созданием архитектурно-планировочных узлов – площадей [11]. Их формирование осуществлялось посредством строительства сооружений общественного назначения, в том числе спортивных комплексов. Примером такого подхода является группа спортивных объектов спортобщества «Динамо» – плавательный крытый бассейн «Волна», легкоатлетический стадион «Динамо», Дом спортобщества «Динамо» (рисунок 2, а). Комплекс участвует в формировании визуального облика вытянутой по форме площади Гагарина. Восемнадцатиметровый отступ от дороги позволил организовать перед входом бульварную зону. Поддерживаемая вытянутым корпусом здания НИИ «Градиент» (1970-е гг.) группа спортивных объектов подчеркивает направление значимой городской магистрали. Спортивные сооружения, представляющие собой комплексы, играют важную роль в стабилизации городской структуры сложившихся до 1960-х гг. районов с высокой плотностью застройки посредством организации окружающей среды. Ярким примером спортивного сооружения, выполняющего подобную функцию, является разработанный в 1966–1967 гг. специалистами «Ростовгражданпроекта»

по типовому проекту 2С-09-35 (140-69) «Союзпроекта» Дворец Спорта. Перед его главным фасадом организована просторная площадь со стеллой и фонтаном, вдоль торцов – пешеходные бульвары. С западной стороны в 1980 г. построен Ледовый каток «Снежинка» [6]. Среди жилых кварталов многоэтажной и малоэтажной частной застройки спортивный комплекс выступил в качестве общественного пространства, разрывающего плотную структуру района (рисунок 2, б).

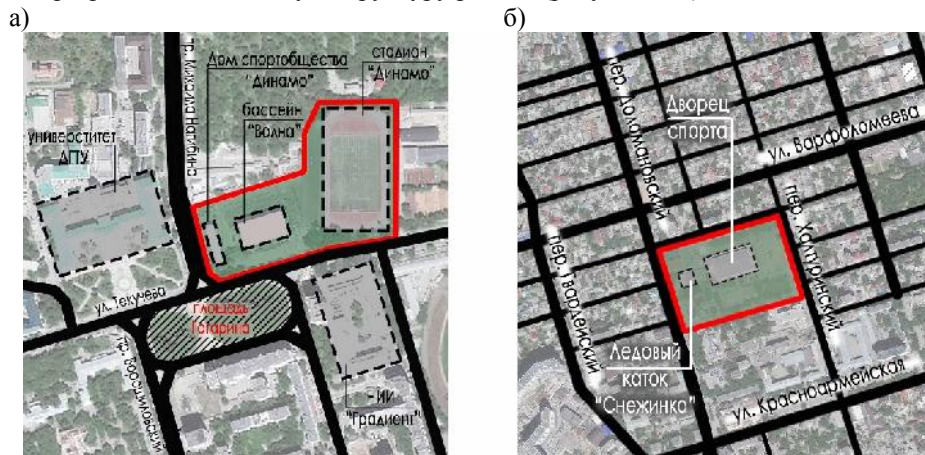


Рисунок 2 – Схема градостроительной ситуации:  
а) комплекс спортобщества «Динамо»; б) комплекс Дворца Спорта

Аналогичную роль (организация пространственных планировочных узлов в плотной городской застройке) играли группы спортивных объектов и в структуре новых районов. В 1961 г. на проспекте Стачки была создана спортивная база железнодорожников, элементами которой стали велотрек, игровые поля, спортивный манеж и легкоатлетический стадион «Локомотив» с организованной перед его входной группой благоустроенной площадью (рисунок 3, а). В одном из районов Северного Жилого Массива значимым элементом, сформировавшим включенный в жилую застройку общественный центр между улицами Ленина и Ларина, стал построенный в 1980 г. по типовому проекту спортивный комплекс РИИЖТа вместе с легкоатлетическим стадионом и группой спортивных площадок [2] (рисунок 3, б)

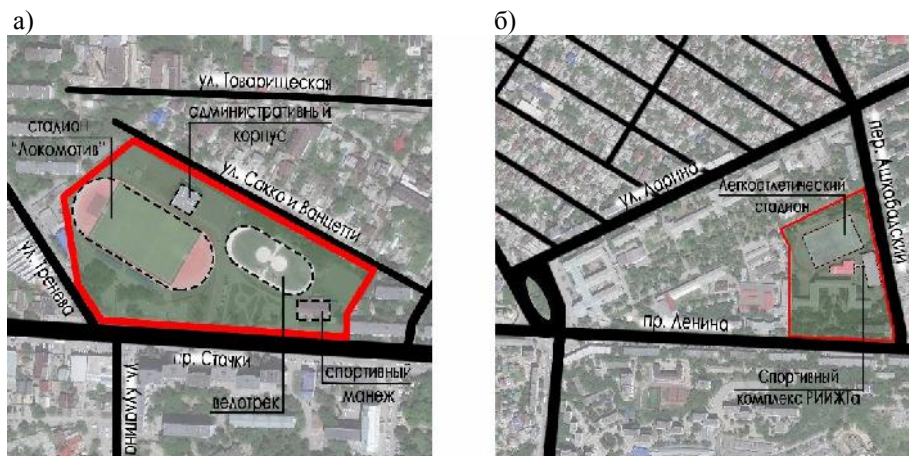


Рисунок 3 – Схема градостроительной ситуации:  
а) спортивная база «Локомотив»; б) спортивный комплекс РИИЖТа

«Главное из особых качеств исторического центра[Ростова] – наличие помещений с большим объемом внутреннего пространства – больших пространств», которые заполняются преимущественно общественной функцией и являются основой стабилизации планировочной структуры городского центра [1]. Этот тезис можно отнести в целом к структуре города, сложившейся до 1960-х гг. Общественные здания, в том числе отдельно стоящие спортивные сооружения, становились визуальным акцентом окружающей застройки. В конце 1980-х гг. по видоизмененному типовому проекту был сооружен бассейн «Бриз» (рисунок 4). Обладающее в целом компактными формами и органично вписанное (с точки зрения градостроительного планировочного решения) в жилую застройку здание бассейна, благодаря архитектурно-художественному облику, стало визуальной доминантой фрагмента района.





Рисунок 4 – Плавательный бассейн «Бриз», конец 1980-х гг., на основе типового проекта

Создание новых районов в Ростове-на-Дону в период 1960–1980-х гг. связано прежде всего с двумя крупными жилыми массивами, в основу которых были заложены прогрессивные методы планировки, – Западным (начало строительства: 1964 г.; авторы: проектный институт «Ростовгражданпроект» – рук. В.И.Симонович, арх. Л.П. Адамкович, Б.Г. Бельченко, Я.С. Занис, Л.П. Пушкина) и Северным (начало строительства: 1973 г.; авторы: арх. Г.В. Иванов, Н.Н.Нерсесьянц, Л.К. Киселева). Территорию Западного Жилого Массива (ЗЖМ) планировалось разбить на 8 микрорайонов таких размеров, которые позволяют внутри каждого из них расположить сложный комплекс объектов культурно-бытового назначения, в том числе организовать спортивные зоны в виде озелененных открытых площадок. В планировке Северного Жилого Массива (СЖМ) были учтены ошибки в разработке ЗЖМ, что отразилось, например, в восприятии массового жилого строительства в качестве фона, на котором композиционно разместились крупные общественные, зрелищные, культурно-бытовые здания, являющиеся архитектурными акцентами застройки [12]. Упор при проектировании районов в период 1960–1980-х гг. был сделан в сторону преимущественного решения жилищной проблемы и максимально рационального размещения жилых групп в сочетании с необходимыми для полноценной жизнедеятельности функциональными сферами. В связи с этим важную роль в организации спортивного досуга граждан стали играть стадионы, возводимые при начальных и средних образовательных учреждениях, которые могли использоваться не только обучающимися, но и жителями соответствующих районов. Если для ЗЖМ характерно скорее создание небольшого спортивного игрового поля, прилегающего к школе (лицей №103, школа №87, школа №31 и т.д.) (рисунок 5), то в структуре СЖМ отчетливо прослеживается подход, при котором в каждом микрорайоне две школы группируются вокруг единого спортивно-ядра (школа №107 и гимназия №118; школа №101 и школа №99) (рисунок 6).

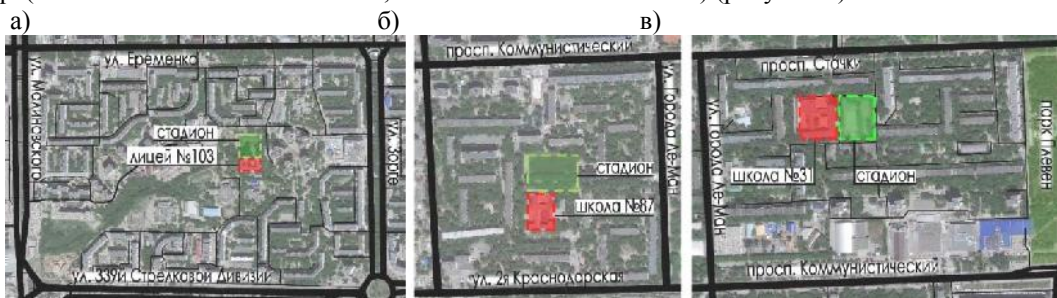


Рисунок 5 – Схема градостроительной ситуации:  
а) лицей №103; б) школа №87; в) школа №31



Рисунок 6 – Схема градостроительной ситуации: школы №99, №101, №107; лицей №11



Важно отметить, что в период 1960–1980-х гг. остался нереализованным целый ряд спортивных сооружений, которые были разработаны ростовскими специалистами по индивидуальным проектам, а значит, среди прочих функций выполняли решение тех или иных пространственных задач. В 1967 г. была запланирована реконструкция расположенного на пересечении ул. Большой Садовой и пер. Крепостного, выполненного в неоклассических формах Дома физкультуры. Над новыми планами и обликом сооружения работали специалисты проектного института «Ростовгражданпроект» [10]. Строгий лаконичный объем, лишенный декоративных деталей, по сравнению с насыщенными элементами существующим зданием являлся логичным завершающим строением северной части центральной улицы города вместе с прилегающим к нему с восточной стороны парком им. 1 мая и запланированной пристройкой семиэтажного врачебно-физкультурного диспансера к северному фасаду (рисунок 7).

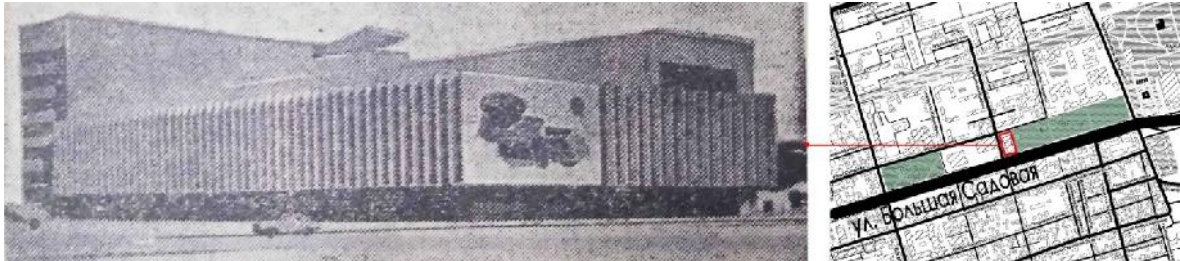


Рисунок 7 – Дом физкультуры, проект реставрации 1967 г., проектный институт «Ростовгражданпроект» [10]

В 1978 г. архитекторы «Ростовгражданпроекта» Л.А. Носов и В.П. Тютюнников занимались составлением рабочей документации оригинальноконно-спортивного манежа, соответствующего олимпийским стандартам и предназначенного для проведения соревнований по верховой езде высшего класса [14]. На сохранившемся рисунке проекта ясно видно общее объемно-композиционное решение сооружения. Изломы форм объекта позволяют предполагать, что манеж имел угловое расположение и в городском пространстве должен был фиксировать пересечение двух улиц путем формирования небольшой площади перед входной группой (рисунок 8). Аналогичная задача стояла перед спортивным комплексом на углу ул. Максима Горького и просп. Театрального, разработкой которого в 1978 г. занимался коллектив института «Роспроектсельстройиндустрия». Рядом с решенным в модернистских формах четырехэтажным зданием школы спортивного мастерства были запроектированы восстановительный центр и гостиница [9]. Перед сооружениями предполагалось организовать благоустроенную площадь (рисунок 9).

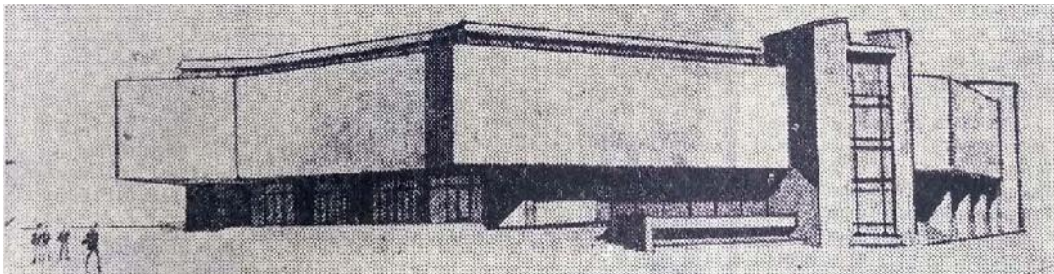


Рисунок 8 – Конно-спортивный манеж, проект 1978 г., авторы Л.А. Носов, В.П. Тютюнников [14]

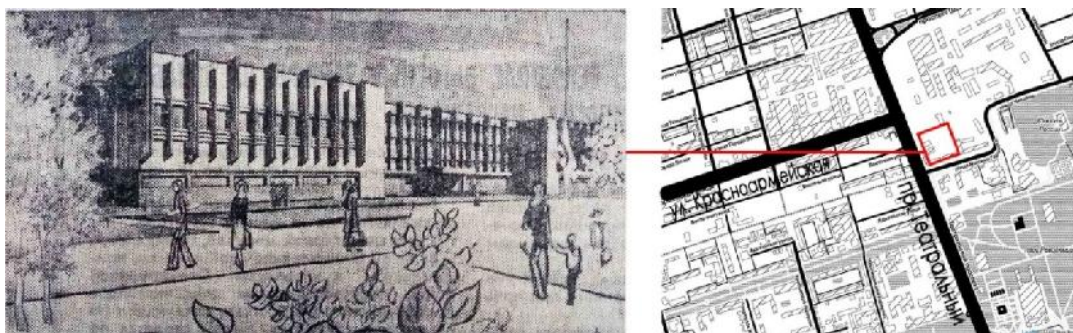


Рисунок 9 – Школа спортивного мастерства, проект 1978 г., институт «Роспроектсельстройиндустрия» [9]



Таким образом, проведенный анализ показал, что крупные объекты спортивного назначения, реализованные в период 1960–1980-х гг. в Ростове-на-Дону, сосредоточенные в районах города, сложившихся до 1960-х гг., представляли собой: 1) расположенные в рекреационных зонах комплексы; 2) объекты, включенные в комплексы с организацией площадей, являющихся пространственно-формирующими узлами; 3) отдельно стоящие сооружения – визуальные доминанты застройки. Для новых микрорайонов периода советского модернизма были характерны аналогичные способы включения спортивных сооружений в городской контекст, а также спортивные объекты, являющиеся элементом образовательных учреждений.

#### Список использованных источников

1. Алексеев С.Ю. Большие пространства – основа стабилизации городского центра в планировочной структуре города / С.Ю. Алексеев // Развитие градостроительных систем Северного Кавказа: Сборник научных трудов / под ред. А.М. Бояринова. – Р.н/Д.: Ростовский инженерно-строительный институт, 1988. – С. 45–47.
2. Артемов Ю. Ростов предпраздничный / Ю. Артемов // Молот. – 1981. – № 102. – С. 2.
3. Бердичевский М. Новый студенческий спортзал / М. Бердичевский // Молот. – 1970. – № 299. – С. 3.
4. Былинкин Н.П. Современная советская архитектура 1955 – 1980 гг.: Учебник для вузов/ Н.П. Былинкин, А.М. Журавлев, А.М. Шишкина / под ред. Былинкина Н.П., Рябушина А.В. – М.: Стройиздат, 1985. – 224 с.
5. Гидион З. Пространство, время, архитектура / перевод Леонене М., Черня И. – М.: Стройиздат, 1984. – 456 с.
6. Гуцин В. Будет в нашем городе хоккей / В. Гуцин // Вечерний Ростов. – 1980. – № 155. – С. 3.
7. Есаулов Г.В., Черницына В.А. Архитектурная летопись Ростова-на-Дону. – Р.н/Д.: Малыш, 2002. – 303 с.
8. Иванова-Ильичева А.М., Сидоренко Н.Р. Принципы советского модернизма в ансамбле площади им. города Плевен в Ростове-на-Дону / А.М. Иванова-Ильичева, Н.Р.Сидоренко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. – № 6. – С. 47–55.
9. Колобова О. Школа спортивного мастерства / О. Колобова // Вечерний Ростов. – 1978. – № 254. – С. 2.
10. Осенев Г. Центр спортивной жизни / Г. Осенев // Вечерний Ростов. – 1967. – № 284. – С. 3.
11. Ребайн Я.А. Историко-градостроительный анализ территориально-пространственного развития Ростова-на-Дону / Я.А. Ребайн // Развитие градостроительных систем Северного Кавказа: Сборник научных трудов / под ред. А.М. Бояринова. – Р.н/Д.: Ростовский инженерно-строительный институт, 1988. – С. 4–12.
12. Ребайн Я.А. Ростов архитектурный / Я.А. Ребайн // Молот. – 1973. – № 224. – С. 3.
13. Ребайн Я. А. Ростов шагает в будущее. – Р.н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1968. – 112с.
14. Сигалов Г. Дом для скакунов / Г. Сигалов // Вечерний Ростов. – 1978. – № 168. – С. 2.
15. Старченко В.И. Реконструкция и развитие сети физкультурно-оздоровительных комплексов в сложившихся селитебно-промышленных районах / В.И. Старченко // Развитие градостроительных систем Северного Кавказа. Межвузовский сборник научных трудов. – Р.н/Д.: Ростовский инженерно-строительный институт, 1988. – С. 100–102.

## МУЗЫКА В АРХИТЕКТУРЕ И ДУШЕ ЧЕЛОВЕКА

**Старкова Т.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», почетный архитектор  
России, старший преподаватель кафедры «Архитектура и строительство зданий»  
e-mail: tstarkova1957@mail.ru*

**Монастырев П.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,  
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: monastyrev68@mail.ru*

Российская держава в начале XXI века становится колокольным государством. Мало кто будет спорить, что за многовековую историю существования цивилизации, десятки тысяч деятелей разных направлений: художники, поэты, литераторы, музыканты в своих произведениях воспевали красоту русской архитектуры монастырей, храмов и их составляющих – кресты, купола, главы, колокола и колокольни.

На третьем десятилетии возрождения храмового зодчества в России, основа решения проблем современного строительства православных зданий и сооружений лежит в русле канонической традиции православия, в современных строительных и отделочных материалах, в новых технологиях строительства, которые неизбежно отразят современный архитектурный почерк нового храмостроительства и духовную культуру 21 века.

В современной архитектуре храмового зодчества, прежде всего, необходимо видеть ценность русского народа, его национальные традиции, культуру и обычаи наших предков, способствовавшие становлению морального сознания молодого поколения. Поэтому так важно, чтобы профессиональное архитектурное сообщество могло представить людям высокохудожественные, отвечающие всем нормам современного строительства проекты храмового зодчества. [1]

В летописных и изобразительных источниках описываются и изображаются разные церковные сооружения, в том числе и колокольня, как произведения искусства, искусства архитектуры. При русских церквях до монгольского и монгольского периодов нашей истории, колокольни, по-видимому, не строились. По крайней мере, об особых помещениях для колоколов впервые говорится в летописях только начиная с XIV столетия. По всей вероятности, первые колокольни на Руси были временные, деревянные, устроенные в виде козел. [2]

Исторически колокольни, как архитектурное колоколонесящее сооружение, в котором предпочтительно вертикальное расположение составляющих членений, подразделяются на три вида: звонницу – примитивное сооружение в виде двух столбов с перекладиной или в виде одного столба с крестообразной поперечиной, на которые подвешивались колокола; срубные колокольни; столбчатые колокольни.

В многовековой русской архитектуре известны столпообразные и шатровые колокольни, одноярусные и многоярусные по вертикали, квадратные, шести, восьмигранные и даже круглые в плане (рис.1).

Ныне, колокольни хранят историческую преемственность в традициях храмового зодчества. Колокольня является неотъемлемой частью почти каждого Российского города, порой его основной доминантной составляющей, представляющую собой определенную акустико-механическую систему, достаточно сложную в конструктивном отношении.

На сегодня, когда по всей России строятся новые, воссоздаются и реставрируются прежде порушенные храмы и колокольни [3-10], у архитекторов возникает множество вопросов по приспособлению колоколен для их непосредственной функции – исполнения колокольного звона. В условиях современного города и городского шума архитекторы и строители при строительстве, воссоздании и реконструкции колоколен опираются на многовековой опыт, почерпнутый из исторических архивных материалов и документов.

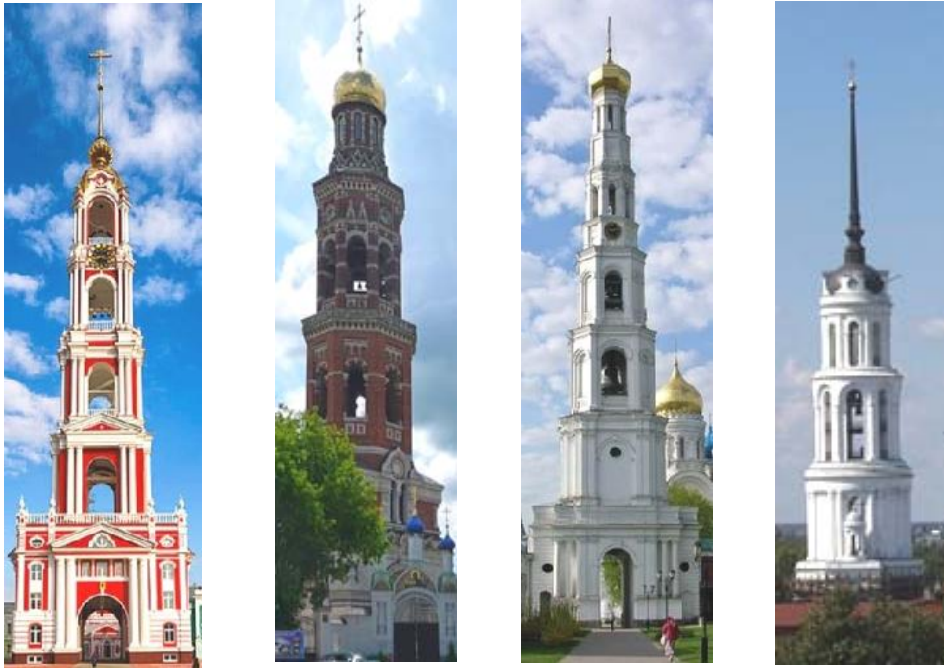


Рисунок 1 – Виды колоколен

Весомый вклад в колокольное дело вносит и современная наука. При работе над проектами новых колоколен архитекторы изучают результаты акустических исследований, произведенных с применением современных приборов, а затем учитывают научные факторы в проектировании, необходимые для более правильной и надежной подвески колоколов, от которых во многом зависит качество исполняемых звонков.

Для решения вопроса об оснащении колоколен колоколами решаются основные принципы синтетического явления искусства музыки и архитектуры, исследуются процессы возрождения колоколен и звонниц в современной культурной среде и их связи с прошлым, анализируются правомерность отождествления колоколов и колокольни с масштабным музыкальным инструментом.

Вопрос о том, «музыкальный инструмент» колокольня или только специальное архитектурное сооружение сложный, однозначного ответа не существует и вряд ли стоит стремиться отдавать предпочтение лишь одной точке зрения. Однако колокольня, как «музыкальный инструмент», на протяжении всего своего исторического существования постоянно модернизируется, зашифровывая в себе определенную информацию символического характера. Основная характерная особенность колокольни, отличающая ее от других музыкальных инструментов, это монументальность и привязанность к определенному месту. При строительстве колоколен, на основе анализа звуковых особенностей исторического и культурного своеобразия, набор колоколов производится для каждой отдельно взятой из них, так как для каждой надо подобрать оптимальный вариант.

Фактически на распространение звука и на его восприятие слушателями влияет окружающее пространство. Всем известно, чем выше колокол будет находиться на колокольне, тем дальше он будет слышен, так как звук с колокольни распространяется с ярусов равномерно во все стороны. Безусловно, колокольня, которая является основой размещения колоколов, своими архитектурными особенностями оказывает определенное влияние на звон. «Поскольку акустические свойства, местоположение (на равнине, у воды, в городе), высота колокольни, а также сама подвеска колоколов влияли на звучание подбора, следует заключить, что собственно инструментом следует считать колокольню, оснащенную подбором колоколов. Итак, колокольня, считавшаяся до сих пор только архитектурным сооружением, имеет отношение и к музыкальному искусству, выполняя функцию корпуса музыкального инструмента, если использовать привычные аналогии», – отмечает Л. Д. Благовещенская [11].

Рассмотрев конструкцию традиционной колокольни, можно отметить следующее. Во-первых, ее надлежит отнести к редчайшему типу инструментов, которые можно охарактеризовать как пленэрный монументальный архитектурно-музыкальный инструмент. Во-вторых, конструктивная специфика колокольни определяет необычное местоположение исполнителя – внутри ее корпуса – резонатора. В-третьих, следует подчеркнуть многовариантность этого инструмента, которая обусловлена большим многообразием использования целого комплекса акустико-механических средств. [12]

В свою очередь необходимо отметить, и то, что весь этот комплекс – колокольня, как элемент архитектуры, выполняющий функцию корпуса музыкального инструмента и набор колоколов, как сам музыкальный инструмент – является в единой ландшафтной составляющей символом государственности и культурной доминантой широкой русской души.

Искусство русского колокольного звона уникально и представляет собой не только великое духовное явление, но и подлинный шедевр мировой культуры. Для правильного звучания колоколов, и для элементарной безопасности, в России чаще всего, ударяют языком о колокол, что придает особое его звучание и оберегает колокольню от разрушения, а также дает возможность устанавливать колокола большого веса и размеров. Колокола на колокольнях укрепляются неподвижно, на солидных балках, и звук извлекается посредством качания языка и его ударов о стенку колокола. Главное достоинство колокола – его благозвучие. Каждый колокол индивидуален (рис. 2). [13]

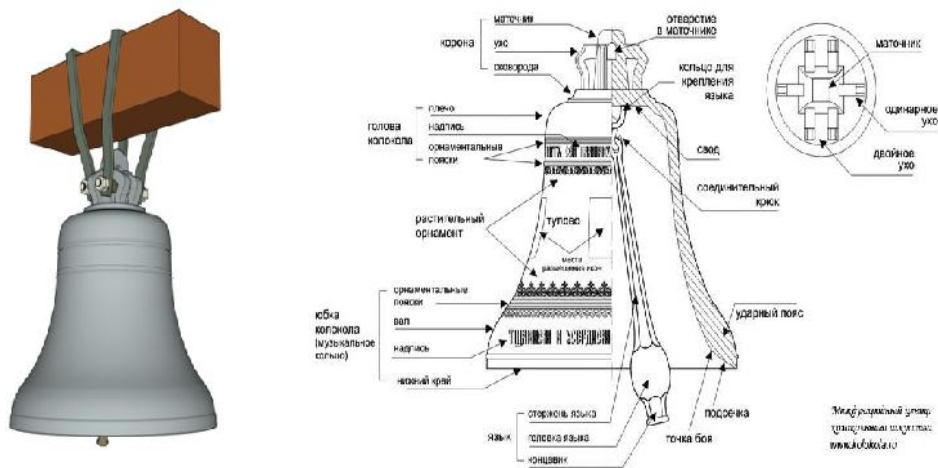


Рисунок 2 – Вид колокола

Каждый колокол имеет звук определенного тона, а музыка звонov представляет собой искусство исключительного своеобразия. Колокольный звон извлекает определенные разнообразные ритмические мотивы, которые развиваются как разновидность народного искусства, так как отличительной чертой русских колоколов является их звучность и певучесть.

Главными факторами, определяющие звучание будущего колокола, являются механическая обработка, состав металла, его профиль, правильные пропорции высоты и его ширины, толщина стен колокола, правильное подвешивание не только самого колокола, но и способ крепления языка к колоколу и многое другое, что связано с конструктивными особенностями колоколoneсущего сооружения – колокольни.

Виды колокольных звонov существуют разные: одни служебные, другие – торжественные, третьи – оповещающие. В ударах колокола скрывается необычная сила, глубоко воздействующая на человека. Колокольный звон является мощным источником звуковых колебательных излучений с различными параметрами мало изученного вида энергии [14]. Известно, что звуковые волны различной частоты могут оказывать как положительное, так и негативное воздействие на организм человека. Звук с частотой до 3 Гц может вызывать ощущения страха, подавленности или даже вспышки ярости. Звук и вибрация определенной частоты могут вызывать нарушение координации движения, укачивание или даже вибрационную болезнь. С другой стороны колебания с частотой от 45 до 200 Гц являются источниками положительных эмоций. Известно, что явление биологического резонанса может применяться в медицине для диагностики или лечения различных болезней, однако, практическое применение такой методики очень ограничено.

Профессиональные акустики из МГТУ, МАМИ, из Испытательного центра НИИ строительной физики провели замеры диапазонов излучаемых волн, свойственных колокольному звону. Доказали, что колокол, не зависимо от размеров, излучает ультра- и инфразвук, не слышимый человеческим ухом. При этом психологи и психиатры знают, что низкочастотные составляющие колокольного звона успокаивающе действуют на нервную систему человека, а высокочастотные, напротив, возбуждают.

Совместная деятельность зодчих, создающих архитектурную форму, которая должна вписываться в городской и природный пейзаж, мастеров изготовления колоколов приводит к утверждению кра-

соты и гармонии символически «звучащего» пространства смыслов. В конечном результате подчеркивает способность музыки колокольных звонов устанавливать человеческое единение в творении жизни и ее порядке. Взгляд на взаимодействие архитектуры, музыки и человеческого тела, как нерасчлененное единство можно назвать одной из составляющей культуры совокупности социально приобретенных и транслируемых из поколения в поколение значимых символов, идей, ценностей, посредством которых люди организуются в единое сообщество.

#### Список используемых источников

1. Старкова, Т.В., Поиск образа современного православного храма / Т.В. Старкова. – Материалы VIII международной конференции н.-и.ц. «Академический». – Том, 3. (NarthCharleston, USA, (25 – 26 января 2016 г.). - CreateShace.: 21 век: фундаментальная наука и технологии, 2016. – С. 1.
2. Тосин, С.Г. Звонница на рубеже столетий / С.Г. Тосин. - Новосибирск: НИПКиПРО, 2003. 132с.
3. Pakhomova, E.G., Jezersky, V.A., Monastyrev, P.V., Kuznetsova, N.V. The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 789(1), 012048.
4. Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Выбор варианта проектного предложения по реставрации объекта культурного наследия на основе многокритериального сравнительного анализа // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году. Научные труды РААСН. Том 1. - 2019. - С. 49-62.
5. Pavel V. Monastyrev, Elena S. Mishchenko, Natalia V. Kuznetsova, Natalia S. Koryavina. Rationale for restoration effects and conservation of architectural and Historical Heritage // 21st General Assembly of the International Experts and Symposium Heritage as a Builder of Peace. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2019, P.347-352.
6. Elena S. Mishchenko, Pavel V. Monastyrev, Oleg V. Evdokimtsev, Taisiya V. Starkova. Creative competitions as a tool for improving the quality of architects' training // 21st General Assembly of the International Experts and Symposium Heritage as a Builder of Peace. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2019, P.192-196.
7. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В., Монастырев П.В. Интеграция объектов культурного наследия в городскую среду исторического центра города // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2018. № 4 (70). С. 162-174.
8. P Monastyrev, E Mischenko and N Kuznetsova. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032045 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032045>
9. Natalia Kuznetsova, Elena Mishchenko, Pavel Monastyrev Integration of Cultural Heritage Objects with the Urban Environment of the Historic City Center // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.325-328.
10. Mishchenko, E., Monastyrev, P., Evdokimtsev, O.V., Starkova, T.V. Creative competitions as an element of the quality management system for architects' training // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. Volume 18, Issue 6.4, 2018, Pages 653-660.
11. Благовещенская Л.Д. Колокольная с подбором колоколов как музыкальный инструмент. / Л.Д. Благовещенская. - Искусство колокольного звона: материалы к курсу по специальности № 21.03 «Духовные и ударные инструменты». – М.: Музыка, 1990. – С. 55-68.
12. Тосин, С.Г. Конструктивные особенности традиционной звонницы и колокольни / С.Г. Тосин. - Новосибирск: НИПКиПРО, 2019. – С. 235 – 241
13. Агапкина, Т.А. Вещь, образ, символ: колокола и колокольный звон в традиционной культуре славян / Т.А. Агапкина. - Мир звучащий и молчащий. Семиотика звука и речи в традиционной культуре славян. – М.: 1999. С. 210-282.
14. Андреева, Е. Д. О звуковом маркировании культурного ландшафта и пространства этнокультуры / Культурный ландшафт как объект наследия: сб. статей / ред. Ю. А. Веденин, М. Е. Кулешова. М.: Институт Наследия, 2004. С. 102-109.



## ВОЛГОГРАДСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ КАК ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ И ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЦЕННОСТИ

**Татаринцева А.С.,**

*ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Институт архитектуры и строительства, студент  
e-mail: tt.lis@yandex.ru*

**Карпенко А.Г.,**

*ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Институт архитектуры и строительства, доцент, член Союза Художников РФ, доцент кафедры «Дизайн и монументально-декоративное искусство»  
e-mail: karpenko.61@mail.ru*

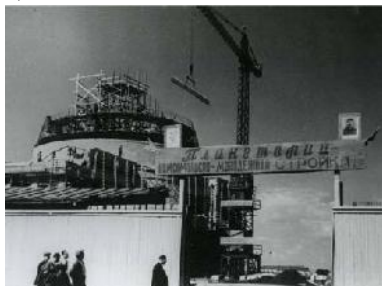
Город Волгоград имеет долгую, более чем четырехвековую историю, который знаменит архитектурными памятниками, каждый из которых отражает определенную эпоху развития города. Объект культурного наследия может рассматриваться как историческая ценность выражающееся в его значении как носителя информации о прошлом, а также как художественная ценность в эмоциональном плане [3]. Одним из таких сооружений, представляющих культурную и историческую ценность, является волгоградский планетарий, который был открыт в 1954 году и осуществляет свою научную деятельность на протяжении более 65 лет. Целью данного исследования является определение культурной и исторической ценности здания планетария для нашего города, а также, остается ли данное учреждение востребованным для современных людей. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: исследовать историю создания проекта и процесс строительства волгоградского планетария, обратившись к историческим справкам; изучить экспозицию волгоградского планетария; сделать обобщающие выводы.

Рассмотрим Волгоградский планетарий с исторической ценности, как причастность сооружения к историческому событию, с архитектурно – эстетической ценности, как принадлежность к определенному архитектурному стилю и эмоционально – художественную ценность, как эмоциональное воздействие объекта на человека.

После победы под Сталинградом город был разрушен, лежал в руинах, но постепенно восстанавливался. На пересечении улиц Киевская (ныне Гагарина) и Мира началось возведение уникального архитектурного сооружения - планетария. Идея строительства удивительного архитектурного сооружения появилась в тяжелые послевоенные годы, накануне 70-летия Сталина И.В. и является даром Германии.

Согласно проекту, подготовленному в Германии, здание планетария включало в себя зрительный зал круглой формы на 525 мест, фойе, гардеробную и узкую галерею, приводящую в обсерваторию. Построить данное архитектурное сооружение предполагалось с большой парковой зоной за Волгой. Площади помещений и высота потолков оказались слишком малы для сооружения, в котором должно было находиться большое количество людей. Стены не отвечали температурным и погодным данным в городе и были решены не по типу общественных зданий да и в центре Сталинграда не было на тот момент культурных заведений. Все перечисленные детали и несоответствия требовали пересмотра проекта. Новые условия размещения планетария, для адаптации к погодным условиям Нижнего Поволжья и архитектурной композиции возрождающего города привели к изменению проекта, к его полной перестройке.

а)



б)



в)



Рисунок 1. Планетарий г. Волгоград. а) Строительство планетария. Фото:

<http://volgogradplanetarium.ru/history;>

б) Открытие планетария. Фото: <http://volgogradplanetarium.ru/history;> в) Планетарий в наши дни.

Для возведения планетария было выделено место в центре на пересечении улицы Мира, одной из первых восстановленных улиц в разрушенном городе Сталинграде после войны с улицей Гагарина (ранее улица Киевская). Архитекторы из Сталинграда В. Н. Симбирцев и М. А. Хомутов пересмотрели проект, подготовленный немецкими архитекторами. В новом проекте было предложено следующее: здание располагается параллельно линии застройки улицы Киевской со сдвигом вглубь вдоль оси улицы Мира, благодаря чему перед Планетарием образуется площадь. Таким образом местоположение планетария явилось классическим примером формирования градостроительного ансамбля улицы Мира. Чтобы придать сооружению выразительную объемную структуру и для организации удобства работы, сооружение было спроектировано 2-х этажным в стиле Планетария в Москве. Согласно публичному типу здания, высота потолков фойе, выставочного зала – 6,3 м, высота второго этажа – 4,2 м [4].

Стройка производилась в кратчайшие сроки трестами «Сантехстрой» и «Сталинградкультистрой», возводили планетарий те же строительные бригады, что восстанавливали разрушенный Сталинград. В земле рабочие то и дело находили обломки бывших фундаментов, еще в XIX веке здесь находился болтозаклепочный завод, созданный французами, перестроенный позже в металлообрабатывающее предприятие, корпуса которого во время войны были разрушены полностью.



Рисунок 2 Планетарий г. Волгоград а) Скульптура женщины из бронзы под названием "Мир"; б) Фриз под куполом с имена великих астрономов; в) Колонны фасада планетария

Летом 1954 года внутренние работы завершились и было положено начало работам по монтажу и тестированию оптических приборов. Для всей бригады объединения «Сталинградкультистрой» возведение здания стало следующим по трудности после театра им. М. Горького. Лучшие команды и профессионалы оказались задействованы в этом сложном строительстве. Стены были облицованы травертином - декоративным камнем, исполнена тонкая работа отделки поверхности стен дорогим лимонным, палисандровым деревом, выполнен паркет пола, сделаны декорированные ограждения для гардеробной, полы на лестничных клетках облицованы мелкой керамической плиткой.

Площадку перед зданием выложили из гранитных плит, уложили ступеньки и с помощью цементной пушки забетонировали купол. Празднование открытия Сталинградского планетария состоялось 19 сентября 1954 года. У здания планетария прошел митинг, и гости были приглашены на первые лекции, прочитанные старейшими преподавателями Московского планетария. Сталинградский планетарий, единственный в Нижнем и Среднем Поволжье, третий в стране после Москвы и Киева, наконец-то начал свою деятельность [4].

Торжественное здание Волгоградского планетария поражает изысканностью и уникальностью архитектурного облика. Главный вход украшен величественными колоннами, на фризе под куполом выгравированы имена великих астрономов, а на вершине купола установлена скульптура бронзовой женщины «Мир», высотой семь метров и весом семь тонн. Это одно из последних творений народного художника СССР скульптора В. И. Мухиной. В состав композиции скульптуры входят сноп и земной шар с голубем на нем, олицетворяющие труд и приверженность людей делу мира и дружбы между народами. На территории планетария располагается обсерватория, облицована травертином, имеющая куполообразную крышу, построенная в форме европейского донжона – защитной башни высотой 26 м. Позади здания планетария располагается астрономическая площадка. Уникальный стиль территории придают растения и деревья: голубые ели, розарии, газоны, клумбы с цветами. Пространство перед главным фасадом планетария оформлено двумя скульптурными композициями, высеченными из травертина, которые олицетворяют интерес людей к знаниям и науке, выполненные неизвестным скульптором, предполагают, что они могли быть исполнены немецким скульптором Крюгером, учеником Йозефа Торака [1].

После завершения возведения планетария и обсерватории нужно было быстро и качественно произвести монтаж оптических приборов. Министерство культуры направило работников из Московского

планетария для исполнения данного задания, они же самостоятельно установили прибор «Планетарий Цейс» в Звездном зале, при этом к нему было добавлено большое количество аппаратов собственного производства. Необходимо было подготовить лекторов для работы в Сталинградском планетарии. Обучение лекторов планетария в Сталинграде из местных кадров и надзор за их стажировкой проводились работниками планетария в Москве. Со многих городов и республик России приезжали гости и делегации, чтобы посетить планетарий в Сталинграде. В этом храме астрономии были главы других государств и делегации из многих стран. В книге записей посетителей Алексей Архипович Леонов написал: «Таким архитектурным сооружением и техникой может гордиться не только город Волгоград, но и любая страна». Планетарий Волгограда стал местом притяжения и распространения научных знаний и заслуженно имеет известность одного из лучших в России и главная причина этому, несомненно, просветительская и научная деятельность целого коллектива.

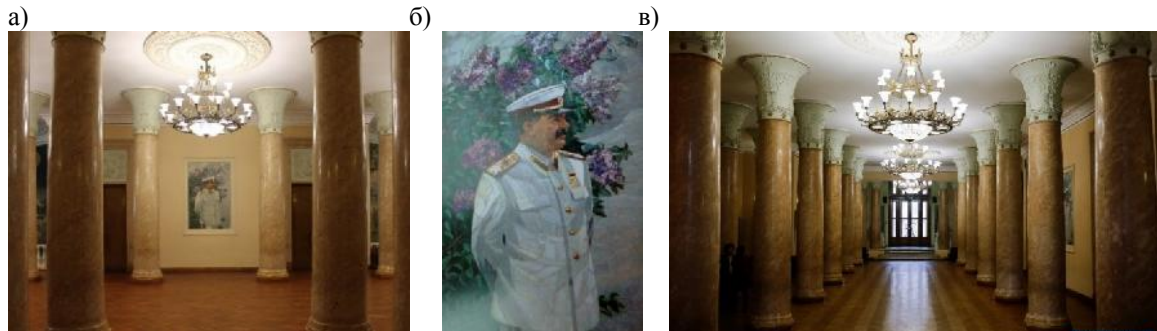


Рисунок 3 Планетарий г. Волгоград а) Фойе 1 этажа планетария. Фото: <https://parusvlg.ru/volgogradskij-planetarij/>; б) Портрет И.В. Сталина. Художник В. Н. Аракелов. Фото: [https://vlg.aif.ru/society/details/1342350?utm\\_source=pj17linkb&utm\\_medium=click&utm\\_campaign=pj17linkb](https://vlg.aif.ru/society/details/1342350?utm_source=pj17linkb&utm_medium=click&utm_campaign=pj17linkb); в) Фойе 1 этажа планетария. Фото: <https://giac34.ru/news/97388>

Достоинство первое фойе главного здания, удивляет то, что за шестьдесят пять лет функционирования планетария по-прежнему в прекрасном состоянии драгоценный мрамор, стены, паркет. Другая комната, это роскошное фойе с двенадцатью колоннами, сделанными из розового мрамора, в котором располагается созданный в 1951 году художником В.Н. Аракеловым портрет Сталина И.В., в стиле флорентийской мозаики, при использовании драгоценных уральских самоцветов, перламутра, яшмы и малахита. [4]. Этот портрет пришлось спрятать в 1961 году из-за новой идеологии, хотя он имел историческую и художественную ценность. Его на свой страх и риск работники планетария закрыли полотном и покрыли краской. Вернули творение для всеобщего обозрения лишь в 90-е годы [5]. На всех светильниках заметно число 70 – напоминание о том, что планетарий – подарок к семидесятилетию лидера Советского Союза. Вместе с тем достопримечательностью вестибюля являются научные модели и макеты, такие как макет космического корабля "Восток", на нем космонавт Юрий Гагарин произвел свой первый полет в космос, макет в натуральную величину первого искусственного спутника Земли. В нижнем вестибюле планетария располагается модель космического корабля «Луна-3».

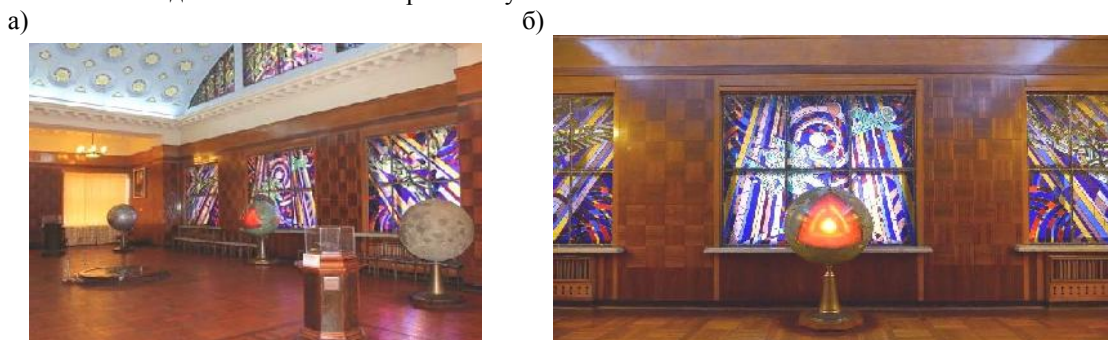


Рисунок 4 Планетарий. г. Волгоград а) Фойе второго этажа планетария. Фото: <http://volgogradplanetarium.ru/starhall>;  
б) Фойе второго этажа планетария. Фото: <https://vlg.aif.ru/infographic/memo/1343555>

Верхнее фойе примечательно тем, что облицовано дорогими лимонной и палисандровой породой дерева. Вместо обычных окон здесь прекрасные витражи, паркетный пол инкрустирован в виде созвездий, а потолок украшен лепниной из цветочных розеток. Здесь так же находятся наглядные пособия, установлен маятник Фуко. Благодаря этому простому устройству может быть доказано вращение



Земли и посетители своими глазами могут видеть это. Здесь гости планетария встречают модель луны и открывают новые факты о ней.

а)



б)



Рисунок 5 Планетарий. г. Волгоград а) Фойе второго этажа планетария. Фото: <https://riac34.ru/news/97388>;

б) Лестница на второй этажа. Фото: <https://riac34.ru/news/97388>

Сегодня Волгоградский планетарий переживает второе рождение. Все старые проекционные устройства заменены на новые. Программы планетария имеют не только научно - просветительскую ценность, но и несут образовательное и воспитательное значение и для этого используются передовые технические средства. Опыт Волгоградского планетария показывает, что планетарий - необходимый элемент системы образования современного молодого поколения. В условиях, когда астрономия исключена из учебной программы, Волгоградский планетарий уделяет особое внимание чтению лекций по астрономии и астрофизике, которые отражают последние достижения научных открытий и идей [2].

История волгоградского планетария уникальна и удивительна, ведь это пример того, как люди из разных стран смогли объединиться и общими усилиями создать учреждение, имеющее огромную культурную, историческую и научную значимость. Планетарий в Волгограде продолжает работать вот уже более 65 лет, но за это время ни разу не реконструировался. Работники планетария все же смогли сохранить роскошное убранство планетария: дорогие породы дерева, полудрагоценные камни, мрамор, витражи. Планетарий как центр науки и просвещения, несомненно, остается интересным местом как для детей, так и для взрослых. Вместе с тем, такому важному и ценному сооружению необходима реконструкция, и благоустройство территории. Все это незамедлительно повлечет за собой повышение внимания к нему и интереса к науке.

В 2020 году губернатор Волгоградской области Андрей Бочаров поручил разработать техническое задание и проект реконструкции уникального места. Основная работа начнется в 2022 году, сегодня региональным комитетом культуры разрабатывается концепция развития планетария. Здание планетария великолепно вписывается в ландшафт окружающей застройки, просматривается хорошо со всех сторон и несомненно является одно из самых выразительных и красивых архитектурных сооружений Волгограда, которое притягивает интересы не только жителей Волгограда, но и туристов со всей России и мира.

Главное - понять уникальность архитектурного объекта, ведь в нем сконцентрировано время, накопление воспоминаний, и это чувство необходимо передать осознанию людей, которые живут рядом с нами. И когда мы начнем его понимать, подходить к нему по другому с пониманием, с трепетом и уважением он станет ценным для нас и живым.

#### Список использованных источников

1. Астрономия. Справочный материал. Волгоградский планетарий. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://astro.websib.ru/sprav/Volgograd> (дата обращения: 24.08.2020).
2. Волгоградский планетарий В.И. Фролов [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://naukarus.com/volgogradskiy-planetariy> (дата обращения: 12.08.2020).
3. Слабуха А.В. — Установление историко-культурной ценности объектов архитектурного наследия (часть 2): критерии и метод в современной экспертной практике // Человек и культура. – 2016. – № 6. – С. 9 - 22. DOI: 10.7256/2409-8744.2016.6.20767 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=20767](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=20767)
4. Планетарии России. Волгоградский планетарий. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://astrogalaxy.ru/532.html> (дата обращения: 18.08.2020).
5. У волгоградцев есть минимум 15 причин гордиться своим планетарием [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://riac34.ru/news/97388/>(дата обращения: 7.08.2020).

## **СЕКЦИЯ 2. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**

УКД. 711.4

67.25.19: Планировка и застройка городов и населенных мест. Города и городские агломерации

### **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРИГОРОДНОЙ ЗАСТРОЙКИ В СТРУКТУРЕ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**Андреева Ю.В.,**

*ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» Академия архитектуры и искусств, кандидат архитектуры, доцент кафедры «Градостроительство»  
e-mail: an\_julia@list.ru*

Интенсивные процессы субурбанизации, наблюдаемые в структуре современных крупных городов, отражают центробежные тенденции развития городской структуры. Развитие пригородных территорий вокруг Ростова-на-Дону сопровождается усугублением ведущих инфраструктурных, социальных, экономических и экологических проблем.

Ростовская агломерация - одна из наиболее развитых на юге России, согласно статистическому анализу за 2019 г. ее численность составляет порядка 2,1 миллиона человек. Численность населения Ростова – 1,1 миллиона человек (на 1.01.2020 г.) По данным авторского исследования в качестве границы агломерационной зоны рассматривается транспортно-временная доступность Ростова-на-Дону в 90 минут. В состав агломерации входят следующие города: Ростов-на-Дону, Батайск, Аксай, пос. Чалтырь, формирующие центральную часть агломерации, а также Новочеркасск, Таганрог, Азов – агломерационная зона [2]. Прирост населения наблюдается в центральной части агломерации: Ростове-на-Дону и Батайске. В большей степени рост населения происходит благодаря миграционному потоку (главным образом из республик бывшего СНГ). Уникальность агломерации заключается в особенностях ее историко-генетического формирования, поскольку все указанные города и поселения являются исторически-значимыми центрами различных исторических периодов развития расселения Нижнего Дона. При этом два поселения – Сарочеркасск и Азов - имеют статусы исторических поселений, Тагнаис является памятником древнегреческой цивилизации и находится под охраной ЮНЕСКО. Во многих туристических маршрутах нижнедельтовую территорию вокруг Ростова-на-Дону трактуют как «Золотую подкову Дона», обладающую значимыми объектами культурного, археологического и архитектурного наследия.

Своеобразный причудливый нижнедельтовый пойменный и равнинный ландшафт создает уникальную самобытную атмосферу в низовьях Дона. В дельте Дона также присутствует ООПТ «Ростовский», «Левобережный». Несмотря на отсутствие крупных лесных массивов (за исключением Александровского и Щепкинского лесов) территория вокруг Ростова-на-Дону интенсивно застраивается поселками и жилыми районами различной этажности и степени комфорта.

В соответствии с положением о внесении изменений в генеральный план города Ростова-на-Дону от 2018 года в городе запланировано строительство следующих жилых районов: «Суворовский», «Платовский», «Левенцовский», которое успешно реализовано [1]. В состав указанных районов повышенной этажности (до 22 этажей) включены объекты культурно-бытового обслуживания: детские сады и школы, магазины, торговые комплексы, поликлиники и другие объекты. Это является их несомненным преимуществом по сравнению с другими типами пригородного жилья (Рисунки 1-2). В течение последних двух десятилетий благодаря активизации рынка недвижимости и доступным ипотечным кредитам усилилась роль пригородных периферийных районов агломерационного центра. Территории многоэтажных жилых комплексов, обладающие оптимальной транспортно-временной доступностью города-центра – Ростова-на-Дону, инженерными сетями, природными территориями и минимальным загрязнением окружающей среды, являются зонами приоритетного развития массового пригородного жилья.

Согласно проведенным авторским исследованиям можно выделить следующие типы застройки ядра Ростовской агломерации: территории садоводческих товариществ, переводимые в ИЖС, коттеджные поселки (элитарные и бюджетные), многоэтажные многоквартирные жилые комплексы.

Среди садоводческих некоммерческих товариществ (СНТ) периферийной пригородной зоны можно выделить следующие: СНТ «Бытовик» (Кумженская роща), СНТ «Садовод» (в районе ЖК «Суворовский»); СНТ «Витязь» и СНТ «Заря» (возле пос. Ковалевка); СНТ «Дружба» и СНТ «Содружество» (в районе пос. Щепкин), СНТ «Луч» и другие. Плотность застройки здесь достаточно низкая, плотности показателей улично-дорожной сети минимальны. Сегодня садоводческие товарищества привлекательны и для предпринимателей, которые ведут масштабную строительную работу и уплот-



няют застройку, путем межевания существующих стандартных участков в 6 соток и строительством duplexов и таунхаусов. Положительная динамика и спрос на участки садоводческих товариществ наблюдается и при строительстве в непосредственной близости с крупными жилыми комплексами. Например, при строительстве ЖК «Суворовский» вырос спрос на участки СНТ «Урожай».



Рисунок 1 - Левенцовский жилой район г. Ростова-на-Дону. Режим доступа. - <https://www.rostov.kp.ru/daily/26475.4/3344715/> (от 21.09.2020 г.)



Рисунок 2 - Платовский жилой район. Режим доступа. - [https://platovskij.ru/sales\\_by\\_liter/](https://platovskij.ru/sales_by_liter/) (от 21.09.2020 г.)

За последние десятилетия именно пригородные коттеджные поселки стали притягательны в качестве основного жилья для большинства ростовчан. При наличии автомобильного транспорта семьи все чаще выбирают загородное высококомфортное или бюджетное жилье. Среди многочисленных пригородных поселков в центральной части Ростовской агломерации можно выделить следующие: «Старочеркасский», «Олимпийский», «Ореховая роща», «Ясная Поляна», «Ваш Выбор», «Стандарт», «Приозерье», «Вишневый сад» и другие. По оценкам экспертов значимыми факторами в функционировании коттеджных поселков являются: близость к городу Ростову, наличие хорошей асфальтированной дороги, благоустройство и безопасность. Наиболее комфортными признаны поселки «Донской», «Клен парк», «Щепкин», «Ясная поляна», «Солнечный» [4]. Площадь застройки такого поселка составляет около 30-80 га с населением от 500-1000 человек. Жизнь в коттеджном поселке предполагает приватность и изолированность. Такой образ жизни чаще всего выбирают семьи с маленькими детьми, для которых наличие приусадебного участка и экологичная среда являются важнейшими критериями (Рисунок 3).

Однако наравне с положительными сторонами пригородного жилья существует весомая часть градостроительных проблем. Проблемы градостроительного развития и функционирования пригородных территорий Ростовской агломерации обусловлены целым спектром противоречий.

Для коттеджных поселков выделены следующие проблемы градостроительного развития:

- удаленность от центральных экономических, учебных и административных центров г. Ростова-на-Дону;
- перегруженность основных транспортных магистралей в направлении Ростова, особенно в часы пик;
- отсутствие системы культурно-бытового обслуживания, поскольку сравнительно небольшое количество населения не предполагает по нормативам РО формирование развитой сети культурно-бытового обслуживания;
- отсутствие мест приложения труда.

Для садоводческих товариществ характерны следующие проблемы:

- остается основной проблема транспортное сообщения с центральными районами города Ростова;
- местная уличная сеть имеет минимальные показатели (ширина улиц в отдельных СНТ 6-8 м);
- отсутствие парковок;
- существующие инженерные сети не рассчитаны на растущее потребление воды, энергии и газа;
- отсутствие системы культурно-бытового обслуживания и инфраструктуры;
- отсутствуют публичные пространства и благоустройство не территории ИЖС;

Для новых жилых районов, построенных на периферии города Ростова-на-Дону, обозначены следующие градостроительные проблемы:

- отсутствие мест притяжения труда;
- сложности транспортного сообщения с центром города Ростова-на-Дону;
- перенаселенность территорий, нехватка инфраструктурных объектов.

Согласно исследованиям Садковской О.Е. местные локальные нормативы градостроительного регулирования застройки на территории Ростовской области не отражают реалии и проблемы градостроительного развития муниципалитетов. Значительная часть территории Ростовской области находится в частной собственности – 71%, и большинство застройщиков не готовы платить за благоустройство, комфортную и безопасную среду. По мнению Садковской О.Е. «Многие показатели качества городской среды (в том числе: комфортный микроклимат, соседские взаимоотношения, социальный контроль, уникальность, идентичность и др.) могут быть улучшены архитектурно-планировочными средствами при формировании открытых пространств общего пользования» [3].

В состав документов территориального планирования Генерального плана г. Ростова -на-Дону входит карта планируемого развития города с периферийными районами (см. Рисунок 4). В которой отражен характер территориально-пространственного развития пригородной зоны вдоль основных осей коммуникации. Для оценки характера разрастания субурбии важно наличие свободных зеленых пространств в структуре центральной части агломерации. Именно расчлененный характер застройки периферийных районов позволяет сформировать баланс между природными и застроенными урбанизированными территориями. Однако указанное решение не распространяется на близлежащие муниципальные районы Ростовской области.



Рисунок 3. – Территория и благоустройство поселка «Донской». Режим доступа: <https://kp-donskoy.ru> (от 21.09.2020 г.)

Нерешенной также остается задача формирования центров притяжения населения, представленных в виде предприятий и промышленных научных центров, центров самозанятости, учреждений технического обслуживания, общественно-деловых комплексов, которые позволят создать дополнительные центры трудоустройства. Поскольку одной из главных проблем пригородной зоны является транспортные потоки, направленные в направлении центральных районов города, именно создание таких универсальных центров притяжения населения позволит сбалансировано развиваться пригородным селитебным районам и поселкам.



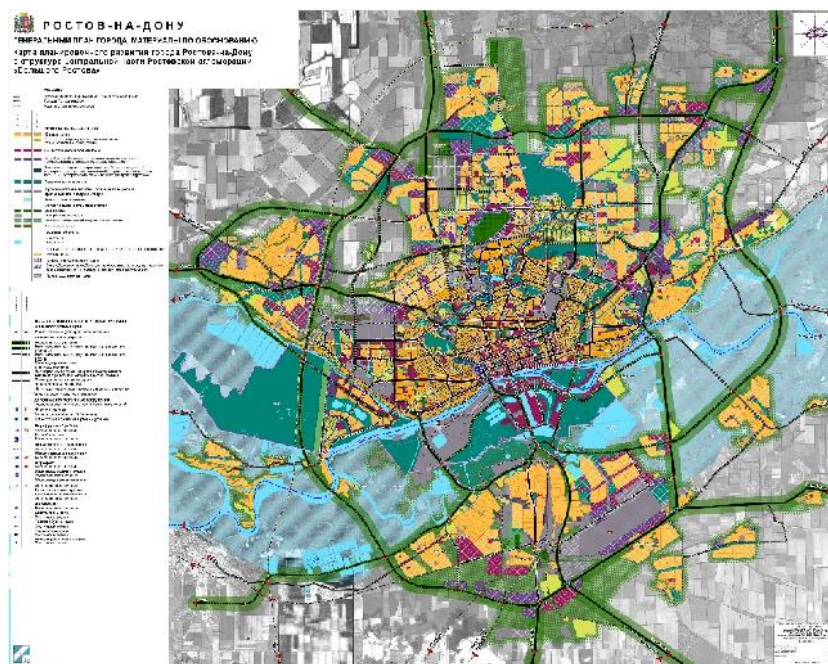


Рисунок 4 – Генеральный план города Ростова-на-Дону с прилегающей территорией. Режим доступа: - <https://rostov-gorod.ru/administration/structure/departments/daig/action/01-grado-01-genplan/> (дата обращения 21.09.2020 г.)

Можно подытожить, что в условиях современной экономической деятельности, направленной на получение максимальной прибыли в условиях нестабильного рынка недвижимости, отсутствием нормативно-правовой базы и методов контроля за развитием пригородной застройки вокруг г. Ростова-на-Дону решить комплекс заявленных проблем невозможно. Сложность заключается в том, что в состав агломерационного ареала входят территории соседних муниципалитетов со своей программой территориального развития, отраженных в местных документах территориального планирования. Отсутствие ЕДИНОЙ стратегии функционального и территориально-пространственного развития Ростовской агломерации усугубляют все указанные выше проблемы.

Пути решения вопросов функционирования и разрастания субурбий основаны на оптимизации городской структуры агломерационной зоны путем реформирования системы градостроительного регулирования и управления.

#### Список использованных источников

1. Административный портал г. Ростова-на-Дону. Режим доступа: - <https://rostov-gorod.ru/administration/structure/departments/daig/action/01-grado-01-genplan/> (дата обращения 21.09.2020 г.).
2. Андреева, Ю.В. Градостроительное развитие агломераций в системе расселения Юга России: дисс. ...канд.арх. наук. / Андреева Юлия Владимировна. – С-Пб., 2019. – 369 с.
3. Садковская, О.Е. Регулирование градостроительной деятельности на территории городов Ростовской области / О.Е. Садковская // Architecture and Modern Information Technologies. – 2020. – №3(52). – С. 173–192. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2020/3kvart20/PDF/09\\_sadkovskaya.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2020/3kvart20/PDF/09_sadkovskaya.pdf) DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15209
4. Топ-5 самых комфортных для жилья поселков Ростова. Режим доступа: <https://bloknot-rostov.ru/news/top-5-samykh-komfortnykh-dlya-zhilya-poselkov-rost-885116>(датаобращения 21.09.2020г.).

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРОДСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ В РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Базавлук В.С.,**

*Юго-Западный государственный университет, студент*

*email: bazavluk.vika@mail.ru*

**Демин А.А.,**

*Юго-Западный государственный университет, студент*

*email: tynkelpenv@mail.ru*

**Аннотация:** современная геодезическая практика опирается на инновационные методы анализа и оценки, что определяет необходимость формирования устойчивой базы исследований в данной области. Объективизация геодезических условий в системе реконструкции городской сети является необходимым компонентом современных геодезических изысканий. В статье также приводится анализ исходной системы координат (датум), используемой при вычислении местоположения и уравнивании городских геодезических сетей.

**Ключевые слова:** реконструкция, геодезическая сеть, спутниковые системы, навигация, технологии, кадастр.

### **Reconstruction of the urban geodetic network in Russia using new technologies**

**Abstract:** modern geodetic practice is based on innovative analysis and evaluation methods, which determines the need to form a stable research base in this area. Objectification of geodetic conditions in the system of urban network reconstruction is a necessary component of modern geodetic surveys. The article also provides an analysis of the original coordinate system (datum) used for calculating location and equalizing urban geodetic networks.

**Keywords:** reconstruction, geodetic network, satellite systems, navigation, technologies, cadastre.

Реконструкция городской геодезической сети предполагает создание системы специальных точек, закрепленных на поверхности земли выбранного участка для последующей застройки [1,2]. Эти точки получили название «геодезические пункты». Их положение на карте строго определено и размещено в пространстве относительно уже существующих объектов, отраженных в плане на определенной высоте [3].

В проекте реконструкции городских геодезических сетей содержатся сведения о выполнении основных геодезических работ: схема построения плановой и высотной опорных сетей для разбивки сооружений и способы закрепления их пунктов, расчеты требуемой точности измерений, выбор и обоснование методов измерений и уравнивания их результатов [4].

Рассматривая применение инновационных технологических решений в области геодезической практики, определим место и назначение современных навигационных систем. Общеизвестны термины «глобальная система позиционирования» (GPS) и «глобальная навигационная спутниковая система» (ГНСС), используемые для описания набора спутниковых систем позиционирования, которые в настоящее время работают или планируются.

На рисунке 2 приведено сравнение размеров орбит GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou, Международной космической станции (МКС), космического телескопа Хаббл, геостационарной орбиты (и его орбиты захоронения), радиационного пояса Ван Аллена для масштаба. Орбита Луны примерно в 9 раз больше геостационарной орбиты. Приведем краткую характеристику навигационных систем.



Рисунок 1 -Сравнение орбит разных ГНСС

GPS (Соединенные Штаты): GPS была первой системой ГНСС. GPS запущена в конце 1970-х годов Министерством обороны Соединенных Штатов. Она использует созвездие из 27 спутников и обеспечивает глобальное покрытие.

ГЛОНАСС (Россия): ГЛОНАСС эксплуатируется Правительством Российской Федерации. Созвездие ГЛОНАСС состоит из 24 спутников и обеспечивает глобальное покрытие.

Galileo (Европейский Союз): Galileo— это гражданская система ГНСС, эксплуатируемая Европейским агентством глобальных навигационных спутниковых систем (GSA). Galileo использует 27 спутников, причем первые спутники полного оперативного потенциала (FOC) были запущены в 2014 году. Полную группировку планируется развернуть к 2020 году.

BeiDou (Китай): BeiDou— китайская навигационная спутниковая система. Система будет состоять из 35 спутников. Региональная служба заработала в декабре 2012 года. BeiDou будет расширен, чтобы обеспечить глобальный охват к концу 2020 года.

ИРНС (Индия): индийская региональная навигационная спутниковая система (ИРНС) обеспечивает обслуживание Индии и ее окрестностей. Полную группировку из семи спутников развернули в 2015 году.

QZSS (Япония): QZSS— это региональная навигационная спутниковая система, обеспечивающая обслуживание Японии и Азиатско-океанского региона. Систему QZSS развернули в 2018 году.

На данный момент только две спутниковые системы обеспечивают полное покрытие и бесперебойную работу для всего земного шара — это американский GPS и российский ГЛОНАСС.

Позиционирование ГНСС основано на процессе, называемом «трилатерация». Первые невоенные применения технологии ГНСС были связаны с геодезией и картографированием. Основными компонентами пользовательского сегмента ГНСС являются антенны и приемники. Приемники обрабатывают спутниковые сигналы, восстановленные антенной, чтобы рассчитать положение и время. Приемники могут быть предназначены для использования сигналов от одного ГНСС-созвездия или от нескольких ГНСС-созвездий. Позиционирование на основе автономного сервиса ГНСС имеет точность вплоть до нескольких метров. Количество доступных спутников ГНСС могут быть недостаточными для удовлетворения потребностей некоторых пользователей.

Проблема установления исходной системы геодезических координат и изучения фигуры Земли решается путем совместного использования триангуляции, нивелирования и гравиметрических изме-



рений. Предпочтение отдается астрономо-геодезическим измерениям, которые выполняются на фундаментальных пунктах Лапласа и государственной геодезической сети (ГГС) 1 класса [5].

При обработке геодезических сетей континентов и стран применяют эти классические методы измерений. Каждая страна имеет свой исходный (опорный) пункт, в котором осуществлено ориентирование референц-эллипсоида, где отвесная линия совмещается с нормалью, а плоскость меридиана устанавливается параллельно оси вращения Земли по астрономическому азимуту [6].

Неправильное определение координат опорных и контрольных пунктов дает смещение конфигурации геодезической сети при окончательном уравнивании. Это говорит о том, насколько точно следует вычислять координаты исследуемого пункта. Многие геодезисты и картографы ошибочно полагают, что точка имеет одинаковые координаты на WGS84 и ПЗ90. На самом деле, они являются геоцентрическими системами координат, а разница между ними составляет 1 метр [7]. Помимо этого, они отличаются в зависимости того, какая система относимости используется для определения координат пункта, т.е. значения величин могут быть геоцентрическими, геодезическими и географическими (рис. 2).

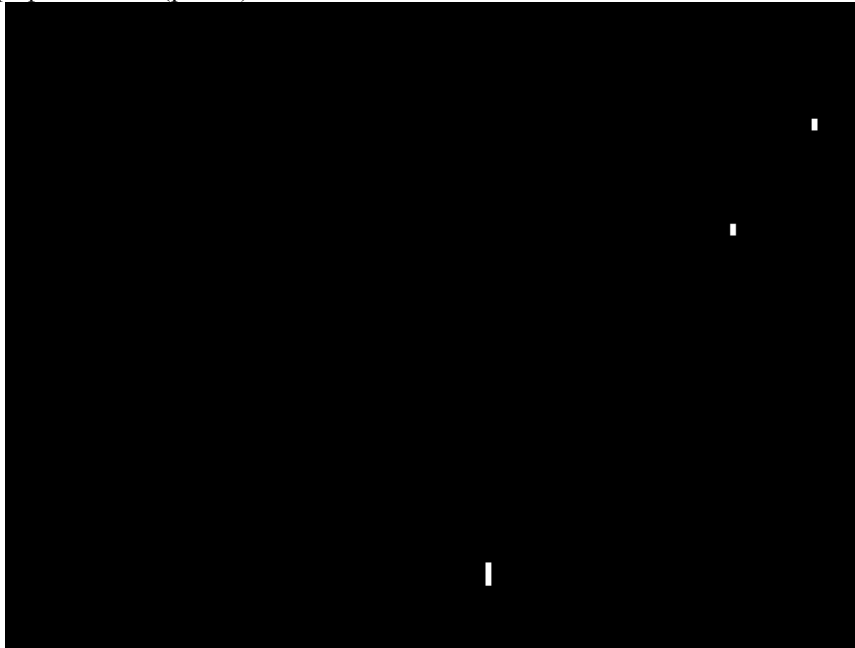


Рисунок 2 - Разность датумов

Хотя разница между ними незначительная, но она существенна при высокоточных измерениях и вычислениях координат особо важных объектов. Поскольку на координаты пунктов влияют тектонические процессы, происходящие в верхней мантии Земли, то трудно отделить крупномасштабные и региональные смещения от местных явлений.

Создание городской геодезической сети позволяет наиболее точно определять виды работ и способы их выполнения. Для наиболее качественного восприятия данных и удобной работы опорная сеть располагается на выбранной местности согласно предварительно составленному для нее проекту. Геодезия на основе ГНСС позволяет сократить объем оборудования и трудовых ресурсов, необходимых для определения положения точек на поверхности Земли, по сравнению с предыдущими методами. Используя ГНСС, один специалист может выполнить за один день то, что могло бы занять съемочную группу из трех человек в неделю.

Система геопространственной информации (ГИС) захватывает, хранит, анализирует, управляет и представляет данные, связанные с местоположением. Они могут содержать информацию об экологии или ресурсах. ГИС также используется для отображения атрибутов для муниципального планирования, коммунальных предприятий и других. Положения, связанные с данными, могут быть предоставлены из приемника ГНСС.

Пример использования слоев в ГИС-приложении приведен на рисунке 3. В этом примере слой лесного покрова (светло-зеленый) образует нижний слой, над которым располагается топографический слой (контурные линии). Далее находится слой стоячей воды (пруд, озеро), затем проточная вода (ручей, река), затем слой границ и, наконец, дорожный слой сверху. Порядок очень важен для правильного отображения конечного результата.

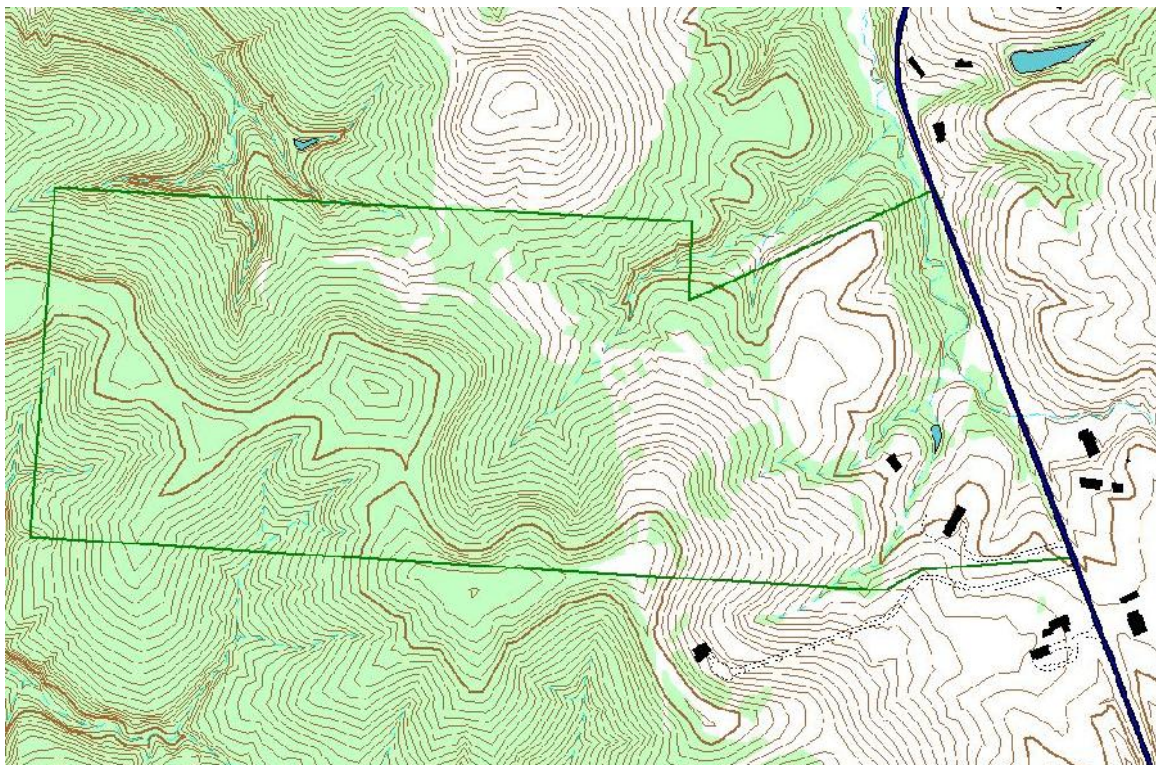


Рисунок 3 -Пример использования слоев в ГИС-приложении

Определение нового положения съемки когда-то требовало измерения расстояний и пеленгов от существующей (известной) точки съемки до новой точки. Это вызывало необходимость проведения измерений с использованием теодолитов для измерения угловых разностей и металлических «цепей» (длинных тяжелых рулеток), натягиваемых с целью минимизации провисания и точного измерения расстояний. Если бы новые и существующие точки съемки были разделены большим расстоянием, процесс включал бы несколько установок теодолита, а затем несколько угловых и дистанционных измерений.

Таким образом, современные геодезические изыскания немыслимы без применения современных технологий, а формирование эффективных средств реконструкции городского пространства определяет новые требования к точности данных при проведении проектных работ.

#### Список использованных источников

1. Курошев Г. Д. Космическая геодезия и глобальные методы позиционирования : учебное пособие / Г. Д. Курошев. –СПб : Санкт-Петербургский университет, 2011. – 182 с.
2. Кусов В. С. Основы геодезии, картографии и космоаэросъемки: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / В. С. Кусов. – 2-е изд., испр. – М. : Академия, 2012. – 256 с.
3. Геодезия: учеб. / Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, М. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман ; ред. Д. Ш. Михелев. – 11-е изд., перераб. – М.: Академия, 2012. – 496 с.
4. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем Глонасс/GPS ГКИНП (ОНТА)-01-271-03//Режим доступа: [https://soyuzgeo.ru/f/gkinp\\_01-271-03\\_rukovodstvo\\_po\\_sozdaniyu\\_i\\_rekonstruktsii\\_gorodskikh\\_geodezicheskikh\\_setey\\_s\\_ispolzovaniyem\\_sputnikovyx\\_sis.pdf](https://soyuzgeo.ru/f/gkinp_01-271-03_rukovodstvo_po_sozdaniyu_i_rekonstruktsii_gorodskikh_geodezicheskikh_setey_s_ispolzovaniyem_sputnikovyx_sis.pdf)/(Дата обращения: 12.09.2020)
5. Машимов М.М. Уравнивание геодезических сетей. – М.: Недра, 1979. –367 с.
6. Яковлев Н.В. Высшая геодезия. – М.: Недра, 1989. – 445 с.
7. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. –М: Картогеоцентр, 2005. – Т. 1. – 334 с.

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**

**Гергарт А.С.,**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, студент,  
e-mail: A\_AS Gart@list.ru*

Аннотация. В статье приводится обзор эффективных методов реконструкции зданий и сооружений в условиях существующей городской среды. Отмечается главенствующая роль комплексного подхода к реконструкции города как интеграционного современного метода, учитывающего социальные, культурные, технические и экономические показатели.

Ключевые слова: строительство, реконструкция, жилой фонд, здание, сооружение, реставрация, город, застройка.

Для Российской Федерации в настоящее время актуальна проблема реновации жилого фонда. Это явление — следствие двух факторов: больших территорий страны (масштабности национального жилого фонда) и отсутствия долгосрочных федеральных программ поддержки жилого фонда. Под вторым подразумевается комплекс принимаемых государством законодательных и исполнительных мер, направленных на своевременное выявление и организацию порядка устранения проблем с потерявшим качества жильем и объектами городской инфраструктуры. Оба фактора приводят к тому, что реновация или реконструкция жилья проводится преимущественно в крупных городских агломерациях России. Для внедрения подобных программ на масштабы всего жилого фонда страны необходимо проанализировать имеющийся опыт реконструкций на примере существующих городских застроек.

Современные городские агломерации с точки зрения строительства представляют собой сложные многоуровневые структуры, состоящие из разнородных взаимосвязей между разными объектами инфраструктуры. На относительно небольшой территории располагаются: жилые дома, промышленные и коммерческие здания и сооружения, объекты инфраструктуры (дороги, теплотрассы и др.), зеленые насаждения и зоны рекреации (парки и т. д.). Такая городская среда формируется на протяжении долгих лет и, соответственно, образуется под влиянием различных руководящих строительством административных мер, и на разных этапах научно-технического прогресса. Со временем, по мере изменения мировоззрения, культуры и потребностей общества меняются культурно-социальные предпосылки ведения строительных программ по городской застройке. В настоящее время, например, существует тенденция к созданию «умных городов», подразумевающую повышение комфорта жителей и посетителей городских агломераций за счет информационных технологий. Соответственно, образуются и особые требования к реконструкции жилья, построенного в разные эпохи и по разным строительным технологиям.

Хотя существуют определенные нормативные акты, касающиеся порядка проведения реконструкции зданий в городских условиях, они не учитывают ряд важных моментов. Например, нет определенных указаний на подходы к совмещению информационных технологий в культурно-исторический фон города. Здания, относящиеся к объектам культурного наследия, не всегда подходят для установки в них серверов обработки данных, ввиду особо климатического режима таких зданий. Также проблема может быть видна на примере инфраструктуры: дороги, построенные до индустриальной эпохи, имеют недостаточную ширину для пропуска большого потока машин, в то время как расширить ее технически невозможно.

Полагается, что разработать эффективные методы реконструкции зданий в условиях существующей городской застройки можно самостоятельно (по инициативе ведущих архитекторов и проектировщиков, ведущих проект реконструкции), ориентируясь на действующие нормативы, анализируя технологии, по которым строились имеющиеся здания, и совмещая их с современными подходами по реконструкции. К последним можно отнести новые технологии, организационные или материально-технические. Организационные подходы к реконструкции городов подразумевают комплекс мер по сносу ветхого жилья и переселения жителей снесенного дома в «эквивалентное» современное жилье, то есть, приблизительно схожее по площади, числу комнат, расположению в доме и т. д. Технические подходы к реконструкции городских зданий — применение в строительстве инновационных технологий. Это новые экологичные виды материалов, большое внимание к дизайну и объектам инфраструктуры, повышающих комфорт жителей. К последним относится строительство детских площадок, парковок, зеленых насаждений, близость к магазинам и сетям городской инфраструктуры (дороги, метро и др.).

Сложными являются как технические, так и организационные подходы по реконструкции городской застройки. Основная задача городской реконструкции — сохранение культурно-эстетической концепции и внедрение реставрированного здания в уже существующую городскую инфраструктурную сеть. Главная сложность — несоответствие ряда построек городскому фону, непригодность отдельных объектов коренной инфраструктуры агломерации под нужды современности. Например, иногда нельзя отреставрировать здание под новый вид и установить на нем вышки LTE, если оно находится на фоне других однообразных зданий того же дизайна (например, «хрущевки»), и оно не имеет для установки вышек подходящих конструкций (ветхая крыша или наличие важные энергетических узлов).

Среди реализуемых в настоящее время эффективных методов реконструкции в условиях сложившейся городской застройки существуют следующие:

- Усовершенствование методологии строительного проектирования с возможной автоматизацией процессов;
- Выявление возможных методов последовательной и комплексной реконструкции;
- Работа над особенностями обновления сложившейся застройки городов разной величины и исторической ценности;
- Работа над принципами проектных решений по обновлению кварталов города, прежде всего в исторических частях города [1].

Подобные меры подразумевают накопление опыта по мере реконструкции городских агломераций, его совмещение с текущими условиями и с будущими изменениями.

Иностранные исследователи проблем реконструкции зданий в условиях существующей городской застройки отмечают, что она тесно связана с экономикой, поскольку мегаполисы являются центрами обращения больших объемов капитала на всех социальных уровнях [5]. Это становится очередным препятствием для необоснованного вмешательства в городскую среду со стороны застройщиков. Отмечается необходимость проводить при реконструкции современные меры антитеррористической безопасности и реализовать меры по укреплению зданий на случай стихийных бедствий. Также предлагается применять концепцию баланса интересов общества и экономики: то есть, реализацию принципа реконструкции, в котором будут учитываться все современные и будущие изменения в развитии города. Город меняется под динамикой интересов граждан, культуры, политики, технологий и экономики, что должно использоваться в пространственно-временных категориях создания проектов по реконструкции. Важное значение имеет учет интересов всех социальных слоев города с политикой городских властей, что обеспечивает единую социокультурную концепцию развития города в ходе реконструкции. Ключевой критерий проверки эффективности реконструкции — субъективная оценка гражданам уровня комфорта.

В 2017 году разработана концепция ЮНЕСКО и Всемирного банка «Культура в восстановлении и реконструкции города» (Culture in City Reconstruction and Recovery (CURE)) [2]. Она предполагает уделять первоочередное внимание культуре, а не урбанистике: здания и сооружения являются не только функциональными элементами, но и продуктом человеческой культуры. Это отмечают и российские исследователи, указывающие на особую специфику культуры города, как на совокупность образуемых в разные эпохи различных продуктов человеческой деятельности [2]. Это как архитектурные и культурно-общественные объекты (театры, парки и др.), так и городской менталитет, моральные нормы и ценности, что в пределах города образует своеобразный городской фольклор. В плане реконструкции городской среды это означает ведение строительно-восстановительных работ посредством привлечения всех специалистов, причастных к формированию городской среды. За счет интеграции в проекты реконструкции зданий и сооружений предложений специалистов из всех социальных сфер города учитываются потребности, ценности и приоритеты всех слоев населения.

Особые методы реконструкции применяются при ликвидации последствий стихийных бедствий или военных действий. Отмечается, что в таких случаях для эффективной реконструкции необходима заранее продуманная стратегия переселения людей (беженцев) и оперативное восстановление инфраструктуры, коммунальных сетей и объектов жилого фонда [4].

С технической стороны, эффективные методы реконструкции в условиях существующей городской застройки подразумевают использование комплексных показателей: архитектурных и социальных требований. Для современных городских агломераций методы прежде всего должны принимать во внимание следующие факторы:

- Снижение уровня шумового загрязнения за счет правильного расположения здания, его удаленности от автодорог и предприятий, и применения шумоизоляционных материалов;
- Поддержание в городской среде определенной площади зеленых насаждений;

– Реконструкция конструктивных элементов с учетом возможного расширения их функционала (установка нового оборудования, вышек, антенн и инженерных узлов для реализации работы информационных сетей и концепции «умного города»);

– Гармоничное проектирование дизайна объектов реконструкции, подразумевающее создание современного облика города с сохранением культурно-исторических ценностей.

Последний пункт является самой сложной задачей в городской реконструкции. С этого подхода, восстановление исторически ценных зданий должно проводиться так, чтобы их эстетика сохраняла первоначальную идею архитекторов, но при этом, не теряла привлекательности на современном фоне. В результате такой реставрации, новые технологические решения будут дополнять идею создателей этих зданий, но не теряя своего концептуального ядра.

В любом случае, эффективные методы реконструкции зданий в существующей городской застройке должны быть комплексными. Современный подход к реконструкции предполагает совмещение в проектах широкого ряда показателей: социальных потребностей, исторических ценностей, технологичность инфраструктуры, экономичность и экологичность.

#### **Список использованных источников**

1. Кольцова Я.Д. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города // Я.Д. Кольцова. – Проблемы экономики и менеджмента № 6 (46) – 2015 г. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekonstruktsiya-i-obnovlenie-slozhivsheysya-zastroyki-goroda> (дата обращения: 10.06.2020)

2. Найда А.М. Культура города – первоисточник современного эксклюзивного городского праздника // А.М. Найда. – International Journal of Humanities and Natural Sciences, vol.4. – Санкт-Петербургский государственный институт культуры. – СПб. – 2017 г. [Электронный ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kultura-goroda-pervoistochnik-sovremennogo-eksklyuzivnogo-gorodskogo-prazdnika> (дата обращения: 10.06.2020)

3. Culture in city reconstruction and recovery // World Bank Group. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. [Electronic Resource] – URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/708271541534427317/pdf/131856-WP-REVISED-II-PUBLIC.pdf> (дата обращения: 08.06.2020)

4. Post-War Resettlement and Urban Reconstruction: A case study of Khorram-Shahr, Iran // F. Ahmad, Mirisae S.M., Ibrahim M.A. – Journal of Design and Built Environment Vol. 15 (1). – University of Malaya. – Kuala Lumpur. – 2015. [Electronic Resource] – URL: [https://www.researchgate.net/publication/290482002\\_Post-War\\_Resettlement\\_and\\_Urban\\_Reconstruction\\_A\\_case\\_study\\_of\\_Khorram-Shahr\\_Iran](https://www.researchgate.net/publication/290482002_Post-War_Resettlement_and_Urban_Reconstruction_A_case_study_of_Khorram-Shahr_Iran) (дата обращения: 10.06.2020)

5. Schneider C. Sustainable Reconstruction in Urban Areas // C. Schneider. Swiss Resource Centre and Consultancies for Development International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. – 2012. – p. 195



**СНИЖЕНИЕ ШУМА ТРАМВАЙНОЙ СЕТИ В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ****Горин В.А.,***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор кафедры  
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»  
e-mail: 2486550@mail.ru***Клименко В.В.,***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доцент кафедры  
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»  
e-mail: 4552439@mail.ru***Аксенова Ю.Г.,***ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», магистрант  
e-mail: aksenova97yu@yandex.ru*

Во многих крупных городах доля трамвая в общем объеме городских пассажирских перевозок достаточно велика. С увеличением численности автомобильного парка загруженность городских улиц не позволяет повышать эффективность нерельсового пассажирского транспорта, (автобусного и троллейбусного). В этой ситуации целесообразно преимущественное развитие рельсового, особенно внеуличного общественного транспорта (трамвая и скоростного трамвая) [1].

Однако в сложившихся городских районах трамвайные линии часто расположены близко к жилой застройке, что противоречит требованиям строительных норм и правил [2]. Поэтому особенно остро стоит проблема акустического загрязнения примыкающих территорий старых жилых районов.

На примере г. Краснодара показано, что для снижения шума от существующих и проектируемых трамвайных линий целесообразно применение комплекса организационных, технологических и строительно-акустических шумозащитных мероприятий.

Трамвайно-троллейбусное предприятие г. Краснодара – одно из крупнейших в Российской Федерации. Ежегодно трамваем перевозится 119 млн. пассажиров – 48 % от общего объема городских пассажирских перевозок. В состав предприятия входят, в частности, два трамвайных депо и службы, обеспечения. Протяженность трамвайного пути в однопутном исчислении составляет 113 км.

Исторически в г. Краснодаре сложилась радиальная схема трамвайной сети, что обусловило высокую загруженность участков, расположенных в центральной части города и меньшую – на периферии. При оценке шума эквивалентными по энергии уровнями (дБА) шумовая характеристика трамвайного потока определяется в частности интенсивностью движения вагонов, которая на отдельных участках составляет в час «пик» 80-95 вагонов/час. Исследования показывают, что при малой ширине улиц в исторически сложившейся застройке центральной части города такое движение трамваев создает на примыкающей территории эквивалентные уровни звука до 74 дБА, что на 9 дБА превышает ПДУ для дневного времени [3]. Радиальная схема трамвайной сети не позволяет снизить интенсивность движения в центре города без уменьшения объема пассажироперевозок, нет резервов для расширения маршрутов нерельсового городского транспорта. Кроме повышенного шумоизлучения, такая «жесткая» схема обладает рядом эксплуатационных недостатков, не позволяя оперативно изменять маршруты движения трамваев при аварийных ситуациях.

Кроме интенсивности движения на шумовую характеристику потока городского рельсового транспорта оказывает влияние ряд технических факторов, среди них важное место занимают тип верхнего строения трамвайного пути, величина износа рельсов. На ряде участков линий трамвая в городе существуют открытые пути и наблюдается волнообразный износ рельсов.

Отрицательным фактором, повышающим излучение шума, является износ подвижного состава, неисправности ходовой части и кузова.

Таким образом, для уменьшения акустического загрязнения жилой застройки от действия потока трамвая необходимо применить комплекс средств шумозащиты, основанный на рациональном использовании мероприятий административного, градостроительного, строительного и технического характера.

Кубанским государственным технологическим университетом проведены исследования шумового режима примагистральных территории жилой застройки, которые использованы при построении карты шума города. Определены зоны акустического дискомфорта от действия трамвайных и смешанных транспортных потоков.

При разработке шумозащитных мероприятий территория города была условно разделена на характерные зоны:

А – центральная (историческая) часть с 1-2 этажной застройкой, с большим количеством памятников архитектуры, не подлежащих сносу, ширина улиц (15-20) м;

Б – сложившаяся многоэтажная застройка (5-12 этажей),

В – проектируемая застройка;

Г – сложившаяся одноэтажная застройка на периферии, ширина улиц (28-35) м.

Для каждой зоны эффективны различные сочетания организационных технологических и строительных мероприятий по снижению шума. Например, в зоне А, где ширина улиц не позволяет применить преграды на пути распространения воздушного шума и защитить дома от вибрации, рекомендовано перепрофилирование жилых зданий первого эшелона застройки под общественные с устройством шумозащитных окон, а также изменение схемы движения нерельсового транспорта для создания пешеходных улиц.

В зонах Б и В рекомендовано использование естественных и искусственных преград на пути распространения шума от источника к защищаемым объектам (шумозащитные зеленые насаждения, шумозащитные здания, акустические экраны).

Во всех случаях наибольший технико-экономический эффект дают мероприятия, снижающие шум в источнике его возникновения.

При перспективной разработке генерального плана и комплексной транспортной схемы города следует предусматривать организационные мероприятия по борьбе с шумом, обеспечивающие уменьшение среднечасовой интенсивности движения трамваев в центральной части города и улучшающие условия эксплуатации подвижного состава. Предлагается ряд вариантов решения этой задачи. Предпочтительно строительство кольцевой линии и ликвидация сквозных трамвайных маршрутов, проходящих через центральную часть города. Другой вариант – строительство узловой трамвайно-троллейбусной станции для пересадки пассажиров, от которой будут расходиться радиальные линии.

С точки зрения снижения шума и уменьшения холостых пробегов вагонов целесообразно устройство дополнительного депо и новой кольцевой трамвайной линии в северной части города.

Радикальным решением проблемы городского рельсового транспорта является строительство линий скоростного трамвая (с эксплуатационной скоростью более 20 км/ч). Эти линии предусматривается располагать как на обособленных участках с развязками в нескольких уровнях, так и совместно с существующими трамвайными линиями при установке на последних систем автоматической сигнализации и блокировки. В районах с высокой плотностью застройки и автомобильных дорог целесообразно строительство наземных участков трамвая (метрам).

Для снижения шума в источнике разработаны технологические мероприятия, уменьшающие образование шума в месте контакта «колесо-рельс», а также препятствующие распространению звуковой вибрации в деталях кузова и в верхнем строении трамвайного пути. При ремонте и реконструкции рекомендуется:

замена звеньевоего пути на бесстыковой (3-4 дБА);

– устранение волнообразного износа рельсов путем их шлифования;

– применение амортизирующих прокладок между рельсом и шпалами;

– использование в качестве балласта песчано-щебеночной смеси;

– устройство закрытого строения трамвайного пути для уменьшения излучения шума рельсами, шпалами и балластом.

В тех случаях, когда эксплуатационные и технологические мероприятия не дали желаемого результата, предусмотрено устройство акустических экранов, шумозащитных зеленых насаждений, установка оконных блоков с повышенной звукоизоляцией.

Таким образом, проведенные исследования позволили построить карту шумового загрязнения жилых районов г. Краснодара от действия трамвая, разработать комплекс шумозащитных мероприятий организационного, технологического и строительного характера для создания нормативного акустического режима в зданиях и на примагистральных территориях жилых районов.

В концепции генерального плана развития города и комплексной транспортной схемы предусмотрены организационные мероприятия по борьбе с шумом. К ним относятся, уменьшение среднечасовой

совой интенсивности движения трамваев в центральной части города за счет строительства кольцевой линии и ликвидации сквозных трамвайных маршрутов, проходящих через его центральную часть, а также уменьшение холостых пробегов вагонов за счет устройства дополнительного депо и новой кольцевой трамвайной линии в северной части города.

#### **Список использованных источников**

1. Горбанев Р.В. Городской транспорт. – М.: Стройиздат, 2010. – 215 с.
2. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*. – М.: ЦПП, 2011. – 109 с.
3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки: Санитарные нормы.– М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

УДК 628.517.2

87.55.29: Производственные, транспортные и иные шумы. Исследование шумов. Методы и средства борьбы

### **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВНЕШНЕГО ШУМА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Горин В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор кафедры  
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»  
e-mail: 2486550@mail.ru*

**Клименко В.В.,**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доцент кафедры  
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»  
e-mail: 4552439@mail.ru*

**Изотова М.А.,**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», магистрант  
e-mail: izotova97ma@mail.u*

В условиях проектирования новой и реконструкции существующей застройки в городских и сельских поселениях размещение промышленных предприятий, сооружений и иных объектов, во многих случаях, осуществляется в непосредственной близости от селитебных территорий с нормированным уровнем допустимого шума. Такие условия взаиморасположения объектов промышленности и объектов жилого и гражданского строительства приводят зачастую к превышению нормативных уровней шума. С целью обеспечения требований норм на прилегающих к промышленным предприятиям территориях последние должны отделяться от жилой застройки санитарно-защитными зонами, которые являются обязательным элементом любого объекта оказывающего химическое, биологическое и физическое воздействия на среду обитания и здоровье человека [1].

В настоящее время в нормативной литературе сведения о шумности промышленных предприятий крайне ограничены. Сложность в определении шумовой характеристики промышленных объектов связана с тем, что они представляют собой совокупность линейных (транспортные магистрали) и точечных (здания с установленным в них шумным оборудованием, всасывающие и выхлопные отверстия энергетических установок, шумное оборудование установленное на открытых площадках, вентиляционные установки и т.п.) источников шума. Задача еще более усложняется, если речь идет о промышленных зонах или узлах, в состав которых входит несколько промышленных предприятий, одновременно оказывающих неблагоприятное воздействие на прилегающие селитебные территории. Это обстоятельство потребовало их выделения в самостоятельную группу и классификации как «пространственные», что соответствует условиям размещения отдельных шумоизлучателей на территориях предприятий, причем как в «неподвижном», так и в состоянии «перемещения». Такая классификация пространственного группового источника шума определила самостоятельную методику измерения и оценку его шумовых характеристик.

В соответствии с международным стандартом ISO 8297 [2] шумовой характеристикой пространственных источников шума является скорректированный уровень звуковой мощности  $L_{PA}$ , дБА, определяемый путем натурных измерений. На основе проекта документа ISO и многочисленных экспериментальных исследований, проведенных у нас в стране, была разработана методика оценки шумности

промышленных предприятий [3]. Она позволяет экспериментальным путем получать шумовые характеристики предприятий в виде среднего  $L_{P,Аср}$ , дБА, и максимального  $L_{P,Амакс}$ , дБА, скорректированного уровней звуковой мощности:

$$L_{P,Аср} = \bar{L}_{Аэкв} + 10 \lg \frac{2S}{S_0} \quad (1)$$

$$L_{P,Амакс} = \bar{L}_{Амакс} + 10 \lg \frac{2S}{S_0} \quad (2)$$

где  $\bar{L}_{Аэкв}$  и  $\bar{L}_{Амакс}$  – среднее значение соответственно эквивалентного и максимального уровня звука, дБА, на измерительном контуре;

$S$ – площадь территории, м<sup>2</sup>, занимаемой промышленным предприятием;  $S_0=1$  м<sup>2</sup>.

Эти шумовые характеристики в дальнейшем позволяют определять ожидаемые уровни звука на территориях прилегающих к промышленным предприятиям, размеры их санитарно-защитных зон, а также выбирать и проектировать средства защиты.

Необходимо отметить, что это был первый нормативный документ, дающий возможность оценивать внешний шум действующих промышленных предприятий. Он был разработан для промышленных объектов с типизированным технологическим оборудованием и условиями его эксплуатации.

В действительности, объединение отдельных источников шума предприятия в комплексный пространственный источник, может быть осуществлено тогда, когда выполняются следующие условия:

- источники по спектру и мощности излучения шума равны,
- высота расположения источников шума над отражающей плоскостью одинакова;
- распространение звука от источников шума до точек приема происходит в равных условиях;
- расстояние от отдельного точечного источника шума до точки приема более чем в два раза превышает наибольший размер источника,

В случае невыполнения этих условий необходимо разбивать территорию промышленного предприятия на участки, в границах которых эти требования выполняются и каждый участок рассматривать как отдельный пространственный источник звука,

Другой, более сложной задачей, является оценка воздействия шума на окружающую среду вновь проектируемых или реконструируемых промышленных предприятий. Существующие нормативные документы позволяют расчетным путем определять уровни шума  $L$ , дБ, (дБА), в точках приема от действия отдельного (точечного или линейного) источника шума расположенного на территории промышленного предприятия как:

$$L = L_p + 10 \lg \Phi - 10 \lg \Omega - 20 \lg r - \beta_a \frac{r}{1000} + \Delta L_{отр} - \Delta L_c \quad (3)$$

где  $L_p$ – уровень звуковой мощности источника шума, дБ, (дБА),

$\Phi$ – фактор направленности источника шума;

$\Omega$  – пространственный угол (в стерadiansах), в который излучается шум;

$r$ – расстояние от источника шума до расчетных точек, м;

$\beta_a$ – коэффициент поглощения звука в воздухе, дБ, (дБА);

$\Delta L_{отр}$ – повышение уровня звукового давления вследствие отражений звука от больших поверхностей, дБ, (дБА);

$\Delta L_c$ – дополнительное снижение уровня звукового давления элементами окружающей среды, дБ, (дБА).

Полученные значения уровней шума в расчетных точках суммируются (по энергии). При такой оценке воздействия шума на прилегающие к промышленному предприятию территории или защищаемые от шума объекты он не рассматривается как пространственный источник шума

Отсюда видно, что подход к оценке внешнего шума промышленного предприятия измерительным и расчетным методами отличен друг от друга, а это нередко приводит к различию получаемых результатов и соответственно вызывает определенные трудности при решении практических задач.

С такими трудностями авторы настоящей статьи столкнулись при выполнении работы связанной с оценкой шумового воздействия на окружающую среду компрессорной станции «Береговая», входящей в состав магистрального газопровода «Голубой поток». Станция располагается в Геленджикском районе Краснодарского края на расстоянии 1.5 км от побережья Черного моря. На расстояниях от 1.7 до 5.5 км к ней прилегают населенные пункты и базы отдыха.

Особенностью проектируемой компрессорной станции являлось отсутствие в мировой практике станций аналогичной мощности. Требуемое давление газа на выходе 25.5 МПа должно обеспечить его передачу на большие расстояния. Основное технологическое оборудование станции (газоперекачивающие агрегаты, аппараты воздушного охлаждения газа, турбогенераторы и др.) также не имеет аналогов, и разрабатывалось впервые.

В соответствии с требованием [1] размеры санитарно-защитных зон магистральных трубопроводов и систем газоснабжения определяются с учетом минимальных расстояний от городов и других населенных пунктов. Такие расстояния регламентируются строительными нормами и правилами. Согласно СНиП 2.05.06-85\* [4], минимальное расстояние от компрессорных станций газопроводов 1-го класса до населенных пунктов следует принимать равным 700 м.

Шумовые характеристики технологического оборудования определялись расчетным путем. С этой целью фирмой производителем основного оборудования, «Nuovo Pignone» (Италия), замерялись шумовые характеристики отдельных узлов агрегатов. Далее, используя методику, ГОСТ Р 51401-99 (ИСО 3744-94) [5] выполнялся расчет уровней звуковой мощности каждого агрегата в целом, в октавных полосах частот и по шкале «А».

Из-за сложного горного рельефа площадки застройки (перепады высот установленного оборудования достигали 35 м) и существенного различия в спектрах и мощностях излучения отдельных источников шума, а также их размеров, не представлялось возможным определение шумовой характеристики компрессорной станции в целом [6]. Поэтому, она была разбита на отдельные участки, каждый из которых рассматривался как самостоятельный источник шума с групповым оборудованием. Уровни шума в расчетных точках на границе санитарно-защитной зоны рассчитывались от каждого такого пространственного источника шума, а затем суммировались.

Выполненная оценка шумового режима работы компрессорной станции позволила установить превышения уровней звукового давления на границе санитарно-защитной зоны над допустимыми значениями, регламентируемыми СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [7], в диапазоне низких частот до 5 дБ. Вместе с тем, при оценке шума по шкале «А» превышения над нормативными значениями не были определены.

Детальный анализ результатов расчетов шумовых характеристик технологического оборудования и ожидаемых уровней шума на границе санитарно-защитной зоны компрессорной станции позволили сделать следующие выводы:

- расчетные шумовые характеристики основного технологического оборудования станции (газоперекачивающие агрегаты, аппараты воздушного охлаждения газа, турбогенераторы) отличны по спектру излучения от шумовых характеристик аналогичного оборудования известных компрессорных станций, значения которых определялись путем измерений по ГОСТ Р 51401-99 (ИСО 3744-94) [5], и могут быть приняты как ориентировочные;

- превышения ожидаемых уровней звукового давления и уровней звука на границе санитарно-защитной зоны компрессорной станции над нормативными значениями лежат в пределах погрешности метода измерений;

- окончательную оценку шумового режима работы технологического оборудования и уровней шума на границе санитарно-защитной зоны компрессорной станции можно получить в период ее пробного, первого пуска.

В связи с этим были разработаны строительно-акустические мероприятия по снижению шума на границе санитарно-защитной зоны компрессорной станции, внедрение которых может быть осуществлено на любом этапе строительства

#### Список использованных источников

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001 – 40 с.

2. ГОСТ 31297-2005 (ИСО 8297:1994). Шум. Технический метод определения уровней звуковой мощности промышленных предприятий с множественными источниками шума для оценки уровней звукового давления в окружающей среде. – М.: Стандартинформ, 2006. – 95 с.

3. Рекомендации по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий /НТТИСФ – М.: Стройиздат, 1989. – 8 с.

3. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\*. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 29 с.

4. ГОСТ Р 51401-99 (ИСО 3744-94). Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью. – М.: Госстандарт России, 2000. – 20 с.

5. ГОСТ 12.2.016.4-91. Оборудование компрессорное. Методы определения шумовых характеристик стационарных компрессорных станций и установок. – М.: Изд-во стандартов, 1991. 9 с.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на работах местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы. – М Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.



## **ЗНАЧЕНИЕ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ И АКВАТОРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА**

**Емельянова О.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
старший преподаватель кафедры «Урбанистика и теория архитектуры»  
e-mail: urbanistika\_14@mail.ru*

В архитектурно-планировочном облике некоторых городов, в системе их озеленения водно-зеленые диаметры занимают особое место. Поскольку при проектировании города природные и ландшафтные условия всегда определяли выбор места для поселений и направление их развития. Однако, в современных условиях новейшие технологии позволяют строить поселения практически в любой ландшафтной среде, преобразуя природный ландшафт и образуя новую среду.

Водно-зеленые системы населенных пунктов, в том числе зеленых и водных пространств, формируются с целью повышения качества городской среды: создания зеленых мест отдыха вблизи мест проживания населения, улучшения городской среды, обогащения архитектурно-художественного облика городов. Создание развитых водно-зеленых систем особенно важно для больших и крупных городов с многоэтажной и высокоплотной застройкой, с неблагоприятными экологическими условиями: значительным загрязнением воздушного бассейна, почв, повышенным уровнем шума, загазованности и запыленности. [1,2,3,4]

Поскольку в сложившихся городах развитие зеленых насаждений ограничено, рекреационные ландшафты формируют в районах, не пригодных для строительства, какими являются поймы рек не пригодные для строительного освоения земли. Использование поймы особенно важно, так как её площадь составляет значительную часть городской территории. Важное, значение имеет также тот факт, что поймы являются местами концентрации загрязнения. Поэтому размещение на них озеленения, садово-паркового искусства и других рекреационных объектов должно основываться на санитарных исследованиях и обоснованиях.

Водно-зеленая система, включающая открытые озелененные пространства и значительные водные объекты (реки, озера, водохранилища, каналы), является неотъемлемой частью городского ландшафта, которая характеризуется единством планировочной организации, территориальной и функциональной взаимосвязанностью элементов. [5] Формирование водно-зеленых систем является также средством повышения архитектурно-художественной выразительности облика города. Раскрытие архитектурных ансамблей на озелененные территории и водоемы, обеспечение панорамного обзора застройки, включение озелененных пространств и акваторий в градостроительную композицию являются важнейшими требованиями, которые должны учитываться при проектировании водно-зеленых систем.

Эффективность планировочной организации водно-зеленых систем обеспечивается за счет:

- 1) оптимального соотношения застроенных и озелененных пространств [3];
- 2) создания крупных, пространственно целостных внутригородских и пригородных озелененных территорий, что расширяет зону их оптимизирующего воздействия и повышает экологическую устойчивость к антропогенным нагрузкам;
- 3) создания удобных, преимущественно пешеходных связей между озелененными территориями и жилыми районами;
- 4) совмещения реакционной и средорегулирующей функций в пределах одной территории;
- 5) использования для создания и развития водно-зеленых систем существующих лесных массивов и ограниченно пригодных для застройки территорий (пойменных, заторфованных, заболоченных).

В случае, когда водных объектов несколько, и они являются основными элементами планировочной структуры города, как, например, в Минске, где акватории главных городских водных объектов представляют собой водно-зеленые диаметры. Природный каркас представлен водно-зеленым диаметром вдоль р. Свислочь вдоль которого организована, на западе и востоке от оси речной долины Свислочи трассы особого класса - две парковые магистрали, проходящие через ядро центра города и формирующие его четкую осевую композицию.

Водно-зеленый диаметр Минска является композиционным стержнем городского плана и ландшафтной структуры города, а также его основной санирующей системой. Система выполняет функцию «легких» города, обеспечивает поддержание биологического и ландшафтного разнообразия, обеспечивает циркуляцию свежего воздуха вдоль всей магистрали, а потому имеет большое значение в оздоровлении окружающей среды и совершенствовании эстетических качеств ландшафта всего Минска.

Композиционной осью водно-зелёного диаметра является река Свислочь, на которой создан семиступенчатый каскад водохранилищ, проходящих через весь Минск: в пределах города — водохранилище Дрозды, Комсомольское озеро, водохранилище в парке имени Горького, Серебрянское водохранилище у ТЭЦ-2, Чижовское водохранилище; за пределами города — Заславское водохранилище и водохранилище Криница. На прилегающих к водохранилищам территориях располагаются набережные, сады и парки. К водно-зелёному диаметру примыкает биологический заказник республиканского значения «Лебяжий». Водно-зелёный диаметр на севере и на юге органично переходит в систему лесопаркового пояса пригородной зоны Минска.

Протяжённость диаметра от впуска Вилейско-Минской водной системы в Заславское водохранилище до плотины Чижовского водохранилища составляет 41 км; перепад высот водного каскада 28,6 метров. Общая площадь каскада от Заславского водохранилища до Чижовского водохранилища составляет около 2800 га. В состав Минского водно-зелёного диаметра (и полуколец) входит свыше 20 «зелёных зон» (парков, скверов, бульваров, садов).

В настоящее время, озеленённые территории города Минска составляют 44,8% от его площади, или 137,9 км<sup>2</sup>. Если смотреть на цифры, Минск - город очень зелёный: на каждого жителя приходится 18 м<sup>2</sup> зелени. При этом, по нормам Всемирной организации здравоохранения, минимальное количество зелени на человека - 9 м<sup>2</sup>. По этому показателю белорусская столица уверенно обходит такие мегаполисы, как Барселона (по 6 м<sup>2</sup> на человека), Токио (3 м<sup>2</sup>), или Буэнос-Айрес (2 м<sup>2</sup>). Правда есть и такие, до которых Минск не дотягивает, например: до Берлина (24 м<sup>2</sup>) или Копенгагена (35 м<sup>2</sup>), Осло, где процент озелененности равен 66 м<sup>2</sup>.

Согласно генеральному плану города Минска, к 2030 году на одного жителя в среднем должно приходиться 21 м<sup>2</sup> озелененных ландшафтно-рекреационных территорий общего пользования. Данный показатель стремительно вырос, с 2008 года когда составлял 10,5 м<sup>2</sup>, однако, практика улучшения показателей была обусловлена включением в площадь территории Минска северных территорий и парковой зоны, а не появлением новых ландшафтно-рекреационных территорий.

Современный этап развития водно-зеленой системы Минска можно назвать в лучшем случае противоречивым в силу значительного сокращения ее территории и ведения застройки, фактического прерывания в нескольких местах в центре, а также нарушения эстетической гармонии беспорядочными компенсаторными посадками.

Минская водно-зеленая система была признана в мире как уникальный рукотворный городской ландшафт. Она подчеркивает индивидуальность планировочной структуры столицы нашей страны. За последние годы допущен ряд ошибок по застройке территории как в водно-зеленой системе, так и в водно-зеленом диаметре. Следует сохранить идею водно-зеленой системы и предотвратить внедрение несвойственных объектов в ландшафтно-рекреационные территории города Минска.

#### Список использованных источников

1. Тукманова З.Г. Комплексное формирование водно-зеленых систем города//Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 1 (19). С. 38 - 45.
2. Шулькевич М.М., Дмитренко Т.Д. Киев: Архитектурно-исторический очерк. 6-е изд. 1982.
3. Решение Киевского городского совета от 28.03. 2002г. "Генеральный план г. Киева на период до 2020 года".
4. Горохов В.А. Зеленая природа города: Учеб. пособие для вузов. Издание 2-е, доп. и перераб. 2005. 528 с., ил.
5. Стратегический план развития Кишинева на 2018 – 2040.

## ВОДНО-ЗЕЛЕННЫЕ ДИАМЕТРЫ ГОРОДОВ: ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ

**Емельянова О.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
старший преподаватель кафедры «Урбанистика и теория архитектуры»  
e-mail: urbanistika\_14@mail.ru*

**Стеценко С.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», к.т.н., доцент  
кафедры «Урбанистика и теория архитектуры»  
e-mail: stezenko-s@mail.ru*

**Кайсарова Е.А.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
магистрант  
e-mail: sascha-06@mail.ru*

На протяжении всей истории развития градостроительства выдвигались самые разнообразные идеи по включению ландшафтно-природных компонентов в планировочную структуру города. Особого внимания в данном вопросе заслуживают прибрежные территории. Во многих исторических центрах, таких как Казань и Киев, под влиянием природных факторов композиционной и планировочной осью города стал водно-зелёный диаметр как основная имеющаяся ландшафтная доминанта.

Водно-зелёный диаметр города — это система парков, водоёмов, бульваров и скверов с обеих сторон реки, вписанная в структуру города.

Статья посвящена анализу водно-зелёных диаметров городов России и бывшего Советского Союза. Центральное место в анализе занимает исследование планировки, ретроспективы и прогнозов развития.



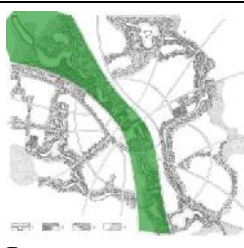
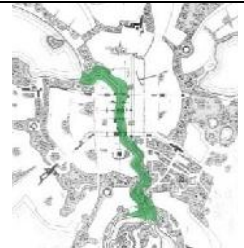
На данный момент наиболее известны следующие водно-зелёные диаметры городов Москва, Казань, Минск, Киев [1, 2, 3], Тбилиси, Екатеринбург [4], Псков. Рассматриваются как перспективные или разрабатываются программы обустройства водно-зелёных диаметров в городах: Санкт-Петербург, Брест, Кишинёв [5] (на подземном русле р. Бык, запроектированный в период СССР), Брянск [6], Пермь, Красноярск [7] и др.

Территории прибрежных ландшафтно-природных комплексов городов как правило, обладают высокой градостроительной ценностью, граничат зачастую с историческими центрами или спальными районами, тем самым являясь центрами притяжения жителей города и его гостей [8, 9]. Такие территории являются наиболее привлекательными с точки зрения инвестиционного развития для дальнейшей застройки и реконструкции [10].

В качестве объектов исследования были выбраны водно-зелёные диаметры городов Минск, Екатеринбург, Красноярск, Тбилиси. Результаты исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Анализ водно-зеленых диаметров городов Минск, Екатеринбург, Красноярска, Тбилиси.

Город	Москва [11]	Киев	Минск	Екатеринбург
Параметр				
Схема размещения диаметра в структуре города				
	Расположен на реке Москва	Расположен на реке Днепр	Расположен на реке Свислочь	Расположен на реке Исеть

Параметры	Длина береговой линии—185 км; Длина фарватера—84 км; Ширина—от 300 м до 3,8 км;	Длина—30 км; Ширина—от 1,5-5 км; Перепад высот водного каскада — 35 м; Общая площадь — около 5 500 га;	Длина—41 км; Ширина—от 370 м до 1,2 км; Перепад высот водного каскада — 28,6 м; Общая площадь — около 2 800 га;	Длина—12,7 км; Ширина—от 56 м до 500 м; Общая площадь — около 114,3 га;
Функция	Рекреационная; Улучшение экологической обстановки.	Рекреационная; Поддержание биологического разнообразия территории.	Рекреационная; Поддержание биологического разнообразия территории.	Рекреационная; Поддержание биологического разнообразия территории; Пешеходная связь районов города.
Содержание	Набережные, лесопарки, ЦПКиО.	Набережные, парки и луга, дендрарии и лесопарки, Ботанический сад, ЦПКиО.	- 7 водохранилищ каскадом; - свыше 20 «зелёных зон» (парки, скверы, бульвары, сады и др.)	Озеленение; Прогулочные пешеходные и велосипедные маршруты вдоль реки.
Год строительства	Заложен в ГП в 1971 году. В том же году началась реализация.	1950-1980-е годы	1940-1970-е годы	Заложен в ГП в 1930 году, начало реализации — 2013 г.
Динамика развития	С момента создания проекта диаметр развивался достаточно активно. Однако в 90-е темпы замедлились и не все территории были освоены вплоть до настоящего момента.	Развитие продолжалось относительно равномерно. В послевоенные годы началось активное озеленение Киева, в т. ч. поймы Днепра. Создание и реконструкция парков продолжалась до развала СССР.	Наиболее активный процесс разработки и реализации проектов по развитию диаметра был в 1940-1970 гг. Затем наблюдался постепенный спад активности. Возрастание проектной активности началось в 2010 г.	В связи с недавней активизацией работы над диаметром, динамика его развития возрастает. Пик развития и завершение работы над проектом назначено на 2025 год.
Перспективы	Полное осуществление первоначального проекта: 1. Два «зеленых диаметра»; 2. Развитие зеленых насаждений по берегам Москвы, Яузы, долинам малых рек, расширение зеленых клиньев, связывающих центр города и пригородные леса, связь со скверами и бульварами.	1. Сохранение своеобразного природно-ландшафтного комплекса; 2. Развитие рекреационных территорий и объектов природно-заповедного фонда.	1. Создание паркового комплекса в центральной части диаметра; 2. Формирование паркового комплекса вдоль проспекта Победителей; 3. Формирование парков общегородского значения вдоль реки Свислочь: парк «Лошица», природный парк, зоопарк.	1. Создание на пересечении с диаметром многофункциональных коммуникационных общественных пространств; 2. Создание многофункциональных водных ландшафты с обеспечением удобного доступа к ним населения.

Достоинства	1. Большая длина береговой линии; 2. Размещение на берегах объектов исторической застройки; 3. При полном выполнении проекта улучшит экологическую среду в городе.	1. Достижение непрерывности зеленых территорий и объединением дисперсно расположенных объектов озеленения	1. Выполняет роль качественной рекреационной зоны города; 2. Выполняет заложенные функции по поддержке экологического баланса и биологического разнообразия территории.	1. Пешеходная связь районов города.
Недостатки	1. Большую протяжённость занимают промышленность и транспорт. 2. Скопление на акватории мусора от прилегающих сооружений. 3. Большое количество дебаркадеров. 4. Отсутствие комплексного благоустройства в рекреационных зонах.	1. Постепенно территория диаметра отдаётся под застройку.	1. Нарушение запретов на застройку зелёной зон в 1980-1990-х годах; 2. Из-за отсутствия соответствующего ухода и финансирования многие уже созданные элементы водно-зелёного диаметра и водно-зелёной системы на протяжении времени приходили в упадок.	1. Неравномерное озеленение города с его концентрацией на поясах и диаметре; 2. Трудности в реализации масштабного проекта и учёта в нём интересов всех групп населения; 3. Критика визуального решения пространства набережной р. Исеть.

Общими чертами для проектов водно-зелёных диаметров являются:

- создание в деловом центре города рекреационного пространства;
- ограничение плотности застройки и регуляция тем самым нагрузки на окружающую среду;
- поддержание биологического разнообразия территории;
- создание благоприятной визуальной среды;
- совершенствование пространственной организации города;
- пешеходная связь между удалёнными районами города.

На данный момент ведётся работа по созданию водно-зелёных диаметров или их восстановление в крупных и средних городах России и СНГ, а также за рубежом. Этот факт указывает на то, что для крупных городов не зависимо от географического положения и планировки формирование водно-зеленого ландшафтно-рекреационного каркаса города остается неизбежным средством улучшения качества городской среды и восполнения рекреационного дефицита города.

#### Список использованных источников

1. Тукманова З.Г. Комплексное формирование водно-зеленых систем города//Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 1 (19). С. 38 - 45.
2. Шулькевич М.М., Дмитренко Т.Д. Киев: Архитектурно-исторический очерк. 6-е изд. 1982.
3. Решение Киевского городского совета от 28.03. 2002г. "Генеральный план г. Киева на период до 2020 года".
4. Горохов В.А. Зеленая природа города: Учеб. пособие для вузов. Издание 2-е, доп. и перераб. 2005. 528 с., ил.
5. Стратегический план развития Кишинева на 2018 – 2040.
6. Волкова Л.А., Алексашина В.В., Тершина А.А. Формирование и развитие природно - экологического каркаса территории г. Брянска с учетом влияния естественного рельефа// Строительство и реконструкция. 2019. № 6 (86). С. 48 - 58.



7. Решение Красноярского городского Совета Депутатов от 25 июня 2013 г. N В-378 "Об утверждении правил благоустройства территории города Красноярска".

8. Етеревская И.Н., Сиренко Н.В. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре приречной территории города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. 2018. № 53 (72). С. 157 - 166.

9. Антюфеев А.В., Антюфеева О.А., Птичникова Г.А. Эколого-градостроительная реконструкция и джентрификация прибрежных территорий крупных городов: проблемы и решения // сб.: Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление. Материалы III Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации. 2016. С. 145-150.

10. Етеревская И.Н., Резникова Е.А. Особенности ландшафтно-градостроительной организации приречных территорий на примере г. Волгограда // сб.: материалы научной конференции «Актуальные проблемы современной архитектуры, градостроительства и дизайна» в рамках XXVIII международного смотр-конкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству. 2019. С. 163-166.

11. Постановление Правительство Москвы от 31 июля 2007 года N 619-ПП "О концепции Целевой среднесрочной программы комплексного благоустройства и ландшафтного оформления набережных реки Москвы (с изменениями на 3 июля 2015 года)".

УДК 711.168

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населенных мест

## **МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАДЕ**

**Ералиев И.Н.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: JCornish@ya.ru*

В статье исследуются возможные методы преобразования невостребованных в текущем состоянии промышленных зон города Волгограда как инструменты повышения инвестиционной привлекательности и улучшения архитектурного облика объектов промышленной деятельности.

Волгоградская область является крупнейшим промышленным и культурным регионом юга России. Наряду с такими крупными мегаполисами, как Москва и Санкт-Петербург, Волгоград испытывает проблему освоения и оптимизации использования старых промышленных зон, подлежащих градостроительному преобразованию и смене производственного характера использования. Таким образом, внедрение концепции преобразования невостребованных промышленных предприятий является весьма актуальным в условиях стремительного развития города.

Строительство промышленных комплексов в советские годы происходило преимущественно на окраинных территориях, в специализированных промышленных зонах. Однако последующая урбанизация привела к росту строительства вокруг таких районов жилой застройки. Как результат, большинство промзон оказались в черте города, а их дальнейшее прекращение производственной деятельности повлекло за собой к образованию в городской среде депрессивных пространств, запущенных и не функционирующих в текущем состоянии [5].

В западных странах явление джентрификации как метода преобразования неиспользуемых пространств уже стало обыденным. «Джентрификация» дословно означает «облагораживание», т. е. повышение уровня «престижности», привлекательности для проживания или коммерческой деятельности как отдельных помещений и зданий, так и целых районов, ранее считавшихся неблагополучными в социальном плане или ставших таковыми в результате объективных социально-экономических и природных процессов (депопуляция, снижение уровня материального благополучия населения, деиндустриализация, последствия стихийных бедствий). [1] В городах Европы и Америки этот процесс начался в 1960-е годы и сопровождался массовым оттоком жителей из престижных районов в пригороды или на городские окраины. Но начиная с конца 1970-х годов джентрификация коснулась и заброшенных промышленных комплексов. В этом случае, во избежание терминологической путаницы исследователи говорят о методе редевелопмента – смене назначения участков земли, или о методе городской регенерации – «возрождении» территорий через развитие общественных пространств или городской рециркуляции – повторном использовании объектов недвижимости [1].

Вопрос об эффективных методах использования не востребуемых в текущем виде промышленных зон возникает перед городами по всему миру. Мировой опыт показывает, что при проектировании концепций развития промзон все чаще применяют так называемый принцип "дикого урбанизма". Таким образом архитекторы стараются сохранить "колорит" производственных комплексов, органично вписав его в ткань города. Не функционирующие предприятия приспособливают под апартаменты, арт-кластеры, парки и даже аттракционы. Объединяет все эти проекты то, что "обновленные" промзоны становятся центрами притяжения как для городских жителей, так и для туристов.

В западной практике ряд промышленных территорий уже прошли через преобразования. Одним из успешнейших проектов стал проект реконструкции района Хафенсити в Гамбурге, Германия. После решения властями о закрытии порта площадью почти 155 га в 1997 году, был объявлен конкурс на проект реконструкции. По техническому заданию, здесь должен был появиться новый многофункциональный район, насыщенный жильем, офисами и объектами инфраструктуры. Кроме того, подрядчик должен благоустроить набережные общей протяженностью 10 км.

Перед авторами проекта стояла задача максимально сохранить ландшафт территории и морской характер бывшего порта. В настоящее время ведутся строительство жилых и офисных зданий в стиле футуризм, обустройство парковых зон и набережных, при этом авторы проекта решили оставить нетронутым промышленный комплекс Шпайхерштадт и вписали в него музеи и галереи современного искусства.

Четыре крупные фабрики по добыче газа и каменного угля, построенные в XIX веке в Амстердаме, были одним из важнейших элементов инфраструктуры города, но уже к 50-му году прошлого столетия прекратили свою работу и эксплуатировались лишь в качестве складских помещений. К началу 90-х так называемую «Западную» фабрику площадью 14 га передали на баланс городу. Больше 10 лет ушло подготовку плана по развитию данного комплекса, но в течение всех этих лет в корпусах фабрики регулярно проводились модные показы, дискотеки, выставки, фестивали. В итоге, был проведен конкурс на преобразование данной территории, итогом которого стала концепция нового парка "Pacific parc".

Одной из главных проблем, с которой столкнулись победители конкурса на концепцию парка была сложная экологическая ситуация. Почва была заражена тяжелыми металлами и другими промышленными отходами. Окончательно эту проблему решить так и не удалось – часть зараженной земли перекрыли изолирующими материалами.

Новый парк на месте фабрики открылся для посетителей в 2003 году, полностью работа над ним была завершена в 2005 году. Парк привлекателен не только для туристов и любителей баров, но и представителей искусства. Здесь расположены арт-мастерские и один из самых известных в городе ресторанов с одноименным названием "Pacific parc".

Грамотному преобразованию поддаются не только заброшенные и не востребуемые промышленные комплексы, но и целые сети транспортной и инженерной инфраструктур.

Один из крупнейших железнодорожных узлов Нью-Йорка, расположенный на Манхэттене, в течение долгого времени оставался заброшенным и неиспользуемым местом. Но сейчас это место преобразилось полностью: стальные колонны, служившие раньше опорой для рельс, теперь держат на себе целый парк.

Проектировщикам удалось создать зеленое пространство, сохранив при этом индустриальную составляющую места. Помимо прочего, здесь развита и остальная инфраструктура: жилые здания, дорогие отели, художественные галереи и рестораны. Последний участок парка, огибающий территорию Гудзон-ярдс, стал районом смешанной застройки. Также здесь появился уникальный зеленый амфитеатр The Sprig.

В настоящий момент в "Хай-Лайне" проводят выездные школьные занятия, лекции по садоводству, а также показывают кинофильмы, проецируя изображение на кирпичные стены близлежащих домов [4].

Примером качественного редевелопмента в России служит бывшая фабрика по производству стеклянных изделий в Москве – ныне успешный московский дизайн-завод «Флакон». После выкупа заводских помещений, инвесторами был создан новый арт-кластер, пользующийся повышенным спросом среди профессиональной и творческой молодежи. Реконструированные заводские пространства в настоящее время служат местом расположения мастерских, креативных агентств, где также проводятся различные культурные мероприятия [6].

Грамотный подход к разработке концепции ревитализации территории, ее благоустройство, образование новых площадок для организаций мероприятий и торговли, дизайнерских мастерских по-

зволило достичь успеха создателям комплекса и прийти к устойчивому спросу среди населения. Успеху также способствовало формирование внутреннего сообщества, которое определило основные инструменты взаимодействия с пользователями, разработало и реализовало грамотную стратегию продвижения объекта и установило партнерские взаимоотношения с потребителями. Приведенный пример иллюстрирует тенденцию к грамотному и нестандартному использованию заброшенных промышленных территорий.

Тем самым, для Волгоградской области можно выделить несколько характерных методов преобразования промышленных зон и дать им следующие определения:

1. Метод джентрификации - повышение уровня «престижности», привлекательности для проживания или коммерческой деятельности как отдельных помещений и зданий, так и целых районов, ранее считавшихся неблагополучными в социальном плане или ставших таковыми в результате объективных социально-экономических и природных процессов (депопуляция, снижение уровня материального благополучия населения, деиндустриализация, последствия стихийных бедствий).

Схожий процесс в Волгограде начался в период проведения такого масштабного мероприятия как Чемпионат мира по футболу в 2018 году. Будучи одним из городов, который принимает у себя мировое первенство, Волгоград начал свое стремительное преобразование, однако мало затронуло промышленные зоны. Основные преобразования коснулись непосредственно самого места проведения Чемпионата, а именно строительство нового стадиона «Волгоград-арена», и основных узлов города, а также развитие внутренней инфраструктуры – гостиницы, парки, кафе и др. Всё это привело к росту социально-экономического положения города, притоку инвестиций и развитию новых градостроительных артерий, в том числе и рокадной дороги.

К более локальному примеру можно отнести нынешнее положение Центрального рынка, расположенного в Центральном районе города Волгограда. Некогда главная торговая площадь была местом скопления большого количества населения, в составе которого также присутствовали и рюмочные, которые пользовались спросом среди работников рынка – будущий прообраз современных баров Волгограда. Однако постепенно популярная среди взрослого населения рюмочная неожиданно начала привлекать и молодое поколение, и целевая аудитория начала стремительно меняться, и вместе с аудиторией начал меняться как внешний облик рынка, так и его формат. На сегодняшний день, Центральный рынок представляет собой центр притяжения нынешней волгоградской «Богемии», с развитой системой культурно-массовых мероприятий и рядом заведений разного формата.

Но промышленные территории города джентрификация практически не тронула, несмотря на большое количество промзон в черте Волгограда.

2. Метод редевелопмента – смена назначения участков земли. Этот процесс также ведет к переосмыслению территории.

На сегодняшний день, Генеральным планом Волгограда в перспективе развития уже заложены несколько крупных промышленных территорий, подлежащих преобразованию под новые социально значимые пространства. Подобный процесс требует тщательной подготовки документации по планировке территорий, т.к. освоению подлежат не только объекты капитального строительства, но и земельные участки.

3. Метод городской регенерации – «возрождение» территорий через развитие общественных пространств или городской рециркуляции – повторном использовании объектов недвижимости.

Объекты капитального строительства, использовавшиеся в производственных целях и сохранившие свою конструктивную целостность, могут стать основой для образования нового пространства для деятельности человека. Грамотный подход к реконструкции и дизайну способен дать толчок для новой жизни объекта.

Политика преобразования промышленных территорий актуальна для многих городов Российской Федерации, так и в особенности актуальна для нашего города. На территории Волгограда находится много зданий фабрик и заводов, построенных в прошлые века, сегодня пребывают в крайне запущенном состоянии. Политика создания чего-то нового, переосмысления промышленных зданий, приведет к притоку средств, инвесторов.

#### **Список использованных источников**

1. Source: Loretta Lees, Tom Slater, and Elvin Wyly, *Gentrification Reader*, p. 196. © 2008 Routledge.; Rowland Atkinson and Gary Bridge, eds., *Gentrification in a Global Context: the New Urban Colonialism*, p. 5. © 2005 Routledge

2. Андреев М. Реновация промышленных территорий и объектов. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://arch-grafika.ru/publ/bez\\_kategorij/bez\\_kategorij/renovacija\\_promyshlennykh\\_territorij\\_i\\_obektov/12-1-0-69](http://arch-grafika.ru/publ/bez_kategorij/bez_kategorij/renovacija_promyshlennykh_territorij_i_obektov/12-1-0-69), свободный. – (дата обращения 15.10.2019)
3. Гареев, И.Ф., Мухаметова, Н.Н. (2014). Девелопмент территорий на основе сельских молодежных жилищно-производственных комплексов. Механизация строительства, 8, 28-31
4. Городские джунгли: как развиваются промзоны в России и в мире. Москва 24. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.m24.ru/articles/promzony/05122013/31009?utm\\_source=CopуBuf](https://www.m24.ru/articles/promzony/05122013/31009?utm_source=CopуBuf), свободный, - (дата обращения 15.10.2019)
5. Интервью немецкого социолога и урбаниста Матиаса Бернта для журнала The Village [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.the-village.ru/village/city/city-interview/215109-gentrification>, свободный. – (дата обращения 15.10.2019)
6. Корниенко С.В. РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОН: ПРОБЛЕМА И ПУТИ РЕШЕНИЯ / СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ / Санкт-Петербург / С.83-89
7. Старкова Н. В., Грин И. Ю. Эффективные методы комплексного подхода к реновации промышленных территорий / Хабаровск, Россия / С.233-23
8. Стеценко С.Е., Птичникова Г.А. К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЗАВОДСКИХ ПОСЕЛКОВ В СТРУКТУРЕ КРУПНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛГОГРАДА) / КРУПНЫЕ ГОРОДА НА ПОРОГЕ XXI ВЕКА: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ / Волгоград / С.101-102
9. Цитман Т.О., Богатырева А.В. Реновация промышленной территории в структуре городской среды // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. №4 (14). С.29-35.

УДК 711.4

67.25.19: Планировка и застройка городов и населенных мест. Города и городские агломерации

### **ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, СОЦИАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ТАМБОВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**Жабина А.С.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

**Серегин С.И.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

**Крюкова А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент  
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: anghielina\_kriukova@mail.ru*

**Леднев В.И.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: ledvi46@yandex.ru*

Тамбов относится к небольшому количеству провинциальных городов, в которых в значительной степени сохранилась их историческая застройка. В структуре исторической части города до настоящего времени имеются планировочные элементы, заложенные еще в его первом генеральном плане города, утвержденном Екатериной Второй в 18 веке. В исторической части находится также большое количество зданий постройки 19-го – начала 20-го веков, имеющих культурную, историческую и архитектурную ценность. Многие из них являются объектами культурного наследия федерального и регионального значения. По этим причинам историческая городская застройка Тамбова подлежит сохранению и развитию с позиций её современного использования в целом. Сохранению подлежат также отдельные исторические здания, находящиеся на этой территории [1].

В настоящее время в городской застройке Тамбова происходят значительные изменения, в той или иной мере влияющие на застройку его центральной части. Изменения приводят к появлению существенных проблем в этой части города, включая градостроительные, социальные, экологические и технические проблемы. Перечисленные проблемы в определенной степени связаны между собой и представляют многофакторную задачу, требующую для ее решения привлечения различных специалистов в области градостроительства, экологии, социальных, экономических и технических наук [2].

Ниже рассмотрены отдельные из этих проблем, требующие первоочередного решения.

Первая проблема связана с планировочными изменениями в структуре города. Незаметные на первый взгляд изменения в планировке города за счет возведения новых зданий может существенным образом повлиять на экологическое состояние городской среды. Примером этому может служить застройка по улице Советская.

Очистка воздушного бассейна города в его центральной части происходит в основном за счет движения воздушных масс по исторически сложившимся историческим улицам в сторону канала реки Цны и пригородного леса. К настоящему времени ряд этих поперечных улиц перекрывается на улице Советская путем возведения многоэтажных зданий. Наиболее характерным параметром этому является строительство в 80-х годах 20-го века двух 14-ти этажных зданий, перекрывших выход воздуха из города в районе расположения ледового дворца. Аналогичные изменения возникли также после строительства торгово-развлекательных центров по улице Советская у городского парка и на набережной реки Студенец.

В целом уплотнение застройки по улице Советская привело к образованию так называемого «коньона» (канала), по которому загрязненные воздушные массы перемещаются из северной в южную часть города. Появление такой плотной двухсторонней застройки привело к загазованности и зашумлению улицы Советская на всех ее участках, проходящих в исторической части города.

Второй существенной проблемой, влияющей на уровень комфортности исторической среды города и напрямую связанной с первой проблемой, является постоянный рост шумовой нагрузки. Одной из основных причин этого является интенсивная застройка окраинных районов города и, как результат, существенное изменение городских территорий по их функциональному признаку. В этой ситуации большая часть исторической застройки с точки зрения формирования новых транспортных потоков в городе получила транзитный характер.

Возросшая при этом транспортная нагрузка на магистралях, проходящих в исторической части города, привела к интенсивному зашумлению прилегающих к ним жилых зон. Следует отметить, что до настоящего времени повышенный шумовой режим на территории исторической части Тамбова не рассматривается как фактор, определяющий процесс реконструкции застройки или, по крайней мере, влияющий на него. Решение этой проблемы возможно изменением направления и интенсивности транспортных потоков, например, путем использования для пропуска транспорта дублирующих улиц, а также применением на стадии реконструкции застройки шумозащитных планировочных и строительного-акустических мероприятий различного вида [3, 4].

Третьей проблемой, которая может существенно повлиять на сохранение и изменение планировочной структуры исторической среды Тамбова, является постоянная интенсивная застройка городских окраин, и в первую очередь, за счет экспансии новых территорий. В результате этого наблюдается запустение исторической рядовой застройки города. Назревает необходимость включения этих территорий в современную городскую структуру.

Анализ опыта реконструкции подобных территорий указывает на два различающихся между собой подхода к проблеме сохранения и восстановления исторической застройки.

Первый подход в большей степени определяется *экономическими факторами*. В этом случае преобладание экономического факторов, связанных в основном со сносом существующей застройки и последующим строительством новых зданий повышенной этажности, приводит к частичному, а иногда и к полному игнорированию градостроительных, исторических, экологических и других параметров городской среды. Последствия такого подхода повсеместно проявляются в Тамбове. При этом кроме общего сноса зданий в пределах квартала отмечается также строительство новых зданий во внутренней части исторических кварталов с разрушением их внутренней структуры, и соответственно, с уничтожением особенностей их застройки. Наблюдается также бессистемное изменение кварталов за счет замены ветхих зданий исторической застройки объектами современного строительства, не отвечающими по архитектурным и другим параметрам существующей застройки.

Размещение на свободных территориях внутри кварталов новых, чаще всего элитных домов малой и средней этажности способствует некоторому уплотнению застройки квартала, но при этом, как правило, возникают другие проблемы, в том числе и социального плана. При таком решении задачи сохранения исторического наследия, повышения экологических качеств среды и качества существующего жилья практически не рассматриваются. Как правило, размещенные во внутренней части



квартала элитные дома имеют обособленную связь с городом, а остальной жилищный фонд, расположенный по периметру квартала практически не претерпевает изменений. При этом остаются нерешенными градостроительные, экологические, социальные и другие проблемы.

В случае точечной замены ветхого жилья новыми зданиями наблюдается чаще всего стихийные изменения в застройке кварталов. После сноса ветхих зданий на освободившихся участках могут появляться новые объекты преимущественно общественного или торгового назначения. Так как отсутствует единый регламент застройки исторических участков города, кварталы при повышенном сносе превращаются в городскую среду с разнохарактерной и зачастую с резкоконтрастной застройкой, имеющей низкую степень комфортности для проживания оставшегося населения. В результате этого происходит постоянное, а иногда и целенаправленное вытеснение коренных жителей из этих кварталов путем переселения их на территории окраинных городских застроек [5].

В целом можно констатировать, что преобладание экономического подхода в практике реконструкции центральной части Тамбова может привести к необратимым потерям в исторической застройке города. В этом случае альтернативой такому подходу может быть подход к реконструкции застройки, основанный на учете *социально-экономических факторов*, определяющих принципы биосферной совместимости [6]. При этом необходимо иметь для каждого отдельного квартала различные сценарии реконструкции. В основе их должны лежать результаты анализа существующей градостроительной ситуации на основе мониторинга ее основных параметров (исторических, социальных, экологических и т.д.) с установлением их иерархии по отношению друг к другу и к экономическим факторам. При таком подходе обеспечение экологических параметров среды в исторической застройке может быть во многом определяющим ее реконструкцию [7, 8]. Например, решение задачи по снижению шумового воздействия в центральной части Тамбова может привести к формированию новых схем реконструкции исторических кварталов. Подробно такие схемы рассмотрены в статье [6].

Четвертой проблемой, не менее важной, чем перечисленные выше проблемы, является необходимость учета при реконструкции статуса зданий, находящихся в застройке, и их технического состояния. Согласно данным, проведенными нами в статье [9], в реестре недвижимых объектов культурного наследия регионального значения Тамбова числится 202 здания-памятника. Из них 106 зданий используется в качестве жилых. На настоящий момент 33 жилых дома признаны аварийными. Кроме этого, почти половина из жилых зданий, являющихся объектами культурного наследия, имеет физический износ более 55% и, соответственно, находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Почти такое же состояние имеют объекты культурного наследия, эксплуатируемые в качестве зданий другого, кроме жилья, назначения.

На наш взгляд, основной причиной такого состояния явилось неоправданное расширение списка зданий-памятников как объектов культурного наследия, и в первую очередь, присвоение этого статуса жилым домам, находящимся в неудовлетворительном техническом состоянии. Содержание такого жилищного фонда создает значительные трудности как для владельцев жилья, так и для городского бюджета по их содержанию. Из-за отсутствия средств на содержание зданий-памятников наблюдается постоянный их «недоремонт» и, как следствие, интенсивный рост физического износа [10]. Выборочные исследования показали, что прирост физического износа составляет 2-3% в год. При физическом износе большинства зданий более 50% такой прирост износа приведет к их утрате в течение ближайших 10 лет.

Наличие такого количества зданий-памятников приводит к большим сложностям при реконструкции застройки, и в частности, из-за необходимости введения больших охранных зон. Решение этой проблемы возможно путем принятия непопулярных в настоящее время мер по исключению из реестра объектов культурного наследия ряда жилых зданий или их перевода в здания общественного назначения с последующим приспособлением к другим функциям. Решение об исключении из реестра или об изменении назначения здания должно приниматься на основе историко-культурных исследований объекта с установлением его архитектурной, культурной или исторической значимости, а также с учетом результатов технического обследования и оценка его пригодности для дальнейшей безопасной эксплуатации.

В целом выполненный нами анализ градостроительных, экологических, социальных и технических проблем, оказывающих влияние на сохранение и реконструкцию исторической застройки Тамбова, показал, что их решение возможно только на основе принятия полного комплекса мер. Принимаемые в настоящее время отдельные выборочные мероприятия не могут привести к общему положительному результату по сохранению и развитию исторической застройки Тамбова. Промедление в разработке и принятии таких мер может привести к невосполнимым утратам в по своему уникальной исторической застройке Тамбова, а на ряде участков города и к ее полному исчезновению.

#### Список использованных источников

1. Кузнецова Н.В., Бычкова Е.А. Анализ критериев оценки объектов культурного наследия // Материалы научной конференции "Актуальные проблемы современной архитектуры, градостроитель-

ства и дизайна" в рамках XXVIII Международного смотра-конкурса лучших выпускных квалификационных работ по архитектуре, дизайну и искусству. Сборник трудов. 2019. С. 237-240.

2. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В., Монастырев П.В. Интеграция объектов культурного наследия в городскую среду исторического центра города // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2018. № 4 (70). С. 162-174.

3. Андрианов К.А. Изменения транспортных ситуаций в средних по численности городах России и оценка их воздействия на окружающую среду (на примере г. Тамбова) / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, В.И. Леденев // В сборнике: Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2013. С. 7-11.

4. Жоголева О.А. Проблемы и задачи снижения шума на межмагистральных территориях провинциальных городов / О.А. Жоголева, А.С. Латышев, В.И. Леденев, А.А. Сергеева // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 268-272.

5. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В. Социально-функциональные аспекты формирования интегрированной среды исторического центра города // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-й международн. науч.-практич. конф., посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 22-25 мая 2019 г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. – С. 207-211.

6. Ильичев В.А. Концепция биосферной совместимости как основа доктрины градоустройства и расселения / В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, А.М. Каримов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева // Стратегические приоритеты. 2014. №1(1). С. 71-84.

7. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Последовательность термомодернизации жилых зданий и ее влияние на экономическую эффективность // Жилищное строительство. - 2015. - №6. – С.27-31.

8. Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Выбор варианта проектного предложения по реставрации объекта культурного наследия на основе многокритериального сравнительного анализа // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли российской федерации в 2018 году. Сборник научных трудов РААСН. Российская академия архитектуры и строительных наук. Том 1. М.: Издательство АСВ . 2019. С. 49-62.

9. Леденев В.И. Социально-экологические и инженерно-акустические аспекты снижения зашумления исторической среды Тамбова / В.И. Леденев, А.М. Гребенкин, Е.В. Гребенкина, А.С. Латышев // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 32-35.

10. Серегин С.И. Оценка возможности сохранения жилых зданий г. Тамбова, имеющих статус недвижимых объектов культурного наследия / С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции: Актуальные проблемы городского строительства. Пенза: ПГУАС, 2020. С. 79-85.

## ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДА КУРСКА: СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА

**Жиров Ал.Ю.,**

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный Государственный университет», студент  
e-mail: zhirov.2001@list.ru*

**Жиров Ан.Ю.,**

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный Государственный Университет»  
e-mail: toni.zhirov.01@mail.ru*

Курск – город с древнейшей историей, готовящийся отметить своё тысячелетие. Уже много лет он славится талантливыми людьми, прославившими наш край на весь мир. Среди этих людей были Евгений Носов, Александр Дейнека, Константин Воробьев и еще много других личностей. Все они внесли неоценимый вклад в культурное наследие нашего края.

Наряду с известными людьми, наш город является узнаваемым благодаря своему необычному рельефу. Первоначально Курск был городом-крепостью на возвышающейся над равниной возвышенности. С 1775 по 1785 Екатериной II проводилась административная реформа, в связи с которой в Курске было образовано наместническое правление. В нашем городе, как и во всех городах России, проводилась градостроительная реформа, благодаря которой появился первый генеральный план города и предпринималась последующая его застройка. Но большое количество оврагов и холмов затрудняло расширение города, а дожди нередко размывали почву покатостей холмов и образовывали рвы и промоины. Возможно, из-за этой проблемы многие проекты того времени не могли реализоваться.

а)

б)

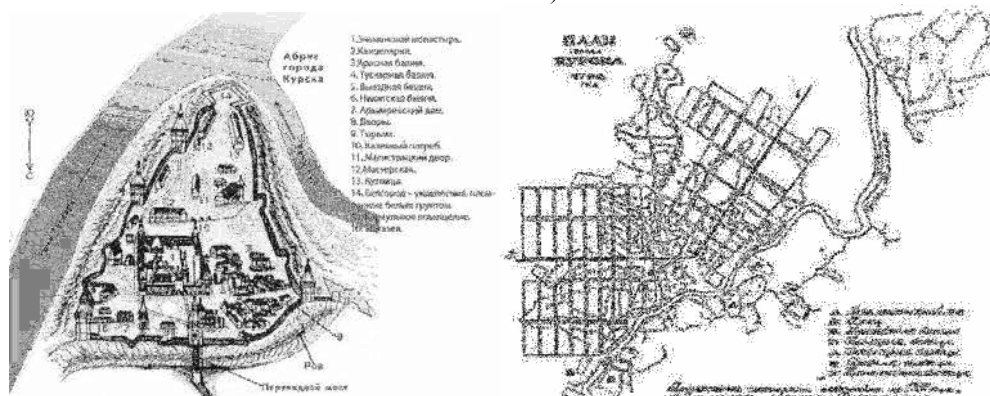


Рисунок 1– а) План Курской крепости 1722 г.; б) План города Курска 1782 г.

Со временем появлялись новые технологии строительства, поэтому трудности, связанные с курским рельефом, уже не были столь актуальными, но появились другие проблемы. Самой страшной стала война. Великая Отечественная война оставила после себя огромные разрушения. Солдаты возвращались с фронта в разбомбленные города и не находили своих домов. Приходилось жить в наскоро сколоченных бараках, подвалах и даже землянках. Обычной стала практика «подселений», когда в уцелевшие квартиры прописывались по несколько семей. Большие комнаты перегораживались фанерными перегородками и начинался коммунальный быт, который очень хорошо нам известен по старым кинофильмам. Все это считалось явлением временным, однако проходили годы, но положение дел не менялось.

Всё изменилось с приходом к руководству страной Никиты Сергеевича Хрущева. Вместе с новой идеологической линией партии «Все для человека, все во благо человеку» появилась популярная идея эгалитаризма, которая провозглашала общество с равными политическими, экономическими и правовыми возможностями всех его членов. Правительством было объявлено, что к 1980 г. будет построен коммунизм, однако без решенного жилищного вопроса о коммунизме можно было забыть. Важной проблемой был вопрос, куда заселить большое количество людей, поэтому было принято решение о строительстве секционных домов, идеалом для которых стала сталинская высотка, с большими залами, широкими балконами и высокими потолками. Но эта идея была признана слишком дорогой. В 60-е годы потребовался недорогой проект массовой застройки. Советским архитекторам пришлось вос-

пользоваться проектами французской фирмы «Камю» и датской «Есперсен», которые были переработаны, а также согласованы с ландшафтом и климатом России.

Нужно отметить, что первые «хрущевки» не выглядели однообразно и уныло. Напротив, они были украшены навесными деталями – гирляндами, расположенными под окнами, а пилястры в простенках закрывали швы между плитами. Архитектор Посохин писал «Каркасно-панельные жилые дома должны иметь те же черты, которые присущи жилищу советского, социалистического типа, то есть обладать гармоничными пропорциями, отличаться добротной и красивой отделкой и, в зависимости от градостроительных условий, иметь балконы, эркеры, лоджии. Новые методы строительства не должны обеднять архитектуру. Наоборот, они могут и должны обогащать её»[3]. Но после выхода знаменитого хрущевского постановления «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве» эстетика новой архитектуры заметно пострадала.



Рисунок 2 –«Хрущевка», находящаяся на ул. Союзная, 5

Если посмотреть на состояние «хрущевок» в Курске сегодня, то можно увидеть удручающую картину. Ни о каком эстетически приятном виде можно не говорить. Также нужно отметить, что некоторые из них находятся в аварийной ситуации, при условии, что срок их эксплуатации, по словам авторов «хрущевок», должен был составлять от 100 до 140 лет, при условии двух капитальных ремонтов.

Можно много говорить о «хрущёвках», однако стоит обратить внимание на другие проблемы, в которых наш город, бесспорно, утопает. Одной из таких проблем является невообразимое количество торговых центров. Город кишит обилием «декорированных сараев», недаром ходит байка, что Курск стал вторым после Нью-Йорка по количеству торговых центров на душу населения. Но, даже если это не так, то их количество действительно «впечатляет». Если посмотреть на карту Курска, то можно заметить некоторое сходство с городом Эр-Рияд, в котором количество торговых центров заметно меньше.

а)



б)

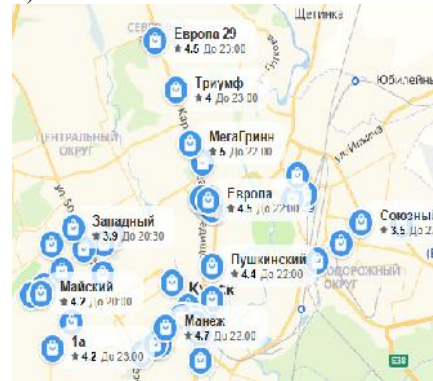


Рисунок 3 – а) Карта города Эр-Рияд; б) Карта города Курска

Большое количество торговых центров влечет за собой ряд других проблем, из которых можно выделить две основных. Во-первых, это подмена торговыми центрами общественного пространства. Вместо того, чтобы отдыхать в парках, на набережных или площадях, люди отдыхают в торговых центрах. Казалось бы, что в этом такого? Однако задача хорошего общественного пространства – дать человеку хорошо отдохнуть, провести время, заняться спортом, развиваться или учиться. В то время как задача торговых центров – вынудить человека потратить как можно больше денег. Во-вторых, это уничтожение городской среды. Этоуродливая и заурядная архитектура, пёстрые коробки, облепленные рекламой, подавляющие все вокруг. Из-за них мы не можем увидеть настоящий исторический облик города, который формировался многие годы.



Рисунок 4– МегаГринн, ул. Карла Маркса, 68

Чтобы в будущем наш город не превратился в один торговый центр, уже сейчас нужно принимать решительные меры по улучшению градостроительной ситуации в нашем городе. Понимание этого стало стимулом для создания нами проекта нового культурного центра. Культурный центр – широко используемое обозначение для организаций, а также зданий или их комплексов, предназначенных для сосредоточения, преумножения и продвижения в жизнь окружающего их общества тех или иных ценностей, традиций и практик, лежащих в сфере культуры и искусства.

Стоит отметить, что наш проект является многофункциональным. Во-первых, за счет своей оригинальной конструкции культурный центр помогает улучшить облик нашего города. Несмотря на достаточно современный вид, наш проект будет гармонично вписываться в окружающую его историческую обстановку. Проект создан в стиле конструктивизма, теория которого провозглашала полезность вещи, которая являет собой голую конструкцию. Во-вторых, культурный центр будет нести культурно-просветительную нагрузку. К сожалению, молодое и взрослое поколения курян мало знакомы с историей города и его талантливыми уроженцами. В нашем городе много талантливых людей: художников, писателей, мастеров декоративно-прикладного творчества, они нуждаются в культурном центре, в котором можно выставлять свои работы, проводить презентации и творческие вечера. Жители нашего города должны знать своих талантливых земляков-современников. Культурный центр будет не только обслуживать интересы творческих людей, но и знакомить с культурой курского края, его наследием и развивать чувство гордости за любимый край.



Рисунок 5 – Макет культурного центра

#### Список используемых источников

1. Михайленко Т.Г. История планировки и застройки Курска (конец xviii- начало хix веков): (кандидат исторических наук). – Курск, 2010. – 3 с.
2. Плюсы и минусы типового строительства шестидесятых, восьмидесятых/ <https://poisk-gu.ru/s47162t3.html> (19.09.2020).



3. Посохин М. Архитектура крупнопанельных зданий. Из опыта проектирования. – М.: Московский рабочий, 1953. – 64 с.
4. Варламов И.А. Курск: выжить среди торговых центров/livejournal.com. – 01.12.2019. – <https://varlamov.ru/3691062.html> – 19.09.2020.
5. Вентури Р., Браун Д.С., Айзенур С. Уроки Лас-Вегаса. Забытый символизм архитектурной формы. – М.: StrelkaPress, 2015. – 212 с.

УДК 711.7

67.25.27: Городские и межгородские транспортные сети и автостоянки

73.01.00: Общие вопросы транспорта

## **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИХ СТОЯНОК**

**Карелин Д.В.,**

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»  
(Сибстрин)*

*кандидат архитектуры, заведующий кафедрой «Градостроительство и городское хозяйство»  
e-mail: ggxsibir@mail.ru*

**Сецков С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет»  
(Сибстрин), магистрант*

*e-mail: stroidom2008@mail.ru*

Данная статья посвящена обзору зарубежного опыта организации системы перехватывающих стоянок в агломерациях и городах.

**Ключевые слова:** перехватывающая парковка, агломерация, интермодальные транспортные системы.

Системы перехватывающих стоянок появились еще в конце 20-х годов XX века в Соединенных Штатах Америки, Канаде, Англии, но активное развитие началось только с середины XX века. Это связывалось с растущим уровнем автомобилизации населения и возникающими, в связи с этим транспортными проблемами: появление заторов на некоторых участках улично-дорожной сети, увеличение времени, затрачиваемое на путь от дома до работы и обратно. Таким образом, перед властями крупных городов и агломераций встал вопрос о приоритетах транспортного планирования.

### **Ванкувер (Канада)**

По эффективности и удобству для жизни Ванкувер занимает одно из первых мест в мире. Это стало возможным, когда власти города осознали, что стремительно растущая агломерация требует тщательно проработанной стратегии развития.

Формирование стратегии развития агломерации Ванкувера шло почти девять лет. Важным моментом стало вовлечение жителей в принятие решений по выбору приоритетов, были проведены масштабные опросы населения с вопросом: «Что есть город, пригодный для жизни?». На основании ответов была сформирована целая серия документов по устойчивому развитию территории для повышения качества жизни.

В числе критериев качества жизни и использования преимуществ инфраструктуры урбанизированной территории были выделены:

- чистый воздух;
- создание дружелюбных мест;
- доступность мест отдыха.

Для достижения поставленных целей была разработана большая транспортная стратегия. Стратегический план включал в себя:

- переосмысление принципа зонирования и поощрение строительства малых производств и офисов недалеко от жилья;
- поощрение совместных поездок соседей;
- снижение скорости автомобильного движения;
- приоритет общественного транспорта;
- создание широких тротуаров и свободных от движения площадей

В Ванкувере была отвергнута идея строительства скоростных магистралей, входящих в центральную часть города, предпочтение было отдано интермодальным решениям. Главный акцент в

развитии транспортной стратегии: охрана окружающей среды и разумное развитие города. Приоритетные виды транспорта:

- морской автобус через залив Баррард (снятие нагрузки с основного моста в северном Ванкувере);
- автоматизированная линия «легкого метро» Skytrain, проходящая через центр города;
- автобусные и троллейбусные маршруты

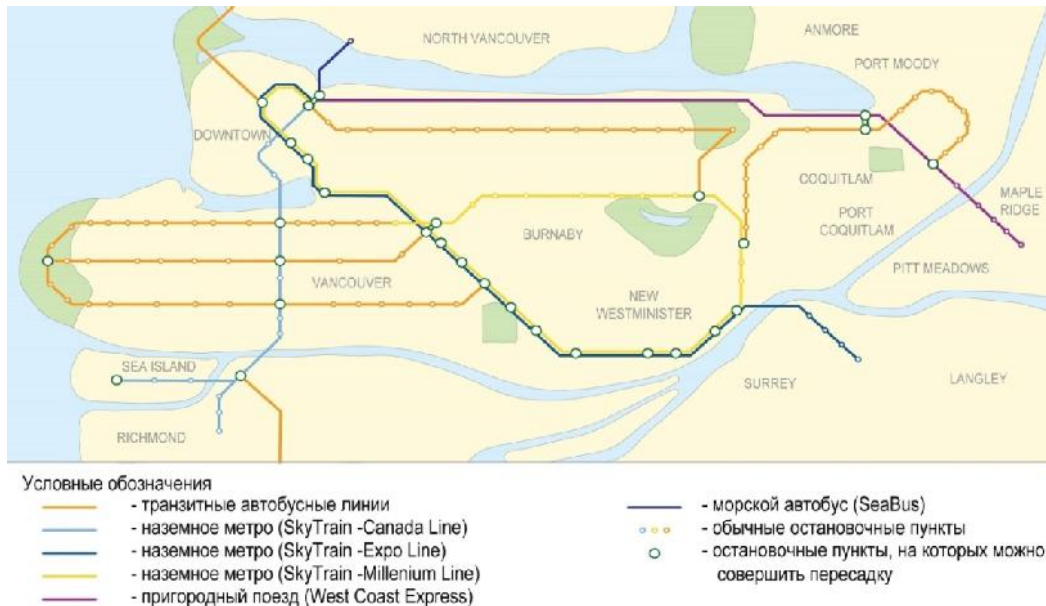


Рисунок 1- Транспортная система Ванкувера

Важной особенностью реализации транспортной стратегии в Ванкувере стало создание онлайн карты размещения парковочных пространств

Все места для парковки личных автомобилей делятся на несколько видов:

- ограниченные по времени;
- возле жилых домов;
- коммерческие;
- перехватывающие.

Ограниченная по времени парковка работает с девяти утра до десяти вечера, семь дней в неделю, включая праздничные дни. Обычно парковаться можно не более, чем на два часа. Цены на парковочные счетчики варьируются по всему городу и устанавливаются в зависимости от спроса и могут меняться в зависимости от времени суток.

Действуют ограничения на парковку и внутри жилых кварталов. Для того, чтобы законно размещать личный автомобиль в пределах жилого района, необходимо купить соответствующее разрешение. Данное разрешение может быть гостевым, краткосрочным или годовым, в зависимости от целей использования. После одобрения заявки, владельцу транспортного средства выдается специальная наклейка на лобовое стекло. Важно понимать, что разрешение действительно только в пределах зоны, в которой находится жилой адрес заявителя.

Таким образом, владение личным автомобилем в Ванкувере становится достаточно сложным и дорогим, а, при хорошо развитом общественном транспорте, не практичным. Тем не менее, полностью избавиться от автомобилей невозможно, поэтому власти Ванкувера запустили две дополнительные меры:

- поощрение совместного использования автомобилей;
- создание онлайн карты парковочных мест, в том числе перехватывающих стоянок.

Перехватывающие парковки расположены, в основном, при приближении к центральной части города, а также в коммерческой функциональной зоне. Стоит отметить, что непосредственно в центральной части такие парковки отсутствуют, оставлять автомобиль в центре можно только на ограниченный срок (один – два часа) или при использовании каршеринга. А вот на периферии, вблизи остановочных пунктов общественного транспорта, в том числе наземного метро, можно купить месячный билет по принципу «ближе к центру — дороже»



Рисунок 2- Перехватывающая парковка (Park and Ride) в Ванкувере

Всю информацию о наличии и стоимости парковочных мест можно найти на официальном сайте Ванкувера в разделе «парковки»

Таким образом, реализация комплекса мер по развитию общественного транспорта и грамотному расположению парковок в структуре агломерации привела к существенному снижению нагрузки на улично-дорожную сеть и улучшению экологической ситуации.

### США

Соединенные Штаты Америки столкнулись с проблемами транспортных заторов и нехватки мест для парковки личного автомобильного транспорта еще в 30-х годах прошлого века, что связано с высоким уровнем автомобилизации.

Проблема избыточного трафика в США стала более актуальной вследствие того, что общественный транспорт перестал рассматриваться как интермодальная система.

Основная проблема заключалась в том, что власти считали проблемы общественного транспорта внутренним делом частных перевозчиков и не оказывали им помощи, соответственно, росли эксплуатационные расходы, парк не обслуживался должным образом, и поездки на общественном транспорте все больше теряли свою привлекательность.

Одновременно с этим, рос дефицит парковочных мест, и увеличивалась интенсивность дорожного движения.

Изначально у властей США отсутствовал опыт в вопросах транспортного планирования, поэтому первым решением было расширить улично-дорожную сеть и увеличить количество парковочных мест в местах концентрации. Но такая политика привела к еще большему усугублению ситуации, так как еще сильнее увеличился уровень автомобилизации населения. Вместе с этим усугублялось и социальное положение тех, кто по каким-либо причинам не имел автомобиль, проблемы пешеходов при реализации данной политики признавались несущественными.

По такому пути пошли многие американские города и агломерации, например, Даллас, Хьюстон и Лос-Анжелес, в которых сформировались многокилометровые сети фриеев и магистральных улиц, а также обширные пригороды. В результате общественный транспорт стал необходим только тем, кто был не в состоянии купить автомобиль, а пешеходное движение было затруднено ввиду больших расстояний и отсутствия хороших тротуаров. В результате реконструкций агломераций существенно снизилась мобильность горожан, не имеющих автомобилей

Таким образом, было выделено несколько основных проблем, лежащих в основе столкновения городов и автомобилей:

- заторы на улично-дорожной сети замедляют движение всех видов транспорта, увеличивается время в пути;
- передвижение на личном автомобиле начинает проигрывать передвижению на внеуличных скоростных видах транспорта;
- большое количество автомобилей (классических с двигателями внутреннего сгорания) оказывает негативное воздействие на окружающую среду;
- появление явного социального неравенства.

После осознания масштабов проблемы власти США начали проводить политику, направленную на сокращение количества автомобильных поездок и суммарного пробега автомобилей, основные предпринятые меры:

- плата за использования автомобиля или сборы за проезд и парковку;
- сокращение суммарного пробега автомобилей за счет физических ограничений с помощью планировочных решений;
- сокращение спроса на пользование автомобилями посредством планировочных мер и проектных решений.

Развитие интермодальных транспортных систем в США происходило сразу по нескольким направлениям: развивались различные виды общественного транспорта, строились транспортно-пересадочные узлы, появлялись системы перехватывающих стоянок, которые на сегодняшний день являются неотъемлемой частью систем транспортного обслуживания.

На сегодняшний день система перехватывающих стоянок США является одной из наиболее развитых во всем мире, приведем несколько примеров:

- в Сан-Франциско перехватывающие стоянки работают в интеграции с железнодорожным транспортом в рамках транспортной стратегии Bay Area Rapid Transit (BART), всего 33 стоянки (более 45 тысяч парковочных мест).



Рисунок 3- Транспортная система и перехватывающие парковки агломерации Сан-Франциско.

- в Хьюстоне 24 перехватывающие стоянки (около 35 тысяч парковочных мест) расположены преимущественно по линии метрополитена;

- в штате Коннектикут система перехватывающих стоянок функционирует с 1970-х годов и насчитывает 237 стоянок общей вместимостью более 34 тысяч парковочных мест.

- в Бостоне парковки располагаются, как и в Хьюстоне, по линии метрополитена, всего насчитывается больше 46 тысяч парковочных мест;

- в Вашингтоне возле станций метро ShadyGrove и Greenbelt парковки вмещают по 10 тысяч машин каждая.

Таким образом, комплекс мер, направленный на снижение использования личного автомобиля, позволил существенно разгрузить улично-дорожную сеть и привел к повышению эффективности транспортного обслуживания.

Кроме того, в рамках исследования, которое проводили организация Smart Growth America, Школа бизнеса в Вашингтоне и Центр по анализу недвижимости и города в 2014 году, было выяснено, что в самых пешеходных городах, таких как Вашингтон, Нью-Йорк и Бостон, уровень ВВП на душу населения на 38% выше, чем у остальных: они привлекают больше людей с высшим образованием и лучше обеспечивают социальное равенство, так как значительно снижаются затраты на передвижения. Также, исследование показало, что развитие приоритета пешеходного движения над автомобильным способствует ревитализации делового центра города и более эффективной урбанизации пригородных зон.

### Европа

В Европе несколько отличается система расселения от США, кроме того, центр городов чаще занят ценной исторической застройкой, поэтому изначально проводить политику в части увеличения плотности улично-дорожной сети по аналогии с США не представлялось возможным.

Одним из направлений европейской транспортной политики стало освобождение городских площадей от личного автотранспорта. Например, в Лондоне была разработана программа ревитализации площадей для более комфортного времяпрепровождения для горожан. Яркий пример этой программы — реконструкция Трафальгарской площади (Trafalgar Square) по проекту Нормана Фостера в 2003 году. Проект включал в себя полный запрет на проезд транспорта через площадь, что позволило обеспечить безопасное передвижение по площади.

Кроме того, в некоторых странах появились дополнительные ограничительные меры, например, в Нидерландах запрещено строительство торгово-развлекательных центров, до которых можно добраться только на автомобиле.

Стоит отметить, что слишком радикальное применение транспортной политики в части полного запрета на въезд в центр города, может привести к упадку в деловой и торговой сферах, что и было зафиксировано в начале 1960-х годов в Париже, Лондоне, Цюрихе. Любые изменения, касающиеся мобильности населения, должны тщательно исследоваться и проводиться в комплексе. Разумной альтернативой считается система «Park and Ride» («P+R»), которая начала внедряться в европейских городах с начала 1960-х годов. Владельцев автомобилей поставили перед выбором: задержки, потеря времени и высокая плата за стоянку или поездка на скоростном транспорте и низкая плата за стоянку.

Одной из задач является развитие скоростного транспорта. Например, в Штутгартской агломерации (Германия) система городского транспорта состоит из развитой сети метро, трамваев, электропоездов и других видов скоростного городского транспорта, с помощью которых добраться из окраин агломерации в центр можно не более чем за 30 минут. А автобусы, микроавтобусы и частные автомобили выполняют вспомогательную роль и обеспечивают перемещения от дома до ближайших транспортно-пересадочных узлов, в которых расположены, в том числе и перехватывающие парковки.

Первая перехватывающая автостоянка появилась в Оксфорде (Англия), она была расположена у одного из отелей на въезде в город, что позволило существенно разгрузить центральную планировочную зону. Уже в 70-х годах перехватывающие стоянки стали полноценной частью транспортных стратегий. В настоящее время в городе действует 5 перехватывающих стоянок общей емкостью более пяти тысяч автомобилей.

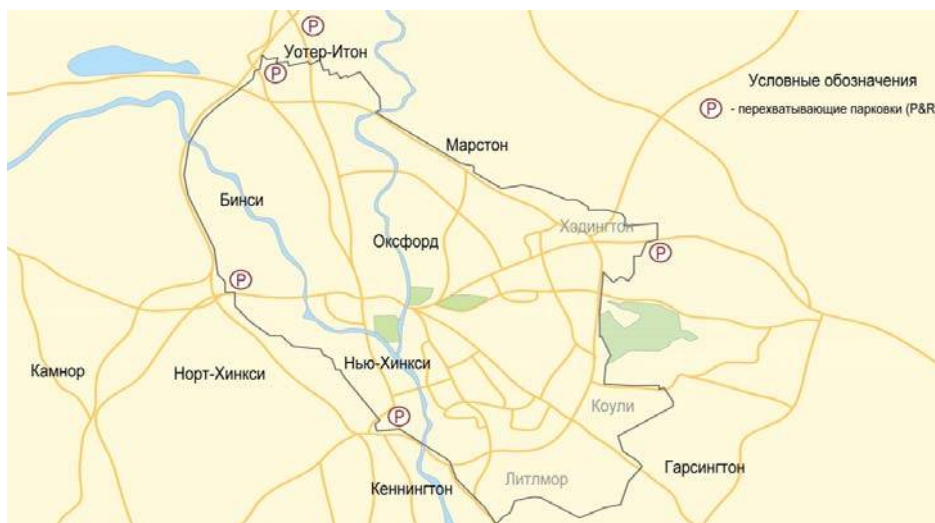


Рисунок 4 - Перехватывающие парковки в Оксфорде.

Благодаря радикальным мерам по ограничению использования личного автотранспорта в странах Европы и одновременному развитию системы перехватывающих стоянок, доля поездок на работу и с работы на автомобилях в настоящее время не превышает 20%.

#### Список использованных источников

1. Аземша С.А., Стрельченко В.С. Анализ способов решения транспортных проблем городов стран Северной и Южной Америки // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2014. – №1 (28). – С. 45-51.
2. Акелькина Е.А. Отечественный и зарубежный опыт в решении проблем нехватки парковочных мест в городских образованиях // Региональные архитектурно-художественные школы. – 2013. – №1. – С. 113-117.



3. Боровик Е.Н. Система перехватывающих стоянок в Москве: проблемы и перспективы // Архитектура и строительство Москвы. – 2007. – Т.535. – С. 7-10.
4. Бурнасов А.С. Транспортные стратегии Штутгарта и Вашингтона: опыт для развития Екатеринбургской городской агломерации // Научный диалог. – 2013. – №7(19). – С. 18-25.
5. Владимиров С.Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – №1(19). – Т.3. – С. 7-84.
6. Виноградов К.И. Транспортный каркас агломерации и направления его совершенствования в условиях современной экономики // Устойчивое развитие городской среды. – 2016. – С. 183-186.
7. Вукан Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина под научн. ред. М. Блинкина. : Территория будущего; М., 2011. – 425 с
8. Галузова М.С., Лучкова В.И. Проблема конфликта и компромисса транспорта и городской площади // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2011. – Т.1. – С. 161-165.
9. Глазычев В.Л. Город без границ. – М.: Издательский дом «Территория будущего», 2011. – (Серия «Университетская библиотека Александра Погорельского»). – 400 с.
10. Данилина Н.В. Методологические основы градостроительного планирования агломерационных систем «перехватывающих» стоянок : дис. ...докт. тех. наук : 05.23.22 / Данилина Нина Васильевна; Мос. гос. строит. ун-т. – М., 2018. – 451 с.
11. Трофименко Ю.В., Якимов М.Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография / Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 464 с.
12. Сила пешеходных городов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/article/walkable-cities> (дата обращения 06.02.2020).
13. City of Vancouver. Parking in Vancouver. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vancouver.ca/streets-transportation/parking.aspx> (дата обращения 06.02.2020).

УДК 365.262.2

67.01.75: Экономика, организация, управление, планирование и прогнозирование строительства и архитектуры

### **ДОХОДНАЯ НЕДВИЖИМОСТЬ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДОСТУПНЫМ ЖИЛЬЕМ**

**Кожухина О.Н.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»,  
e-mail: olga1463@yandex.ru*

**Кожухина А.И.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»,  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

Одной из основных проблем, с которой сталкивается молодая семья, состоит в поиске и приобретении жилья. В связи с нестабильной обстановкой в мировой экономике и постоянным изменением ставки по кредитным займам, жилищный вопрос остается в настоящее время чрезвычайно актуальным. В России приняты различные социальные программы ипотечного кредитования, но они имеют ограниченное финансирование и специфические требования, направленные на определенные категории граждан. В связи с этим только 10% желающих имеют возможность получить сертификаты в размере 30-35% от стоимости жилья, которые определены исходя из ежеквартально утверждаемой Минстроем России средней рыночной стоимости одного квадратного метра квартиры по регионам страны [7]. Не всякая молодая семья имеет средства на первоначальный взнос, а ответственность за непогашение кредита может негативно влиять на эмоциональную обстановку в семье. По данным пресслужбы Центрального Банка России, общая сумма задолженности по ипотечным жилищным кредитам на февраль 2019 года увеличилась на 23,8% относительно 2018 года и составила 6,5 трлн. руб. [5].

Приоритетом государственной программы «Жилище» является обеспечение жильем прежде всего молодой семьи. В развитии этой программы в марте 2017 года была принята новая редакция программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской

Федерации», в структуру которой были добавлены и иные подпрограммы, одной из которых является «Ипотека и арендное жилье». Заказчиком проекта выступило Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, руководителем проекта — генеральный директор ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию (АИЖК)». Попытка возвращения к строительству «доходных домов» предпринята в связи с отсутствием возможности молодых граждан РФ выплачивать ипотечные платежи из-за нестабильного заработка, отсутствия должной квалификации и профессионального опыта, приводящих к низкому уровню заработной платы.

По данным интернет-источников 40 % людей в Европе живут в квартирах арендного фонда. Например, в Швейцарии – около 70 %, в Германии – 58 %, в Австрии – около 45 %, в Чехии – 28 %. В России в арендном жилье проживает только 12,5 % [1]. Эта ситуация объясняется сложившимися приоритетами в решении жилищной проблемы в нашей стране - это покупка жилья в новом жилом фонде или на вторичном рынке в собственность. А также собственники жилья не заинтересованы в сдаче своей квартиры в аренду, так как статус пенсионера или гражданина с низкими доходами позволяет получать субсидии на оплату квартиры. В итоге сложилась высокая арендная стоимость квартир и недостаток жилья.

Для разрешения данной ситуации необходимо создать условия для строительства жилья, которое бы сдавалось в аренду. Эта задача стоит перед муниципалитетом, как одно из направлений деятельности. Ее решение обеспечит снижение стоимости аренды жилья и выведет рынок аренды из «тени», т.е. обеспечит его легализацию.

Для строительства «доходного дома» источниками финансирования могут быть средства бюджетов разного уровня и частные инвестиции. Но в связи с высокой стоимостью земли под застройку и высокой себестоимостью строительно-монтажных работ рентабельность проекта не высока, поэтому заинтересованность могут проявить только крупные инвесторы. Они могут принять участие в подобных проектах используя диверсификацию, как финансовый инструмент для снижения риска и для управления своими финансами с наибольшей рентабельностью.

Диверсификация дает возможность вложить капитал в несколько проектов одновременно, что позволяет снизить потери при неблагоприятных колебаниях рынка и тем самым обеспечивает более надежный доход.

При выборе различных вариантов инвестирования должна учитываться не только прибыльность объектов, но и риска вложений. ОАО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию», а в настоящее время АО «ДОМ. РУ», предлагает инвестировать в строительство жилья, сдаваемого в аренду. В таком проекте инвестор может получить двойную выгоду, так как объект недвижимости постоянно растет в цене и доход от аренды. В перспективе рост стоимости недвижимости опережает инфляцию, что дает преимущества, в сравнении с процентом по вкладам, которые ниже инфляции. С течением времени увеличивается стоимость активов, а также инвестор получает доход от сдачи жилья в аренду. По результатам статистических наблюдений, недвижимость в среднем дорожает на 10 % в год, следовательно, доходность инвестиций увеличивается на 15 – 20 % в год. Доход от аренды квартир может быть получен при любых условиях в экономике страны или региона, так как гражданам надо где-то жить и спрос на жилье будет всегда. В случае падения спроса на покупку жилья в собственность, привлечение частного капитала возможно, если будут сформированы обоснованные цены на его аренду. Но стоимость аренды должна быть сопоставима с затратами на содержание собственного жилья или даже меньше. Только в этом случае соотношение цен обеспечит конкуренцию на рынке недвижимости между «арендой» и «собственностью». Исследования показывают, что семья, в которой двое работающих, может платить за аренду квартиры не более 20 % своего дохода.

Основные показатели эффективности инвестиционных проектов можно объединить в две группы: показатели, определяемые на основании использования концепции дисконтирования и показатели, не предполагающие использования концепции дисконтирования. Высокая ставка дисконтирования делает проекты с большим сроком окупаемости заведомо менее привлекательными, и чем больше срок окупаемости, тем более выражен эффект высокой ставки дисконтирования. При низкой ставке дисконтирования такие проекты становятся более привлекательными.

Строительством доходных домов, как предполагается, должны заниматься закрытые паевые инвестиционные фонды недвижимости (ЗПИФН). Деятельность фондов позволит обеспечить уровень доходности до показателя в 7 - 10 % годовых, а при государственной поддержке – и выше, что обеспечит привлекательность для новых инвесторов. Так же существуют налоговые льготы использования ЗПИФН в реализации проектов. Инвесторам должны быть предоставлены налоговые каникулы.

Бюджетные средства могут быть привлечены к строительству доходных домов. Эта программа позволит муниципалитету обеспечить нуждающихся граждан в порядке, установленной очереди. Другим положительным фактором будет являться повышение рентабельности инвестиций, так как для возведения жилых зданий будут использоваться принадлежащие им земельные участки, что позволит

снизить стоимость строительства до уровня фактической себестоимости. Например, в Тамбове в четвертом квартале 2019 года фактическая себестоимость составила 34,608 тыс. руб. за кв. м при средней рыночной стоимости 46,013 тыс. руб. за кв. м [2]. Повышается возможность решения таких социальных задач, как обеспечение жильём социально не защищенных граждан, например, многодетные и молодые семьи, не имеющие возможность взять ипотечный кредит и работники бюджетной сферы. Но в связи со сложной ситуацией в экономике, при ограниченном местном бюджете, эта проблема не будет разрешена в скором будущем.

Сотрудничество органов местной власти и бизнеса является более перспективным направлением в строительстве доходных домов. Такое партнерство с частными инвесторами обеспечит сокращение расходов муниципального бюджета для реализации жилищной программы. Региональные программы, устанавливающие отношения в государственно-частном партнерстве, должны быть разработаны с целью обеспечения равных прав государства и бизнеса при строительстве доходных домов и направлены, главным образом, на повышение доступности жилья. Построенные квартиры передаются муниципалитетом частной структуре в аренду, а инвестор, по обоснованной цене передает жилье гражданам, обеспечивая надлежащее содержание его и получая стабильный доход по вложенным в доходные дома инвестициям.

Выполненный анализ влияния уровня доходов населения на процессы развития строительства арендного жилья в РФ и Тамбовской области выявил:

- основные показатели денежных доходов населения области растут, но абсолютная величина доходов не позволяет приобрести жилье за полную стоимость в собственность. Тамбовская область занимает 20-е место среди регионов по значению индекса возможности приобретения жилья семьями со средними доходами с помощью ипотечного кредита. Использование арендного жилья в данной ситуации может выступать как один из способов решения жилищной проблемы;

- численность экономически активного населения в РФ за последнее десятилетие выросла на 6,64%. В Тамбовской области этот показатель характеризует обратную тенденцию. Численность экономически активного населения за тот же период времени уменьшилась на 8,8%. Следовательно, для привлечения дополнительных квалифицированных кадров в область необходимо создать комфортные условия проживания мигрантов, что также возможно достичь за счет реализации программы строительства доходных домов;

- с учетом распределения численности населения по величине среднедушевых доходов по Тамбовской области 48,6% населения находится за границей возможности аренды жилья, а 51,4% в состоянии самостоятельно участвовать в программе арендного жилья. Для категории населения, попавшей в 48,6%, необходима государственная поддержка по оплате аренды жилья, что требует разработки правового механизма государственного субсидирования.

В исследовании при проведении социологического опроса среди населения г. Тамбова выявлены следующие закономерности: 60 % респондентов не довольны своими жилищными условиями; 71 % опрошенных выразили предпочтения по долгосрочной аренде; 23,3 % респондентов готовы улучшить свои жилищные условия путем аренды; 52,3 % респондентов предпочли бы снимать жилье у государственной компании; наиболее востребованными являются одно- и двухкомнатные квартиры; 91 % респондентов считает, что в России необходимо создать цивилизованный рынок арендного жилья и считают что строительство арендного жилья, прежде всего, государственная задача [3].

«Доходный дом» должен осуществляться с учетом выполнения ряда требований к проектным решениям:

- «социальный модуль» - некоторое количество жилых площадей в наборе с изменяемой социальной инфраструктурой, находящейся в доме и на специально обустроенной придомовой территории;
- конструкция, отличительной особенностью которой является максимальная изменяемость границ любых помещений дома – как жилых, так и общественных.

Планировку арендуемой квартиры необходимо подбирать с учетом требований и уровня доходов различных категорий населения.

Актуальным будет идея создания арендного жилья и для пенсионеров:

- квартирный дом престарелых, где у каждого проживающего своя квартира и так же имеется блок помещений для медицинского и бытового обслуживания;
- дом гостиничного типа с расширенным составом помещений обслуживания, включающим места приема пищи, медицинского обслуживания и т.д.;
- обыкновенный многоквартирный дом, первые 1-2 этажа которого приспособлены для проживания пожилых людей.

Архитектура арендного жилья для пенсионеров должна решать не только бытовые трудности пожилого человека, связанные с ухудшением его здоровья, но и социально-психологические проблемы нового восприятия своей личности и своего места в обществе. Вопрос занятости пенсионеров следует разрешать путем предоставления работы на дому.

Характерными чертами нового жилья для студентов должны стать современное и функциональное оборудование помещений, современные, учитывающие требования потребителя, методы строительства, а также расположение в центральных районах города и наличие общественного транспорта.

Для молодой пары «студийные» планировки очень подходят – это простор для фантазии, активного образа жизни. Для семьи с маленьким ребенком важно наличие парковок, детских площадок, современной и аккуратной отделки в общественных зонах. Также может быть наличие подземной парковки, торгово-развлекательных центров и зеленых зон.

Анализируя, объемно-планировочные решения доходных домов установлено, что арендные жилые дома должны состоять из стандартных секций, но иметь свободную планировку. Прилегающая к дому территория, с развитой системой благоустройства и с организованной внутри- и придомовой инфраструктурой сможет обеспечить безопасность жителей и их детей. Расчеты оценочных сроков окупаемости инвестиционных затрат при строительстве доходных домов показывают, что наиболее экономически целесообразно строить доходные дома с набором однокомнатных и двухкомнатных квартир. Для Тамбова и Тамбовской области предпочтительным является строительство квартир эконом-класса, с объединением в квартире жилой и профессиональной функции.

В определенный период жизни молодой семьи в силу разных причин аренда жилого помещения может оказаться выгоднее ипотеки. Например, это возможно в случае, если молодые люди не вполне уверены, в каком районе, городе или стране они хотят жить. Во-первых, неопределенность места жительства может быть связана с отсутствием рабочего места с достойной заработной платой – это вынуждает мигрировать в другой регион страны или даже в другое государство. Во-вторых, отсутствие достаточного официального дохода, который установлен для получения заемных средств по ипотечному кредиту. У клиентов банков с негативной кредитной историей из-за неплатежеспособности по предшествующему кредиту возникает аналогичная ситуация. В таком случае гражданам остается только арендовать жильё и копить денежные средства на первый взнос.

По данным интернет-ресурсов [6] средняя стоимость двухкомнатной квартиры в Тамбове, в 2019 году составляла 2,730 тыс. руб. При кредите на 20 лет с процентной ставкой 6,5 % и первоначальным взносом 30 % ежемесячный платеж по кредиту составляет 13,462 тыс. руб. в месяц. А аренда двухкомнатной квартиры составляет 17,000 тыс.руб. в месяц. Величина расходов на покрытие ипотечного кредита меньше, но теряется мобильность, семья становится привязанной к одному месту. Но аренда может быть выгоднее для молодой семьи в другие периоды жизни, когда есть еще неопределенность в планах на будущее. В случае, если в ближайшее время в семье планируется пополнение и может потребоваться увеличение жилой площади. Также необходимо учитывать то, что ипотечные платежи на квартиру большей площади значительно выше, чем аренда.

Развитие экономики определяет новые правила устройства общества и общественных отношений в целом. В силу определенных преимуществ, таких как свобода, мобильность, независимость, граждане постепенно осознают и принимают в качестве решения жилищной проблемы аренду вместо приобретения жилья в собственность. Однако в России культ собственного жилья сохраняется. Для большей привлекательности аренды жилья для молодых семей в нашей стране необходимо внедрить следующие предложения:

- обеспечить благоприятный экономический фон относительно объектов арендного фонда для минимизации внешних рисков и, как следствие, уменьшения ставки дисконтирования;
- внести изменения в законодательные акты;
- создать специальные кредитные механизмы, направленные на строительство и приобретение арендного фонда с уменьшенной процентной ставкой по кредиту, путем привлечения государственной гарантии;
- рассмотреть возможность снижения ставки или отмены налога на имущество для владельцев арендного фонда жилья, с предоставлением компенсации части процентной ставки на период строительства с помощью региональных программ, а также государственных гарантий по выплатам арендных платежей;
- создать стимулирующие механизмы на региональном уровне;
- ЖКХ обязать перейти на создание государственного арендного фонда для ликвидации аварийного жилья.

В настоящее время в России в эксплуатацию введены доходный дом «Лайнер» в Москве, включающий 283 апартаментов, пять сервисных апартаментов в Петербурге. Открыто бронирование жилья в ЖК «Символ», «Парк Легенд», «Октябрьское поле» и «Матч Поинт» в Москве, с общим количеством квартир около 2000. Имеющийся в Москве опыт управления доходной недвижимостью с успехом применяется в настоящее время и в регионах России, например, в г. Тобольск, Тюменской области. ПАО «СИБУР Холдинг» обеспечил современным комфортным жильем более 1100 семей сотрудников нефтехимического комплекса. АО «ДОМ. РУ» в жилом комплексе «Современник» в городе Воронеж

выкупил у застройщика 165 квартир с целью развития цивилизованного рынка арендного жилья. Объект планируется сдать в эксплуатацию в I квартале 2021 года.

Наиболее перспективным способом привлечения инвестиций в строительство доходных домов на основе государственно-частного партнерства обоснован по следующим факторам:

- арендный дом является таким видом недвижимости, который предполагает извлечение дохода для собственника, поэтому для получения максимальной доходности необходимо принять такие способы управления объектом недвижимости, которые будут оптимальными и сопоставимыми с издержками на эксплуатацию объекта;

- с увеличением возможности аренды жилья можно решить такие социально-экономические задачи, как повышение обеспеченности жильем населения разных групп, в том числе наиболее нуждающихся; повышение инвестиционной привлекательности регионов и как следствие, улучшение в стране демографической ситуации;

- увеличение в региональный бюджет налоговых сборов за счет ликвидации теневого рынка аренды и формирование финансовых инструментов воздействия на рынок аренды недвижимости [4].

Зарубежный опыт управления доходной недвижимостью показал, что строительство арендного жилья обеспечит решение ряда важных проблем. Прежде всего, удовлетворение потребности в доступном жилье среднего класса, работников бюджетной сферы, специальных категорий граждан. А также повысит мобильность трудовых ресурсов, если в городах России будет обеспечен достойный уровень жизни и качественное временное, т. е. арендное жильё. Легализация рынка арендного жилья создает дополнительный спрос на объекты строительной отрасли. Для региона эти условия обеспечат повышение собираемости налогов и сборов. Строительство доходных домов – это увеличения количества квартир для населения, а также повышение комфортности и потребительских качеств жилья.

Остаются не решенными условия реализации программы строительства арендного жилья: отсутствие нормативной базы по строительству и эксплуатации арендного жилья; отсутствие механизма государственно-частного партнерства; отсутствие экономической заинтересованности частных инвесторов; конкуренция со стороны частного, преимущественно «черного» рынка аренды квартир.

Главные направления в решении проблем строительства арендного жилья выявлены следующие: совместное использование государственного и частного капитала; привлечение частных инвесторов и дольщиков за счет льгот (бесплатная земля под застройку, бесплатное подключение коммуникаций, налоговые каникулы и т.п.); создание нормативно-правовых основ строительства и эксплуатации арендного жилья; создание информационной базы и доведение информации до населения об арендном жилье как о способе решения жилищных проблем различных категорий граждан.

#### Список использованных источников

1. Арендное (социальное) жилье: успешный опыт Европы: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zametrami.ru/evropa/arendnoe-zhilyo-uspeshnyj-opytevropy/> (дата обращения 18.09.2020 г.).

2. База новостроек от застройщиков в Тамбове [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://realty.yandex.ru/tambov/kupit/novostrojka/?nosplash=1&utm\\_content=title&from=wizard.newbuilding&utm\\_source=wizard&utm\\_campaign=newbuilding](https://realty.yandex.ru/tambov/kupit/novostrojka/?nosplash=1&utm_content=title&from=wizard.newbuilding&utm_source=wizard&utm_campaign=newbuilding) (дата обращения 19.09.2020 г.).

3. Гиясова И.В. Строительство жилых зданий арендного назначения (социально-экономические и технические аспекты)/И.В. Гиясова, Е.В. Аленичева, Т.И. Любимова// Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета/ ФГБОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014. - С.69-71.

4. Горбачевская Е.Ю. Перспективы повышения доступности жилья в регионе/ Е.Ю. Горбачевская, О.В. Архипкин // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 4 (19). С. 9–18.

5. Жилищные кредиты, предоставленные физическим лицам [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://finance.rambler.ru/realty/42352563/?utm\\_content=finance\\_media&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylin](https://finance.rambler.ru/realty/42352563/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylin) (дата обращения 18.09.2020 г.).

6. Сайт недвижимости [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.domofond.ru/arenda-dvuhkomnatnyh-kvartir-tambovskaya\\_oblast-r58?R](https://www.domofond.ru/arenda-dvuhkomnatnyh-kvartir-tambovskaya_oblast-r58?R) (дата обращения 19.09.2020 г.).

7. Условия ипотеки для молодой семьи в Сбербанке [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://s-ipoteka.info/programmy/ipoteka-molodaya-semya-v-sberbanke.html> (дата обращения 18.09.2020г.).



## БЛАГОПРИЯТНАЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА СРЕДА ЖИЛЫХ РАЙОНОВ ГОРОДА

**Колчунов В.И.,**

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», академик РААСН, д-р техн. наук,  
профессор  
e-mail: yz\_swsu@mail.ru*

**Кормина А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», аспирант  
e-mail: a\_kormia92@mail.ru*

**Введение.** Жилые районы являются элементами планировочной структуры городов и поселений, в которых протекает практически 65% жизни городского населения и реализуются основные процессы жизнеобеспечения. Среда жизнедеятельности города – это искусственно созданная градостроительными средствами среда, представляющая собой совокупность объектов, образующих архитектурно-планировочную структуру города. Основной функцией среды жизнедеятельности города является возможность удовлетворения функционально-утилитарных потребностей населения, живущего в нем.

Благоприятные условия для развития человека в жилых районах создаются соблюдением ряда нормативных требований градостроительного проектирования. Согласно нормативам градостроительного проектирования федерального, регионального и местного значения проектирование жилых районов – кварталов/микрорайонов – осуществляется путем соблюдения минимально допустимого уровня обеспеченности социально-значимыми и жизненно необходимыми объектами и реализуемости максимально допустимого уровня территориальной доступности таких объектов для населения. На территории жилых кварталов/микрорайонов размещаются жилые дома, общественные учреждения повседневного пользования, объекты образования, медицинские учреждения, спортивные площадки и другие объекты. Обязательными в плане жизнедеятельности частями жилых районов являются также все виды благоустройства и озелененные территории. Согласно нормативам градостроительного проектирования жилая застройка изолируется от неблагоприятного воздействия массового городского транспортного движения, и в ней создаются условия защиты от неблагоприятных факторов окружающей среды. Затраты времени на достижение объектов среды жизнедеятельности не должны превышать 15 – 20 мин., это значит, что радиус действия обслуживающих учреждений следует считать не более 800 – 1000 м. Исходя из радиуса действия общественных учреждений и других градостроительных ограничений можно определить территориальную величину жилого района – площадь застройки [1].

Однако как показывает современная практика проектирования жилых районов, не всегда среду жизнедеятельности в них можно считать благоприятной, даже при строгом соблюдении нормативов [1]. Такое утверждение базируется на анализе возникающих факторов, прежде всего, факторов социальной напряженности и девиантного поведения жителей современных жилых кварталов [2]. Там, где застройка выполнена с нарушением норм градостроительного регулирования, т.е. переуплотнена и не обеспечена должной инфраструктурой может возникнуть настоящее «гетто спальных районов» с присущей им социальной апатией и отчуждением. Жилые кварталы с деградирующим населением формируют жилую среду приводящую к маргинализации населения [3]. Эти проблемы могут приобрести угрожающий характер, перерастая не только в уличную преступность, но и в межэтнические конфликты, распространение экстремистских идей, терроризм, поскольку пространство социальных трущоб и мигрантских анклавов характеризуется повышенным уровнем агрессии к окружающей городской среде и горожанам. Эта агрессия замешана не только на культурных, но и на социальных факторах, таких как неустроенность и неудовлетворенность условиями жизни, бедность и нищета, безработица и т.п. Ситуация усугубляется неблагоприятной экологической обстановкой, зачастую сложившейся в жилых районах [4].

Актуальность исследования связана с развитием методологии градостроительного проектирования среды жилых районов. Основная гипотеза исследования заключается в следующем: благоприятная среда жизнедеятельности – среда, основанная на удовлетворении рациональных (ограниченных во времени и объеме) потребностей всего населения и отдельного индивидуума.

**Метод исследования.** Возможность создания благоприятной для развития человека среды жизнедеятельности, основанной на удовлетворении рациональных потребностей человека, рассматривает-

ся в рамках концепции биосферосовместимого города. Удовлетворение потребностей человека в биосферосовместимом городе происходит через его функции согласно иерархии, предложенной академиком РААСН В.А. Ильичевым [5]: обеспечение первоочередных жизненных потребностей в жилье и в отдыхе, создание условий для работы власти, милосердие, наличие объектов для получения знаний, реализация творческих потребностей, укрепление связи с природой.

Реализация всех без исключения функций города создаст условия удовлетворения потребности человека-личности и его развития в условиях, которые он предоставляет своей инфраструктурой, в т.ч. жилыми районами.

**Анализ публикаций по теме исследования.** Одной из первых попыток количественной оценки планировочных решений жилых микрорайонов на основе функций города был расчетный алгоритм определения значения показателя их реализуемости при исследовании мест приложения труда и востребованности жителями социальных объектов (на примере г. Орла) [6].

На базе разработанного алгоритма в исследовании Н.В. Бакаевой и И.В. Черняевой [7] приводится методика оценки вклада составляющих транспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города. Авторами расчетным путем получены коэффициенты реализации и доступности функций города исходя из анализа состояния производственной среды автотранспортной системы города.

В работе [8] показан расчет показателя реализации отдельно взятой функции «Знания», базирующегося на качественной и количественной оценке параметров, характеризующих степень безопасности и комфортности образовательной среды.

Развитие технологий обеспечения безопасной и доступной городской среды на основе создания системы количественных показателей оценки функций жизнеобеспечения города для маломобильной группы населения, как наименее социально защищенной категории городского населения, явилось целью исследований Е.В. Брума [9].

**Результаты и обсуждение.** В развитие выполненных исследований рассмотрим теоретические предпосылки создания *благоприятной для развития человека среды жизнедеятельности*, используя следующую иерархию функций биосферосовместимого города:

- $\Phi_1$ : «Жизнеобеспечение»;
- $\Phi_2$ : Развлечения и отдых;
- $\Phi_3$ : Власть;
- $\Phi_4$ : Милосердие;
- $\Phi_5$ : Знания;
- $\Phi_6$ : Творчество;
- $\Phi_7$ : Связь с природой.

На примере функции города «Жизнеобеспечение» выявим составляющие, необходимые для обслуживания жилого района. Так, в соответствии с нормативами градостроительного проектирования СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» функция города  $\Phi_1$ : «Жизнеобеспечение» будет включать восемь составляющих:

$$C_1^{\Phi_1}, C_2^{\Phi_1}, \dots, C_8^{\Phi_1}, \quad (1)$$

- где  $C_1^{\Phi_1}$  – Жилые здания;
- $C_2^{\Phi_1}$  – Учреждения, организации и предприятия обслуживания;
- $C_3^{\Phi_1}$  – Инженерная подготовка и защита территории. Экологическая безопасность;
- $C_4^{\Phi_1}$  – Транспорт и улично-дорожная сеть. Автотранспортные предприятия, стоянки, СТОА и АЗС;
- $C_5^{\Phi_1}$  – Инженерные сети;
- $C_6^{\Phi_1}$  – Благоустройство;
- $C_7^{\Phi_1}$  – Обращение с отходами;
- $C_8^{\Phi_1}$  – Минипроизводства, т.е. рассматриваемая подсистема состоит из восьми групп однородных элементов,  $i = 1, \dots, 8$ .

Одним из показателей соответствия нормативным требованиям градостроительного проектирования проектных решений современных жилых районов может служить *коэффициент обеспеченности* жилых кварталов и микрорайонов жизненно необходимыми и социально-значимыми объектами повседневного или периодического обслуживания.

В общем виде коэффициент обеспеченности  $\beta_f$  такими объектами при реализации  $f$ -той функции города будем оценивать по следующему выражению:

$$\beta_f = \frac{\beta_{f\text{факт}}}{\beta_{f\text{мин}}}, \quad (2)$$

где  $\beta_{fi}$  – уровень реализуемости  $f$ -той функции города с позиции обеспеченности жилых районов  $i$ -тым объектами жизнеобеспечения;

$\beta_{fi\text{факт}}$  – фактическая обеспеченность населения  $i$ -тым объектом жизнеобеспечения;

$\beta_{fi\text{мин}}$  – минимально допустимая (нормативная или рациональная расчетно обоснованная) обеспеченность населения  $i$ -тым объектом жизнеобеспечения.

В ходе оценки соответствия показателя обеспеченности жилых районов возможны следующие ситуации:

если  $\beta \geq 1$ , то квартал\микрорайон в полной мере обеспечены объектами;

если  $0 < \beta \leq 1$ , то квартал\микрорайон не достаточно обеспечены объектами. В этом случае следует определить дополнительную потребность в таких объектах для полного удовлетворения потребностей всех категорий населения;

если  $\beta=0$ , то квартал\микрорайон полностью не обеспечены объектами.

В качестве примера рассмотрим алгоритм расчета коэффициента обеспеченности населения города объектами здравоохранения – поликлиниками. Поликлиники относятся к составляющей функции города «Жизнеобеспечение»  $C_2^{\Phi 1}$  – «Учреждения, организации и предприятия обслуживания» и характеризуют медицинское обслуживание среды жилых районов.

Пусть средняя мощность поликлиник (с учетом всех кабинетов и помещений) на данной территории:

$$W_{1cp} \frac{\text{посещений}}{\text{смена}}.$$

Количество рабочих смен в году рассчитывается как количество рабочих дней (за вычетом выходных, праздничных дней) с учетом того, что в рабочие дни поликлиника работает в две смены, т.е. рабочих смен в году получается 604.

Учитывая, что примерно четверть нагрузки врача приходится на вызовы на дом, количество рабочих смен уменьшается на величину  $\frac{604}{4} = 151$ .

Следовательно, фактическое число рабочих смен равно  $604-151 \approx 450$ . Таким образом, число посещений, которые за год может осуществить поликлиника  $450W_{1cp}$ .

Среди городского населения следует отдельно выделить категорию маломобильной группы (МГН) ввиду более частой востребованности этой услуги и сложностями ее доступности. Если обозначить через  $x$  - количество посещений поликлиники средней мощности представителями МГН, численность которых на данной территории составляет -  $N_u$ , а через  $y$  - количество посещений поликлиники остальными жителями территории, численность которых -  $N_H$ , то очевидно

$$x + y = 450W_{1cp}. \quad (3)$$

Врачебная практика показывает, что длительность приема людей с ограниченными возможностями в два раза превышает длительность приема людей мобильной группы. Отсюда следует:

$$\frac{y}{N_H} = \frac{1}{2} \frac{x}{N_u}. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (3) – (4) относительно неизвестных  $x$  и  $y$ , получим

$$x = \frac{450W_{1cp}}{1 + \frac{N_H}{N_u}}, \quad y = \frac{450W_{1cp}}{1 + \frac{2N_u}{N_H}}. \quad (5)$$

Например, если МГН и инвалиды составляют четверть населения территории, т.е. при  $\frac{N_H}{N_u} = 3$ ,

$$x = 180W_{1cp}, \quad y = 270W_{1cp}.$$

Количество посещений в год на одного представителя МГН и одного прочего посетителя соответственно следующее:

$$\frac{x}{N_u} = \frac{180W_{1cp}}{N_u} \quad \text{и} \quad \frac{y}{N_H} = \frac{270W_{1cp}}{N_H}.$$

Исходя из требования, чтобы каждый житель региона мог посетить поликлинику минимум один раз в полгода (диспансеризация, профилактика, консультации, лечение и т.д.), можно получить требуемую среднюю мощность поликлиники из системы неравенств:

$$\begin{cases} \frac{180W_{1cp}}{N_u} \geq 2, \\ \frac{270W_{1cp}}{N_H} \geq 2. \end{cases} \quad (6)$$

Население г. Орла в 2020 г. составляет 308838 человек, из них 32 995 человек инвалиды, т.е.  $N_u = 32995$ ,  $N_H = 275843$ . Из системы (6) следует:

$$\begin{cases} W_{1cp} \geq \frac{N_u \cdot 2}{180} \geq 366, \\ W_{1cp} \geq \frac{N_H \cdot 2}{270} \geq 2120. \end{cases}$$

т.е. требуемая средняя мощность поликлиник региона должна соответствовать неравенству:

$$W_{1cp}^{Tp} \geq 2120.$$

Фактическая мощность восьми поликлиник г. Орла, среди которых приняты к расчету и детские, и стоматологические, и частные, составляет 1010.

Исходя из вышеизложенного, показатель обеспеченности населения поликлиниками (реализуемости поликлинического обслуживания) составляет:

$$\beta_f = \frac{W_{1cp}^{\Phi}}{W_{1cp}^{Tp}} = \frac{1010}{2120} = 0,47,$$

где  $W_{1cp}^{\Phi}$  - фактическая средняя мощность поликлиник города.

Таким образом, полученное значение коэффициента свидетельствует о неполной обеспеченности городского населения, включая такую наименее защищенную категорию населения как МГН, социально значимыми объектами - поликлиниками. В этом случае следует определить дополнительную потребность в объектах здравоохранения для полного удовлетворения потребностей всех категорий населения. Если пересчитать этот показатель с учетом уровня доступности таких объектов, то получим более низкие значения.

**Заключение.** Рассмотрен концептуальный подход к созданию благоприятной среды жизнедеятельности на основе иерархии функций биосферосовместимого города. Сложность реализации такого подхода состоит в том, что в настоящее время в действующих нормативных документах не все функции города и тем более составляющие этих функций присутствуют при принятии и оценке градостроительных решений. Оценка соответствия проектных решений жилых районов нормативным требованиям в рамках иерархии функций города может выполняться с использованием коэффициента обеспеченности жизненно необходимыми объектами повседневного или периодического спроса, а также социально значимыми объектами. На примере объектов поликлинического обслуживания рассчитан коэффициент обеспеченности для жителей г. Орла, который показал дополнительную потребность в таких объектах для полного удовлетворения существующих потребностей.

#### Список использованных источников

1. Алексеев, Ю.В. Совершенствование системы образовательной и научно-проектной деятельности на базе методологии пространственной организации поселений // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - № 4. - С. 23-29.
2. Прядко, И.П. Биосферные и социальные процессы в аспекте формирования дизайна городской среды / И.П. Прядко, З.И. Иванова // Промышленное и гражданское строительство. - 2017. - № 10. - С. 12-17.
3. Ильичев, В.А. Исследование взаимосвязи показателей уровней реализации функций поселения «Жизнеобеспечение» и «Связь с природой» / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Е.А. Скобелева // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – Выпуск 48. – С. 5-10.

4. Чистякова С.Б. Современные градоэкологические подходы к созданию благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности и развития человека на территориях опережающего социально-экономического развития // Градостроительство, 2015. – № 5 (39). – С. 81-82.

5. Ильичев, В.А. Предложения к проекту доктрины градоустройства и расселения (стратегического планирования городов – city-planning) / В.А. Ильичев, А.М. Каримов, В.И. Колчунов, В.В. Алексашина, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева // Жилищное строительство, 2012. – № 1. – С. 2-11.

6. Ильичев, В.А. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости / В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, А.В. Берсенов, А.Л. Поздняков // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №1. – С. 50-57.

7. Бакаева, Н.В. Критерий экологической безопасности автотранспортной инфраструктуры городского хозяйства на основе биосферосовместимых технологий / Бакаева Н.В., Шишкина И.В. // Строительство и реконструкция. - 2013. – № 1 (45). - С. 37-46.

8. Ильичев, В.А. Методика расчета показателя уровня реализации функций биосферосовместимого поселения для удовлетворения рациональных потребностей человека / Ильичев В.А., Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Клюева Н.В. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2013. – №2. – С. 40-45.

9. Колчунов, В.И. Методика расчета показателя доступности общественных зданий и сооружений маломобильным группам населения / Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Брума Е.В. // Строительство и реконструкция.- 2013. – №4 (48). – С. 60-68.

УДК 728.03

67.25.19: Планировка и застройка городов и населенных мест. Города и городские агломерации

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ СООРУЖЕНИЙ В Г. ТАМБОВЕ

**Дьякова А.В.,**

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет",  
магистр архитектуры,  
e-mail: avd-68@mail.ru*

**Кузнецова Н.В.,**

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет",  
канд. техн. наук, доцент кафедры "Архитектура и строительство зданий",  
e-mail: nata-kus@mail.ru*

**Аннотация:** Настоящая статья посвящена теме особенностей градостроительного размещения торговых сооружений (рынков, торговых центров, ярмарок) с учетом их расположения по внутригородским районам г. Тамбова.

В статье изложена ситуация, сформировавшаяся в настоящее время на территории г. Тамбова, по количеству торговых сооружений, как результат проводится анализ их размещения в городе, а также выделение композиционных приемов объединения торговых модулей, рынков оптовой и розничной торговли.

**Ключевые слова:** рынок, оптовая и розничная торговля, ярмарки, торговые центры, композиционные приемы, линейная блокировка.

Изменение роли рынков оптовой и розничной торговли в социальной жизни современного общества, а именно их развитие в качестве центров притяжения посетителей и мест проведения досуга [1, 2, 3], определяет интерес к рассмотрению торговых сооружений в планировочной структуре города Тамбова (рисунок 1).

Ключевыми критериями при определении оптимального размещения оптово-розничных рынков являются: размер зоны обслуживания и количество потенциальных потребителей услуг оптово-розничного рынка; наличие развитой транспортной инфраструктуры (автодороги, железные дороги); возможность расширения участка земли в связи с ростом торговой активности рынка [4].

Рынки имеют неравномерное расположение по территории города, при этом по специализации продовольственные преобладают над вещевыми. Тамбов включает в себя три района: Ленинский, Октябрьский, Советский, во всех этих жилых районах располагаются рынки [5, 6, 7].





Рисунок 1 – Рынки и ярмарки в Тамбовской области, 2019 год

Октябрьский район города Тамбова был образован в 1959 году и изначально назывался Промышленным районом. Октябрьский район находится в развитии и расширяется, ведется стремительная застройка этой территории жилыми домами, особенно в северной части города. Из-за большой концентрации жилой застройки необходимо включение общественной зоны, а именно сооружений торговой функции. На данный момент торговая деятельность в большей части формируется за счет встроенных в первые этажи жилых зданий продовольственных магазинов, также есть точки притяжения людей в виде отдельных зданий торговых центров.

При этом торговые центры расположены неравномерно по территории Октябрьского района, наибольшая часть размещается по ул. Советская, а также в квартале ул. Студенецкая Набережная, ул. Пролетарская, ул. Октябрьская, ул. Советская. Такое разнообразие сооружений торговой деятельности по ул. Советская объясняется исторической ролью того места: план 1832 года, в основу которого был положен план древней крепости, то есть линии стен острога определил местоположение главных улиц центральной части города, включая улицу Дворцовую (Советскую).

Другая ситуация сложилась в Ленинском районе: он отличается сохранившейся исторической частью городской застройки. Если обратиться к описанию плана 1832 года, где указаны границы плана древней крепости, то указывается, что по первой линии рвов северная стена крепости, начинаясь у реки Цны, тянулась вдоль речки Студенца до улицы Долевой (Карла Маркса), которая соответствовала западной границе деревянной цитадели. При этом южная стена крепости совпадала с улицей Широкой (Дворянская, ныне Интернациональная). Вторая линия рвов определяла границы кремля Тамбовской крепости, начинаясь от Студенца, она проходила по территории Соборной площади (ныне линия переулка С. Разина) до улицы Пензенской (позднее Гимназическая, ныне Коммунальная), соединяясь в этом месте с оврагом, который шел к Цне. Данное описание свидетельствует, что в сегодняшнем Ленинском районе находился центр города, что сформировало главные улицы города, поэтому здесь до сих пор сосредоточены все административные и общественные здания.

На сегодняшний день Ленинский район имеет плотную застройку, ведется строительство жилых домов с учетом исторической застройки, реконструируются здания по главным улицам, также идет снос ветхой застройки по ул. Карла Маркса, также под жилую застройку. При исследовании градостроительной ситуации по размещению рынков в Ленинском районе установлено, что здесь не только находится главный рынок в г. Тамбове – Центральный рынок, но и развиваются другие

рынки оптовой и розничной торговли, что делает этот район более привлекательным для населения в торговой функции [8].

Советский район города Тамбова представляет среднеэтажную, малоэтажную застройку и большой процент частных домов. Здесь также имеются предприятия торговли (небольшие торговые центры) и рынки, зачастую стихийные, вблизи жилых домов.

Таким образом, в результате проведенного исследования можно отметить, что число площадок отведенных под рынки в г. Тамбове, невелико и не отвечает запросам населения, тогда как торговые центры получили большое развитие. При этом существующие рынки успешно развиваются и имеются в каждом районе г. Тамбова, особенно выделяется Ленинский район – Центральный рынок, Советский район – мелкооптовые рынки. Для обобщения вышерассмотренного материала по местам размещения рынков на генеральном плане города Тамбова приводится таблица 1.

Анализ композиционных приемов объединения торговых модулей проводился на основе вышеприведенных в таблице 1 рынков г. Тамбова. Рассмотрим композиционные особенности некоторых рынков.

Микрорынок Юго-Западный состоит из нескольких рядов крытых павильонов, расположенных по периметру территории и несколькими длинными рядами в центре, разъединенных центральным проходом, при этом имеется круговой объезд, предполагающий загрузку. Вход к микрорынку выделяется коваными воротами, при этом сами постройки рынка служат неким подобием ограждения от улицы. От главного входа идет сквозной проезд, используемый для прохода посетителей и для проезда машин, размещенный в центральной части территории рынка (площадь микрорынка около 2160 кв.м). Неудобство данного прохода заключается в пересечении потоков покупателей и транспорта, кроме этого торговые постройки ориентированы к нему торцом. На проходы между рядов крытых павильонов выходят входы в павильоны, располагаемые по обе стороны и некоторые, расположенные также в рядах, торговые палатки, в виде блоков из одного помещения с остекленным фасадом и окном для продажи товаров.

По итогам рассмотрения размещения вышеприведенных рынков можно отметить важность расположения в центральной части торгового сооружения с большой проходимостью населения или на периферии вблизи складов, а также необходимость в сформированной транспортной и пешеходной сети (рисунок 2).

Архитектура представленных в микрорынке Юго-Западный павильонов и торговых палаток не отвечает современным требованиям, одноэтажные вытянутые павильоны (торговые палатки) с двухскатной или плоской кровлей из профлиста темно-зеленого цвета и белыми оштукатуренными стенами. Отдельное внимание обращает размещаемая во всю стену фасадов построек реклама, предлагаемых товаров.

«Салют» (продуктовый рынок) отличается от микрорынка Юго-Западный своей неорганизованностью пространства. Если в микрорынке Юго-Западный прослеживается композиция из одинаковых крытых павильонов с выделением главного прохода, и он находится на отдельном участке, то рынок «Салют» расположен вдоль проезжей дороги, разделяющей кварталы жилой застройки. Рынок «Салют» состоит из модульных индивидуальных торговых точек, стоящих отдельно друг от друга, выполненных из металлических конструкций и обшитых профлистом бежевого цвета. В каждую из них имеется отдельный вход, что создает обособленные пространства с различным ассортиментом товаров, из-за чего теряется общее восприятие рынка.

При рассмотрении этого рынка нельзя выделить отличительных особенностей композиционного объединения торговых модулей, так как они разъединены и выстроены в ряд по обеим сторонам от проезжей дороги, но учитывая сложную территорию для этого рынка, выбор крытых торговых модулей обоснован. Минимальные по ширине пешеходные дорожки между дорогой и объектами данного рынка закрыты предусмотренными козырьками торговых модулей.

Следующим для рассмотрения взят микрорынок на Пехотке, который выходит на улицу Астраханскую и располагается на обособленном участке, позади которого находятся многоэтажные жилые дома. Микрорынок имеет сложившуюся композицию, а именно четко выраженные границы: территория огорожена деревянным забором, причем самая высокая его часть (за счет баннера) направлена в сторону проезжей дороги, что создает более уютный микроклимат микрорынка.

Анализ размещения рынков в плане города

Наименование рынка	Размещение в плане города			
	Центр города или периферия	Специализация	Привязка к транспортно-пешеходной инфраструктуре	Функциональная зона
микрорынок Юго-Западный	Периферия	Продуктовый	Ул. Астраханская, рядом с остановкой (Мост)	Общественно-деловая зона
Салют (продуктовый рынок)	Периферия	Продуктовый	Ул. Гастелло, 32, остановка Железнодорожный техникум	Общественно-деловая зона
микрорынок на Пехотке	Периферия	Продуктовый	Ул. Астраханская, 179, остановка МЖК	Общественно-деловая зона
мелкооптовый рынок Хладко	Периферия	Продуктовый	Ул. Клубная, 15 Остановка Рынок Хладко	Общественно-деловая зона
Центральный рынок	Центр города	Продуктовый и вещевой рынок	Ул. Коммунальная, 21А, эт. 3, Остановка Центральный рынок	Общественно-деловая зона
рынок Колизей	Центр города	Продуктовый	Красноармейская площадь, 1, Стадион Динамо	Общественно-деловая зона
рынок Парк покупок	Центр города	Продуктовый	Коммунальная ул., 21В, Остановка Центральный рынок	Общественно-деловая зона
микрорынок Рылеевский	Периферия	Продуктовый	Ул. Магистральная, 4А, Остановка Кольцевая	Общественно-деловая зона
Город (крытый вещевой рынок)	Центр города	Вещевой	Ул. Базарная, 119, Остановка Пензенская улица	Общественно-деловая зона

Главный вход находится сбоку и выделен вывеской, по композиции объединения торговых модулей данный микрорынок похож на микрорынок Юго-Западный. Также по периметру располагаются торговые ряды, часть – в виде длинных полос расположена в центральной части. Однако более разнообразно решение самих торговых точек: крытые павильоны; индивидуальные торговые точки с отдельным входом, объединенных в единые полосы и открытые торговые палатки из металлических конструкций, сваренные из листовой стали и окрашенные в разные цвета. Загрузка осуществляется через основной сквозной вход, который одновременно служит для прохода покупателей и проезда транспорта.

Другой микрорынок Рылеевский, на части его территории сейчас ведется строительство двухэтажного кирпичного здания, которое также будет отведено под торговую зону. На данный момент рынок закрыт, но при изучении оставшейся части участка, можно выявить хорошо организованный вход с коваными воротами и вывеской. Сам участок огорожен, а все проходы на территории рынка имеют полукруглые перекрытия, крепящиеся за кровлю торговых открытых палаток, размещенных в несколько длинных рядов, это является его отличительной особенностью.

Рынок Колизей также не является крупным рынком, он состоит из одного крытого торгового модуля, выходящего фасадом на проезжую улицу. Данный рынок имеет отдельный вход, зону загрузки во внутреннем дворе, а также сам торговый объект, который внутри разделяется по виду товаров. По своей структуре и композиции рынок Колизей схож с магазином.

## Градостроительное размещение торговых сооружений г.Тамбова

Район г.Тамбова	Размещение ТРЦ	Размещение рынков	Размещение ярмарочных площадок
<p><b>Октябрьский район</b> образован в 1959 году и изначально назывался <b>Промышленным районом</b></p>  <p>Октябрьский район находится в развитии и расширяется, ведется стремительная застройка этой территории жилыми домами. Из-за большой концентрации жилой зоны необходимо включение общественной зоны, а именно сооружений торговой функции.</p>	<p>Торговая деятельность за счет встроенных в первые этажи жилых зданий прод.магазинов, также есть отдельные сооружения торговых центров: Европа, Карусель, Пятёрочка, Магистраль, Океан, Магнит, ТЦ Европа, Карнавал, Олимп, Торговый центр № 19, Улей, Ашан, Магнит, Акварель, Детский мир, Мега, Гостиный двор, Студенец. Торговые центры расположены неравномерно по территории Октябрьского района, наибольшая часть размещается по ул. Советская, а также в квартале ул. Студенецкая Набережная, ул. Пролетарская, ул. Октябрьская ул. Советская.</p>	<p>Микрорынок Рыльевский (крытое сооружение), Город (крытый вещевой рынок), рынок по ул. Мичуринская 141, Сельскохозяйственная ярмарка (ул. Чичканова, открытые и крытые постройки). Временные торговые лавки в палатках, размещаются на второстепенных улицах, около остановок или переходов (на участках вдоль улиц Куйбышева 13, Мичуринская 149, Рыльева 60 и другие находятся лавки с прод. товарами).</p>	<p>- Специализированная (сельскохозяйственная): или универсальная: ул. Авиационная, 141; ул. Базарная, 115/59; бульвар Энтузиастов, 35-39; ул. Мичуринская, 191; ул. Пирогова, 50; ул. Рабочая, 4 А; ул. Рыльева, 59 А, корпус 2/ бульвар Энтузиастов; ул. Рыльева/ Свободная; ул. Тулиновская, 5; ул. Чичканова, 129-131</p> <p>- Специализированная (ярмарка по продаже живых цветов): бульвар Энтузиастов, 32; ул.Советская, 161</p>
<p>При анализировании Октябрьского района на наличие сооружений торговли было выявлено минимальное количество рынков и большой спрос населения на встроенные магазины и торговые центры.</p>			
<p><b>Ленинский район</b> отличается сохранившейся исторической частью городской застройки.</p> 	<p>Торговые центры: РИО, Галерея, Магнит, ТЦ Юг, Юг Торг. Ленинский район имеет плотную застройку, ведется строительство жилых домов с учетом исторической застройки, реконструируются здания по главным улицам, также идет снос ветхой застройки по ул. Карла Маркса, также под жилые дома.</p>	<p>Отведен целый квартал по улицам Носовская, Октябрьская, Красная и Коммунальная под Центральный рынок, территория которого сложилась исторически с самого начала и не претерпела изменений по площади. Однако на этом участке по его периметру, размещено несколько торговых центров, таких как: Москва, Крата, ЦУМ, Энергия, а также в Ленинском районе размещены рынок Колизей (Красноармейская площадь, 1) и крытый рынок Парк покупок.</p>	<p>- Специализированная (сельскохозяйственная) или универсальная: ул.Астраханская, 181.</p> <p>- Специализированная ярмарка по продаже произведений искусства: ул. Базарная, в районе д. 103.</p> <p>- Специализированная (ярмарка по продаже живых цветов): ул. Советская, 1/4</p>
<p><b>Советский район</b> представляет среднеэтажную, малоэтажную застройку и большой процент частных домов</p> 	<p>Включает большие территории, относящиеся к промышленной зоне, из-за чего здесь много строительных магазинов СтройГрад, Стройдом, Звезда, ТД Альянс АРГО, а также продуктовые – Линия, Пятёрочка, МЖК, Магнит.</p>	<p>Микрорынок Юго-Западный, Салют (продуктовый рынок), микрорынок на Пехотке, продуктовый рынок по ул. Сенько, мелкооптовый рынок Хладко (продуктовый, ул. Клубная, 15). Из них самый масштабный мелкооптовый рынок Хладко, который располагается вблизи складов промышленной зоны.</p>	<p>- Специализированная (сельскохозяйственная) или универсальная: ул.ак.Островитянова, 20-22; ул. Астраханская, 181; ул. Бастионная, 45-47; ул. Гастелло, 65 А; ул.Т.Дерунец,73; ул.И. Франко, 14; ул. Мичуринская, 191; ул. Ново-Стремянная, 3 А; ул. Земляной вал, 25-27; ул. Новикова-Прибоя, 53, корпус 1; ул. Польшковская, 102-104.</p> <p>- Специализированная (ярмарка по продаже живых цветов): ул. Гастелло, 32; ул. Польшковская, 102-104</p>
<p>При анализировании Советского района выявлено развитие оптовых рынков г.Тамбова, а также выделение достаточного количества площадок для ярмарок.</p>			

Рисунок 2 – Градостроительное размещение торговых сооружений г.Тамбова

Следующий анализируемый рынок более крупный, располагается рядом с торговым центром «Город» (крытый вещевой рынок) и является специализированным розничным рынком. Отчасти вышеприведенный рынок является продолжением торгового центра, так как он располагается вокруг него. Главные восемь секторов (каждый со своим входом) размещены сбоку, слева от торгового центра, в виде крытых длинных полос торговых рядов, где размещены открытые торговые места, с продольными проходами вдоль рядов, двумя поперечным по бокам и одним центральным сквозь все ряды.

Центральный проход не только соединяет все ряды, но и один его конец выходит в уличный торговый ряд без верхнего перекрытия, а другой направлен на вход в торговый центр. Остальная часть рынка обходит несколькими рядами позади торговый центр, за ними располагаются временные торговые палатки параллельно торговому центру как позади него, так и справа, сбоку. Их отличие в том, что в лавках, расположенных позади, также имеется перекрытие. В этом же месте находится зона для персонала торгового центра и рынка. Кроме того, перед торговым центром запроектирована парковка.

Таким образом, за счет близкого расположения вышеуказанного рынка с торговым центром «Город», он имеет развитую и неоднородную композицию и частичное деление по зонам (торговая, техническая для персонала, парковка).

Один из наиболее современных рынков города Тамбова является двухэтажный универсальный рынок «Парк покупок». По архитектурному облику запроектированный рынок г. Тамбова единообразен, при этом выполнен из современных материалов (фасадные панели серого и белого цвета, сплошное остекление одного этажа) и имеет выраженную входную зону: два основных входа с козырьком и двумя лестницами по бокам от него, выделенными в виде вертикальных остекленных прямоугольников, а также с вывесками и несколькими дополнительными входами. При этом по композиции рынок в плане представляет простую форму – прямоугольник. Главный фасад рынка располагается вдоль улицы Коммунальная, представляя собой единую вытянутую полосу, без связи с окружающей застройкой.

Однако в данном рынке хорошо прослеживается зонирование: торговая зона (продовольственные и непродовольственные товары), складская, погрузочно-разгрузочная, административная, предприятия общественного питания, техническая, автостоянка. Рынок «Парк покупок» из всех представленных рынков в Тамбове наиболее правильно функционально организован и спроектирован с учетом современных потребностей населения.

В г. Тамбове находится один мелкооптовый рынок – «Хладко», специализирующийся на продовольственных товарах. Рынок имеет детально проработанную территорию, огороженную деревянным забором, занимающую площадь 8.500 кв.м. Рынок «Хладко» состоит из двух больших крытых с двухскатной крышей торговых павильонов с несколькими входами в центральной части, а также торговых палаток, объединенных в полосы по периметру территории, выполненных из металлических конструкций, с ограждениями, сваренными из листовой стали и окрашенными в синий и серый цвета. Предусмотрены широкие проезды по территории рынка, загрузка осуществляется с улицы имени Сергея Лазо, а главный фасад с двумя входами расположен по ул. Клубной.

Последний анализируемый рынок г. Тамбова, исторически сформировавшийся в квартале улиц Октябрьская, Красная, Коммунальная, Носовская – Центральный рынок. Данный рынок включает в себя открытые торговые палатки, сформированные в виде длинных полос, из металлических конструкций, а также открытые торговые палатки и места. Сохранились исторические торговые ряды, но сейчас они не используются по своему назначению. Большая часть Центрального рынка, а именно бывшей Базарной площади, на данный момент занята торговыми центрами (шесть торговых центров, расположенных в периметре вышеуказанных улиц).

Из проведенного анализа рынков г. Тамбова можно сделать вывод, что в городе еще не до конца сформировалась композиция рынков, также сейчас сложно выделить торговый модуль из существующих рынков. При этом выявлен такой композиционный прием как линейная блокировка, когда модули соединяются между собой продольными сторонами, так что их торговые залы выходят на один фасад, а склады – на противоположный (рисунок 3). Разгрузка товаров и доступ покупателей осуществляется прямо с улицы.

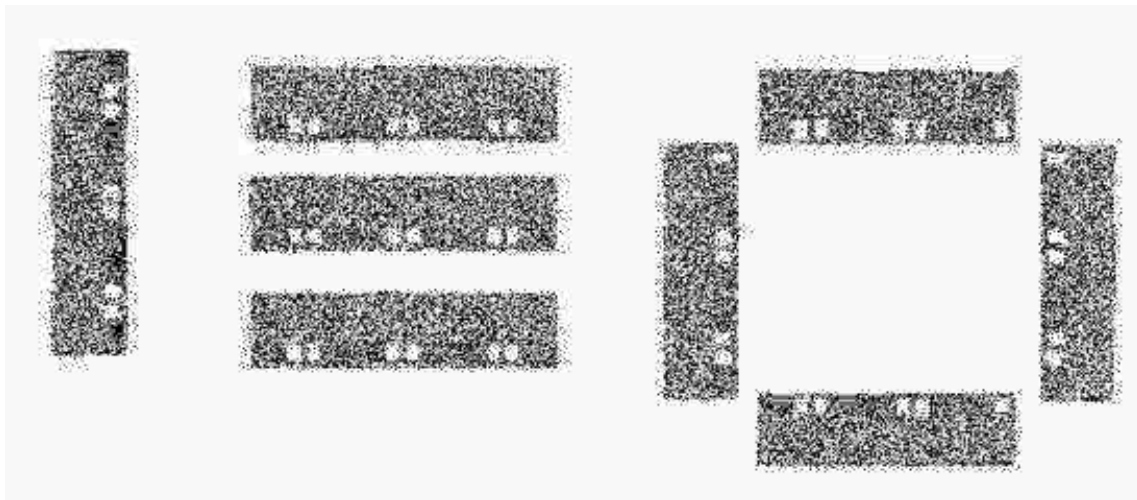


Рисунок 3 – Линейная блокировка торговых павильонов

Таким образом, рынки неравномерно размещены по территории г. Тамбова, большая часть таких пространств располагается в Ленинском районе, они сформированы по следующему композиционному приему – линейная блокировка.

Одной из важных функций торговли является рациональная организация процесса товародвижения. С этой целью должны определяться наиболее благоприятные потоки и направления движения



товаров, более экономичные виды транспорта, а также должна создаваться соответствующая сеть складов и баз, что отразится на дальнейшем размещении рынков на территории г.Тамбова.

#### Список использованных источников

1. Шахова О.А. Роль потребительского рынка в развитии социально-экономических систем // Экономика региона. 2008. №4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-potrebitelskogo-rynka-v-razvitii-sotsialno-ekonomicheskikh-sistem> (дата обращения: 06.09.2020).
2. Черемисина Т.Н. О роли потребительского рынка товаров в экономике региона (на примере Тамбовской области) // Социально-экономические явления и процессы. 2011. №12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rol-i-potrebitelskogo-rynka-tovarov-v-ekonomike-regiona-na-primere-tambovskoy-oblasti> (дата обращения: 06.09.2020).
3. Радаев В.В. Современные экономико-социологические концепции рынка // Экономическая социология. 2008. №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-ekonomiko-sotsiologicheskie-kontseptsii-rynka> (дата обращения: 13.09.2020).
4. Зайнуллина А.М. Типология современных архитектурных решений рынков // Известия КГА-СУ, 2017, № 4 (42).– С. 95-101.
5. Рынки и ярмарки Тамбовской области в январе-июне 2019 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tmb.gks.ru/storage/mediabank/pressrynki\\_062019.pdf](https://tmb.gks.ru/storage/mediabank/pressrynki_062019.pdf) (Дата обращения: 16.08.2019).
6. Карта функциональных зон муниципального образования городского округа - город Тамбов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://city.tambov.gov.ru/index.php?id=2325>. (Дата обращения: 17.07.2017).
7. Перечень площадок на территории города Тамбова, на которых возможна организация деятельности ярмарок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://city.tambov.gov.ru/index.php?id=3274&special=1>. (Дата обращения: 21.02.2020).
8. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В. Социально-функциональные аспекты формирования интегрированной среды исторического центра города // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-й междунардн. науч.-практич. конф., посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 22-25 мая 2019 г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет".– Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019.– С. 207-211.

УДК 711.5

67.25.25: Благоустройство населенных мест. Зеленое строительство

#### ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛЖСКОГО ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Либина Е.В.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», «Институт архитектуры и строительства», магистрант  
e-mail: elena.libina.55@mail.ru*

**Стеценко С.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», «Институт архитектуры и строительства», кандидат технических наук, доцент ИАиС ВолгГТУ  
e-mail: stezenko-s@mail.ru*

В настоящее время промышленные зоны стремительно развиваются во всех городах России, что приводит к ухудшению экологической ситуации, наблюдается превышение допустимых значений вредных веществ в составе городского воздуха, рост заболеваемости населения. Решение экологических проблем требует ряд незамедлительных мер по улучшению качества жизни горожан.

Экологические проблемы актуальны для большинства городов России, в том числе и для сравнительно небольшого и молодого промышленного города, расположенного в Волгоградской области - г. Волжский.

Для климатических условий рассматриваемого города характерен умеренный - резко континентальный климат. Январь считается наиболее холодным месяцем от -19 -26С. Июль отмечен как месяц с самой высокой температурой, со средними значениями: +24, +32 С. Показания амплитуд самого холодного и теплого месяцев составляют 70 -75С [6].

По первому генплану, разработанному в 1951-1952 годах, помимо жилых зон, административных и культурно-досуговых объектов, большое внимание уделялось озеленению улиц, скверов, дворовых территорий. Генеральный план рассчитывался на 50 тыс. жителей при средней обеспеченности жильем 8м<sup>2</sup> полезной площади на одного жителя.

Основатель города Ф. Г. Логинов поддержал идею в организации лесомелиоративный участка. В 1951г. был заложен центральный парк.

Главными озеленителями города стали супруги Вадим Александрович и Зоя Сергеевна Сапожниковы. Сапожников В.А. не просто сумел сделать Волжский одним из самых зеленых городов СССР, но и, благодаря правильному размещению санитарно-защитных зон, свести к минимуму воздействие выбросов многочисленных промышленных предприятий.

В 1990-х гг. в связи с экономическими реформами в России проекты зеленого строительства меняют свое содержание, а работы по озеленению территорий почти полностью приостанавливаются.

Начиная с 2002 г. городская территория начинает застраиваться по проектам точечной застройки с нарушениями СНиП. Снижаются показатели озелененности [2]. Подвергаются вырубке или не восстанавливаются после пожаров СЗЗ предприятий.

Состояние и многофункциональная роль зеленых насаждений не отвечает современным требованиям: зеленые насаждения размещаются случайно, посадка ведется на ограниченных территориях, медленно ведется работа по озеленению промышленных территорий, коэффициенты техногенной нагрузки существенно превышены.

Существующие парки, скверы и сады требуют реконструкции и не удовлетворяют потребностям населения. Не учитывается необходимость обогащения ассортимента насаждений, создание единой системы СЗЗ [3]. В г. Волжский создание единой системы озеленения не предусматривается законодательными актами [1].

Принятие в 2007 г. нового генерального плана и корректировка 2010 г. не предусматривают значительного увеличения площади зеленых насаждений [4].

Все негативные факторы, исходящие из ситуации расположения г. Волжский, приводят к быстрому высыханию и выветриванию небольшого плодородного поверхностного слоя почвы. Большая часть земель, предназначенных для сельского хозяйства не могут обходиться без оросительных сооружений.

Ухудшение экологической ситуации в г. Волжский подтверждается данными Роспотребнадзора. Волжский занимает первое место по объемам выбросов вредных веществ от стационарных источников с долей 32%, на Волгоград приходится лишь 25%. Вследствие этого проблема загрязнения атмосферного воздуха является для города Волжский приоритетной [9].

Согласно данным [9] основными загрязнителями атмосферного воздуха г. Волжский по состоянию на 2016 год являются (рис. 1):

1. ОАО «Волжский завод асбестовых технических изделий»;
2. ОАО «Волжский абразивный завод»;
3. АО «Волжский оргсинтез»;
4. АО «Волтайр-Пром»;
5. «Волжская ТЭЦ-2»;
6. АО «Волжский трубный завод»;
7. «Волжская ТЭЦ»;
8. ОАО «ЕПК Волжский»;
9. ОАО «Эктос-Волга».

В атмосферный воздух города поступает более 78 различных загрязняющих веществ. По данным [8], в основном, фиксируются превышения по сероводороду, диоксиду серы, диоксиду азота, оксиду углерода. Основным загрязнителем воздуха, чаще всего превышающим гигиенические нормативы и предельно допустимые концентрации (ПДК) на территории города является сероводород – по нему фиксируется больше всего превышений. Максимальное превышение в санитарно-защитной зоне по сероводороду составляет 2,5 ПДК.

На фоне возрастающей проблемы загрязнения воздуха г. Волжский наблюдается деградирование и сокращение площади городских зеленых насаждений.

Анализ данных показал, что общая площадь существующих зеленых насаждений всех типов пользования составляет 840 га, из которых 430 га (54%) приходится на долю насаждений общего пользования, 332 га (37%) на долю насаждений ограниченного пользования и 78 га (9%) на долю насаждений специального пользования.

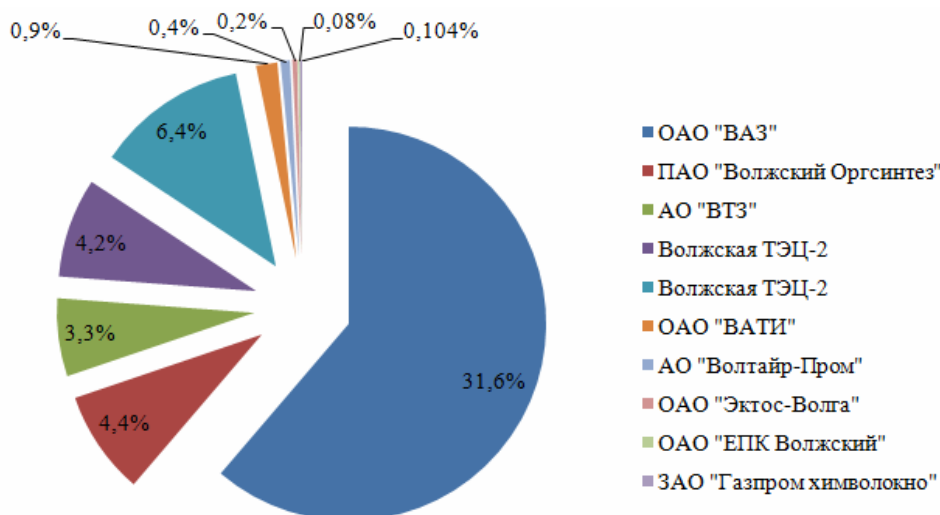


Рисунок 1 - Основные загрязнители атмосферного воздуха Волжского

Динамика изменения площадей зеленых насаждений показывает постепенное сокращение площадей озелененности г. Волжский за период с 1970г. На протяжении 1970-1975 гг. возрастало количество зеленых насаждений, проводились необходимые мероприятия по уходу за ними. Максимальное количество в абсолютном выражении (более 900 га насаждений) выявлено в 1980 г. После периода перестройки и глобальных социальных изменений перед распадом СССР отрасль озеленения городской территории стала неприоритетной. Финансирование стало выделяться по остаточному принципу, что повлекло сокращение площадей зеленых насаждений всех категорий. По итогам проведенных исследований по определению индекса озеленения территории с указанием состояния зеленых насаждений и степени их деградации (таблица 1) был сделан вывод, что при общей площади города 815 га, только 262 га (32%) имеют индекс озелененности 0,4-0,42; в то же время 398 га селитебной зоны (49%) имеют индекс озелененности 0,22-0,35 с признаками деградации и требуют восстановления. Кроме того, в новой части города (функциональный участок №6) территория в 142 га практически не озеленена (индекс 0,10) [2].

Таблица 1

Индекс озелененности городского округа – город Волжский

Функциональный район	Сумма площадей (га)	Сумма площади зеленых насаждений (га)	Индекс озелененности
№1	124,0275	45,11	0,4
№2	138,447	57,72	0,42
№3	126,2375	26,83	0,22
№4	140,7825	40,3	0,3
№5	131,0350	46,08	0,35
№6	144,585	14,59	0,1

В связи с вышеизложенным для смягчения воздействия существующих проблем, влияющих на окружающую среду необходимо предусмотреть ряд мероприятий. Во первых, необходимо увеличение площади городских рекреационных территорий. Зеленые насаждения очищают воздух, а также создают благоприятную атмосферу для горожан. Во вторых необходима реконструкция - и увеличение ассортимента древесно-кустарниковой растительности, проведение мелиоративных, природоохранных мероприятий по оздоровлению экологической обстановки городов [5].

Учитывая, что основная часть зеленых зон, древесных и кустарниковых посадок произведена в 60-70-х годах, в настоящее время требуется замена пришедших в негодность зеленых насаждений. Требуется долгосрочная оценка ситуации по результатам инвентаризации городских зеленых насаждений и схема по объемам первоочередных работ, расчеты потребностей в посадочном материале при новых работах по созданию, эксплуатации и реконструкции насаждений.

Первичное озеленение производилось по принципу максимального охвата территории, использовались дешевые, некачественные, но быстрорастущие породы деревьев (преимущественно, тополя и вязы). Кроме того, быстрому старению и гибели зеленых насаждений способствует сама городская

среда ввиду ее повышенной загазованности, задымленности и запыленности воздуха [7]. Необходимо рассмотреть возможность принятия расширенного списка пород, возможность интродукции новых видов. При этом должны учитываться не только фенотипические, но и генотипические особенности растений. Доля отдельных пород в видовом разнообразии не должна превышать 30% в сегменте.

Необходимо проведение работ по восстановлению нарушенных зеленых зон. Первоначальными объектами целесообразно обозначить реконструкцию либо замену внутриквартальных, придомовых зон насаждений древесной растительности. Затем произвести восстановление и ввод в эксплуатацию парковых зон между дорогами, придорожных насаждений.

#### Список использованных источников

1. Городское положение от 15.10.2009 № 480-ВГД «Правила землепользования и застройки городского округа - город Волжский Волгоградской области» [Электронный ресурс]//Информационный сайт "Сайт Администрации городского округа-город Волжский (дата обращения: 04.09.2020г.);
2. Подколзин М. М. «Современное состояние и функционирование объектов озеленения в условиях техногенной нагрузки» // Научный журнал КубГАУ, №66(02), 2011 года. [Http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/03.pdf](http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/03.pdf);
3. Подколзин М. М. «Формирование единой системы озеленения в г. Волжском» // Научный журнал КубГАУ, №66(02), 2011 года. [Http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/02.pdf](http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/02.pdf);
4. Решение Волжской городской Думы от 15.10.2019 № 60-ВГД «О внесении изменений в Городское Положение от 05.12.2007 №274-ВГД «Генеральный план городского округа - город Волжский Волгоградской области (положение о территориальном планировании)» [Электронный ресурс]//Информационный сайт "Сайт Администрации городского округа-город Волжский (дата обращения: 04.09.2020г.);
5. Слепян Э.И. Стратегии озеленения, категории растений озеленителей и проблемы сохранения и оздоровления городской природной среды// Озеленение, проблемы фитогиены и охрана городской природной среды. - Л., 1984. - 138 -230;
6. СП 131.13330.2018 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология";
7. Стеценко С.Е., Антюфеев А.В. Влияние содержания пыли в воздухе на состояние городской среды. В сборнике: Качество внутреннего воздуха и окружающей среды. Материалы XVI Международной научной конференции. 2018. С. 35-39.
8. <http://www.admvol.ru/MUP/podrobno.asp?id=7> (дата обращения: 04.09.2020г.);
9. <https://www.volzsky.ru/longread/eco/> (дата обращения: 04.09.2020г.).

УДК 711.123

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населенных мест

#### ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Святкина Е.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», магистр по направлению 08.04.01*

*«Строительство»*

*e-mail: katsvjt@yandex.ru*

Рост требования населения к качеству и комфорту обслуживания, появление новых технологий в строительстве и архитектуре привели к необходимости модернизации и реконструкции уже существующих и строительства новых физкультурно-спортивных сооружений. Спортивно-массовые мероприятия имеют огромное значения для культурной и туристической жизни города и региона. Большинство существующих спортивные сооружения не удовлетворяют современным требованиям и нормам. В связи с этим существует проблема реконструкции зданий спортивного назначения для повышения их категории и возможности проведения современных спортивно-массовых и культурных мероприятий регионального, федерального и мирового уровня.

Одним из главных параметров реконструкции должна быть привлекательность и универсальность зданий спортивного назначения, обеспечивающих место и условия для проведения мероприятий как спортивных, так и культурно массовых. Современные спортивные комплексы должны быть не узкоспециализированные (предназначенные для проведения соревнований одного или нескольких смежных видов спорта), а многофункциональные которые могут обеспечить проведение не только спортивных соревнований, но и быть площадкой для проведения различного уровня форумов, концертов и

других мероприятий, позволяющих вместить на своей территории большее количество зрителей и участников.

Здания могут делиться на три основные категории в зависимости от частоты использования:

1. Эпизодические - обслуживают населения всего города и доступностью 25-30 минут;
2. Периодические - общественной части города;
3. Ежедневные - расположены вблизи жилых домов, внутри жилых кварталов.

Одной из главных задач при реконструкции зданий спортивного назначения является увеличения «вместимости» здания с применением современных технологий. Реконструкция должна выполняться с определёнными требованиями:

1. Формирование выразительных архитектурно-пространственных композиций;
2. Многофункциональность здания;
3. Применение современных технологий при реконструкции здания и при его эксплуатации;
4. Использование уместных объемно-планировочных решений;
5. Модернизация транспортной коммуникации между жилыми районами и зданием.

Одно из главных условий достижения социально-экономического эффекта при реконструкции спортивного здания - увеличения радиуса его охвата жилых районов города.

Главная причина реконструкции здания является увеличение численности населения и необходимости увеличения спортивных сооружений (большинство существующих зданий не соответствуют современным нормам и требованиям по доступности для маломобильных групп населения, по безопасности проведения мероприятий и т. д.).

Основные задачи реконструкции:

1. Модернизация спортивных сооружений;
2. Повышение категории здания спортивного назначения;
3. Изменение благоустройства территории (увеличения парковочных мест, создание площадок для прогулок и отдыха);
4. Гармоничное вливание реконструируемого здания в существующую городскую среду.

Перед реконструкцией физкультурно-спортивных объектов необходимо определится, какое новое значение оно будет иметь в градостроительной ситуации города и региона, так как спортивные сооружения тесно связаны практически со всеми системами и структурами (например, социальные учреждения, транспортные системы) города и региона.

Основой для проведения реконструкции будет служить системная модель здания:

- Однообъектная структура (компактная) - проведения мероприятий одного назначения или смежных с ними;
- Многообъектная структура (свободная) – в пределах, позволяющих территориально и функционально задействовать все системы здания спортивного назначения.

При выборе многообъектной структуры здания необходимо чтобы все структуры и системы позволяли гибко решать сложные между проведением разноплановых мероприятий.

Функциональная организация и объемно-пространственное воплощение реконструкции могут иметь различные проектные решения, которые обусловлены:

- Городской средой, в которой расположено здание;
- Требованиями к функционалу здания с возможностью его изменений под индивидуальную специфику проведения соревнований и разлитых мероприятий;
- Применение конструктивной схемы, в зависимости от технологических, эксплуатационных и других требований к зданию.

После проведения реконструкции, здание должно гармонично вписываться как в архитектурную среду, так и в модель общегородских и региональных систем физкультурно-спортивных объектов (так как основная задача здания - это проведение спортивных мероприятий).

Во время реконструкции необходимо учитывать расширение участка и обеспечить его удобными связями с другими территориями города. В некоторых случаях для гармоничного вливание нового реконструируемого объекта в городскую среду необходимо подвергать сносу малоценные объекты городской инфраструктуры и соединять их в единый комплекс тем самым превращая моноцентрическую систему в полицентрическую.

Реконструкция должна обеспечивать единство системы, функции и учитывать особенности расположения каждого из ее элементов.





Рисунок 1 - Модель общегородской системы физкультурно-спортивных объектов.

Основными принципами развития системы физкультурно-спортивного объекта являются:

- Многофункциональность здания;
- Создания оптимальных условий для организации и проведения различного уровня мероприятий;
- Доступность для всех групп населения;
- Ориентация на актуальную градостроительную обстановку города и региона (в некоторых случаях станы и мира);
  - Максимальное использование эксплуатационных возможностей здания;
  - Эстетическая привлекательность здания (современный дизайн, актуально вписывающийся в городскую среду, благоустройство, использование современных материалов и технологий и т.д.).

#### Список использованных источников

1. Аристова Л.В. Физкультурно-спортивные сооружения. – М.: Изд-во «СпортАкадемПресс», 1999. – 536 с.
2. Бархин М.Г. Город, структура и композиция. – М.: Изд-во Наука, 1986. – 263 с.
3. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Изд-во Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. Ефимов А.В. Дизайн архитектурной среды центры. – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2005. – 504с.
5. Иконников А.В. Функция, форма, образ в архитектуре. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1986. – 288с.
6. Машинский В.А. Физкультурно-спортивные центры. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1989. – 219 с.
7. Посохин М.В. Архитектура окружающей среды. – М.: Изд-во «Стройиздат», 1989. – 248 с.
8. Сосновский В.А. Планировка городов. Реконструкция и модернизация здания и комплексов. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1988. – 103 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ «УМНОЙ» ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ  
В СЛОЖИВШЕЙСЯ СТРУКТУРЕ ГОРОДА****Стеценко С.Е.,***ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», к.т.н., доцент  
кафедры «Урбанистика и теория архитектуры»  
e-mail: stezenko-s@mail.ru***Аль-Шебиллави И.,***ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
магистрант  
e-mail: ehsaan.alshebillawy@volg-edu.ru*

Понятие "умный город" стало одним из самых доминирующих понятий в современной научно-урбанистической дискуссии. Разумный подход к управлению городским хозяйством можно охарактеризовать как интеграцию достижений в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в городское планирование и использование их для создания эффективных, пригодных для жизни условий. Этот основанный на ИКТ подход к разработке политики городского развития быстро осваивается во всем мире, хотя наиболее заметным он является в Европе, Австралии и Северной Америке [1]. В России концепция умного города начала широко внедряться с 2018 г. Министерство строительства РФ сформировало список из 20 российских городов, с которых началась реализация федеральной программы «Умный город».

Проект направлен на внедрение высоких технологий в управление городами. Это касается формирования комфортной среды, функционирования отраслей ЖКХ, градостроительства, безопасности, управления транспортными и пешеходными потоками. Городская интеллектуальность становится ключевой темой научных исследований, охватывающих различные области от инженерии до социальных наук.

Несмотря на кажущуюся ясность понятие «умный город» до конца не приобрело точного толкования, а значит, отсутствует единое понимание специфики его устройства, целей формирования, а главное — трактовки его функциональных задач. В связи с разночтением понимания сути «умного города» актуальность приобретает обобщенный анализ мегатрендов устойчивых городов, основанных на приоритетах развития городов разных стран, но имеющих, тем не менее, некоторые общие принципы, указывающие на приобретение городом статуса «умного». В мире накоплен пока еще небольшой опыт организации «умной» городской среды. Она может функционировать локально, охватывая лишь часть городской инфраструктуры, либо представлять практически законченный объект, предлагающий для населения комфорт и качество, безопасность и успешность для бизнеса.

Транспортный сектор города является важной опорой для его развития, имеющей экономический, социальный или политический характер. Это одно из основных направлений повышения конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности городов, а также создания рабочих мест для их жителей. Среди наиболее важных показателей «умного» города следует различать так называемый «умный» транспорт, интеллектуальность которого опирается на использование современных коммуникационных и информационных технологий для решения множества проблем в различных областях городской транспортной инфраструктуры.

Такими средствами по совершенствованию существующей транспортной системы в городах, претендующих на статус «умного» города, следует рассматривать, прежде всего, как изменение отношения к общественному транспорту благодаря внедрению системы BRT или системы скоростных автобусных перевозок [2, 3]. Зарубежный опыт обновления транспортного каркаса города путем внедрения системы BRT позволяет утверждать, что это эффективный метод реорганизации системы общественного транспорта с реальными положительными результатами. В настоящее время система транспортных перевозок успешно функционирует на 6 континентах мира в крупных и крупнейших городах. Системы подобного типа пользуются наибольшей популярностью в Южной и Северной Америке, Израиле. В Европе и Азии также имеются примеры скоростных автобусных линий.

Исторические города, имеющие проблемы транспортных коммуникаций, вызванные исторически сложившейся «тесной» планировочной структурой, не учитывающей темпы и направление роста города оказались в очень ограниченных рамках, препятствующих формированию современной комфортной и безопасной городской среды.

Рассмотрим город Наджаф, который является историческим и одним из самых важных религиозных городов Ирака, с населением 1211248 человек. К наиболее острым проблемам назревшим в транспортной инфраструктуре города следует отнести: узкие улицы, отсутствие тротуаров, большое количество сложных перекрестков или участков с высоким показателем транспортных происшествий, пробки и в связи с этим загрязнение воздуха примагистральных территорий. Не все названные проблемы сложились исторически, имеется недостаточная проработка законодательных актов в сфере организации транспортной системы города [4, 5].

Для решения проблем в транспортной организации города Наджаф требуются современные интеллектуальные средства, направленные на совершенствование передвижения транспорта и пешеходов. Для достижения интеллектуальной, безопасной, эффективной и удобной транспортной системы, которая способна решить транспортные проблемы, может стать предложение о создании скоростного метро на основе современных технологий. Метро свяжет старый центр города (религиозный центр) с жилыми кварталами, а также с важными административными и правительственными объектами в городе, рисунок 1.



Рисунок 1 – Предлагаемая схема метро в городе Наджаф, Ирак.

Чтобы разработка стратегии «умного» транспорта в городе Наджаф была успешной необходимо получение исходных данных посредством сбора информации для создания базы данных для анализа и статистического моделирования с использованием геопространственные системы (ГИС). Результаты такого анализа существующей ситуации позволяют наиболее точно определять оптимальные маршруты для предлагаемой линии метро, а также места для остановок. Создание и внедрение системы метро считается национальным проектом развития города Наджаф в туристическом, социальном, экономическом и экологическом плане.

Кроме того, помимо развития системы подземного транспорта устойчивое развитие транспортной системы, а значит и города в целом, может быть достигнуто реализацией стратегии «умного» транспорта в городе Наджаф, которую авторы предлагают производить поэтапно:

- Сбор данных: это первый шаг в процессе моделирования. Результаты этих данных используются для управления движением, поскольку точные счетчики трафика и характеристики дорожной сети необходимы для построения и калибровки модели имитации трафика, так как эти данные включают характеристики дорожной сети и транспортных потоков.
- Моделирование и симуляция, с помощью которых моделируются данные и подготавливаются диаграммы, показывающие типичное распределение транспорта.
- Определение подходящих улиц и магистралей для пересечения, и неподходящих, с целью поиска и предложений альтернативных путей.

Для успеха реализации «умного» транспорта в городе необходимо обеспечение внедрения современных технологий для диагностики проблем дорожного движения. Большая часть основной транспортной сети в городе оборудована камерами наблюдения, однако этого недостаточно.

Для успешного создания интеллектуальной транспортной структуры города Наджаф необходимо применение большого количества интеллектуальных транспортных приложений, которые способны устранить транспортные проблемы. Ввиду того, что такие интеллектуальные приложения имеют высокую стоимость и должны быть установлены в достаточном количестве для покрытия всей транс-

портной системы города Наджаф, авторы считают необходимым выбор приоритетного использования некоторых приложений, основанный на их важности.

Наивысший приоритет соответствует краткосрочной перспективе, т.е. реализации в течение 1-3 лет, сюда следует отнести решение проблем, связанных с заторами, нехваткой парковок и высоким уровнем загрязнения воздуха. Средний приоритет со сроком реализации 3-8 лет, нацеленный на приложения, решающие насущные проблемы, такие как автоматическое закрытие дорог и предоставление информации о погодных условиях. Наименьший приоритет со сроком реализации более 8 лет направлен на упрощение решения проблем в части автоматического техосмотра, автоматического сбора платы за проезд.

Предлагаемые авторами меры по совершенствованию транспортной системы исторических городов с миллионным населением позволяют привести сложившуюся планировочную структуры с глубокими проблемами к современным требованиям безопасной и комфортной городской среды, используя при этом эффективные градостроительные приемы, «умные» технологии и принципы приоритетности их внедрения, зависящей от степени важности поставленных перед ними задач.

#### **Список использованных источников**

1. Стеценко С.Е., Ихсаан А.Ш., Емельянова О.Е. Умный город в аспекте современных требований к устойчивому развитию городов // Инновационные технологии в строительстве и ЖКХ - основа формирования городской среды: сб. ст. научно-практической конференции, проведенной в рамках студенческого конкурса «Строим новый город». Волгоградский государственный технический университет. Волгоград, 2020. С. 135-137.

2. Антюфеев, А.В., Кирдеев, А.И. Характеристика сложившейся системы транспортных перевозок и пути развития пассажирского потока в крупных городах, на примере г. Волгограда / А.В. Антюфеев, А.И. Кирдеев // Norwegian Journal of development of the International Science. - №17-3/2018. - С.18-23.

3. Стеценко С.Е., Емельянова К.А. Интенсификация роли общественного транспорта в городе Волгограде // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 257-260.

4. Shebaa M J 2010 The reality of land transport in the holy city of Najaf (Journal of Literature Kufa) P 201.

5. Khawaja A A 1985 Demand for parking spaces in the old city of Najaf Urban and Regional Planning Center University of Baghdad.

УДК 711.4

67.25.03: Теоретические и научные основы районной планировки и градостроительства

#### **СОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДАХ**

**Чаплыгина А.А.,**

*Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия, аспирант,  
e-mail: chaplyginaanastasija@yandex.ru*

**Бакаева Н.В.,**

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,  
профессор, г. Москва, Россия  
e-mail: natbak@mail.ru*

Урбанизация является доминирующей тенденцией развития современной цивилизации. За последние столетие по оценкам ООН в среднем по миру доля городского населения выросла до 54 %, а в России – до 76 % [1]. Города в настоящее время представляют собой центры концентрации промышленности, науки, образования, торговли. Жители городов имеют такие преимущества, как: доступ к лучшим товарам и услугам, развитой системе здравоохранения, высокие доходы, лучший уровень и качество жизни [2]. Впрочем, кроме преимуществ и перспектив жизни в городских условиях, наблюдается значительное число потенциальных рисков, которым подвергаются их жители. Отличительными особенностями рисков городских территорий являются как возможные масштабы ущерба для экономики города, так и угрозы жизни и здоровью большого числа жителей.

В научных публикациях по глобальным проблемам упоминается множество видов риска – техногенный, природный, экологический, военный, социально-политический, экономический, демографи-

ческий, этнокультурный и т.д.; число названий растет вместе с проблематикой и вовлечением в нее новых исследователей [3 и др.].

Прежде, чем приступить к анализу социальных факторов риска следует рассмотреть ключевые понятия «риск» и «социальное». Чаще всего термин «риск» в понимании связан с категориями «вероятность», «опасность», «вред»[1]. Таким образом, под факторами риска можно понимать условия, повышающие возможность наступления негативных событий.

Понятие «социальное», несмотря на ключевую роль в градостроительной социологии, является в некоторой степени размытым и зачастую понимается и применяется некорректно. Социальное часто понимается как общественное, излагается через категории взаимодействий, отношений, установок, деятельности, принимая все больше значений. Наиболее точным можно представить значение слова «социальный» как отличительной черты взаимодействия индивидов– членов определенного общества [1]. Социальное обнаруживается на уровне личности, проявляясь в составе приобретенных индивидом в процессе социализации личностных качеств (роли, ценности, нормы, установки и т.д.), на уровне институтов – в принятых решениях, организующих жизнь общества, а на уровне общества в целом –в сотрудничестве и взаимосвязи людей, «создающих» общество. Следовательно, под социальными факторами риска можно понимать все условия, создаваемые совместной деятельностью людей как части общества и повышающие возможность наступления какого-либо негативного события.

Градостроительный Кодекс РФ определяет среду жизнедеятельности города как социальное пространство. Социальная среда как социальное пространство не может сводиться только к социальными отношениям, так как наравне с отношениями «человек-человек», включающими систему общественных отношений, социальных связей на уровне семьи, региона, государства, в городе наблюдаются отношения «человек-город» –все то, что окружает человека в городе и то, с помощью чего он выживает в нем, это все природные, техногенные и социально-экономические условия. Одну из составляющих сферы отношений «человек-город» являет собой городская социальная инфраструктура. Социальная инфраструктура представляет собой совокупность различных отраслей и предприятий, обеспечивающих нормальную жизнь общества. Программы комплексного развития социальной инфраструктуры поселения, согласно Градостроительному кодексу РФ, разрабатываются и утверждаются органами местного самоуправления и должны обеспечивать сбалансированное, перспективное развитие социальной инфраструктуры поселения, городского округа в соответствии с потребностями в строительстве объектов социальной инфраструктуры местного значения.

Социальную среду города можно считать одной из самых интересных областей для исследования, так как она является не только причиной низкого или высокого уровня качества жизни, но и образует своеобразную обратную связь [4]. Социальные риски можно считать индикатором уровня социальной напряженности жизнедеятельности в городах и поселениях.

Поскольку современное общество неделимо связано с экологией города, то можно говорить о существовании в нем социально-экологических проблем. В крупных промышленных городах, где особенно велика степень техногенной нагрузки на природные составляющие ландшафта, наиболее остро проявляются проблемы трансформации всех элементов природной среды и активизации ряда негативных природных процессов.

Большинство исследователей, занимающихся изучением экологии городов, отмечают значительные негативные последствия урбанизации территорий [5,15]. Негативное влияние на экологическую среду неминуемо приводит к ухудшению качества жизни горожан, влияя почти на все стороны их жизнедеятельности. Возникают проблемы взаимоотношения людей с природой, соотношение социального и природного пространств– городские жители удалены от живой природы, а в планировке и застройке городов не всегда соблюдается соотношение социального (городского) пространства с природным пространством. Наблюдаются проблемы жилого фонда –дефицит жилья(количественный аспект), несоответствие структуры жилищного фонда демографической структуре семей(структурный аспект), несоответствие имеющегося жилищного фонда требованиям к потребительским качествам жилья (качественный аспект) [10]. Проблемы экологического сознания и поведения человека – чаще всего наблюдается антропоцентрическое экологическое сознание, которое противопоставляет индивидуума окружающей среде и расценивает ее как объект преобразования в соответствии с личными целями выживания, что в итоге привело к экологическому кризису в мировом масштабе[17].

Серьезное ухудшение экологической обстановки в городах ведет к ряду серьезных социальных проблем:

- рост показателей заболеваемости и смертности;
- ухудшение психического и социального здоровья, что приводит к широкому распространению различных форм девиантного поведения (алкоголизм, наркомания и т.п.), росту правонарушений и т.п.;
- уменьшение продолжительности жизни, а так же периода активной деятельности городских жителей.



Социально-экономическое положение страны в значительной степени определяется не только природно-ресурсными резервами, но и демографическим потенциалом. Основное богатство любой страны – ее население. В последнее время в современной России прослеживаются ярко выраженные негативные тенденции в демографических процессах [5]. Отличительными чертами сложившейся демографической ситуации в современной России являются:

- снижение рождаемости и, как следствие, массовое распространение «малодетной семьи» [6], сокращение и «старение» населения (рисунок 1, а), изменение соотношения между работниками и пенсионерами (рисунок 1, б) [8,9];
- кризис семьи и высокий уровень разводов (по данным Росстата [8], за 2019 год было зарегистрировано почти 917 тысяч браков и 528 тысяч разводов) [6,7];
- зависимость темпов сокращения численности населения от внешней миграции [1].



Рисунок 1 – Население России: численность, динамика

а) динамика движения населения РФ, б) распределение населения РФ по трудоспособному возрасту

Научное сообщество многократно выражало обеспокоенность сложившейся демографической ситуацией. К примеру, член-корреспондент РАН Римащевская Н.М. в 2004 г. в докладе Президиуму РАН отмечала: «К концу 90-х годов, особенно после дефолта 1998 г., стало очевидно, что продолжать формировать рынок в России, не обращая внимания на физическое и психологическое состояние граждан страны, уже невозможно. Чтобы переломить губительные для страны тенденции, необходимо незамедлительно и радикально изменить политику государства, повернуть ее к социальной сфере, руководствуясь идеологией социального государства» [9].

Возникновение кризисных явлений в демографическом развитии нашей страны послужило причиной к разработке и утверждению в 2007 году «Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» [10].

Развитие города и обеспечение комфорта его жителей неразделимо связано с уровнем его социально-экономического развития. Устойчивое функционирование экономики обеспечивает поступление налогов в бюджет города, занятость городского населения и прирост промышленного производства [2].

Благополучие социальной среды города в большой степени зависит от городской экономики, а также обеспеченности жителей работой. ВОЗ на социально-экономические факторы отводит 50 % от общего числа факторов риска здоровью [11].

К серьезным социальным и экономическим проблемам в городах может привести рост безработицы [5]. К негативным последствиям, возникающим вследствие увеличения уровня безработицы, можно отнести:

- сокращение доходов населения;
- увеличение расходов городских бюджетов;
- рост уровня преступности;

- увеличение количества бездомных и нищих в городах;
- снижение профессиональной квалификации безработной части населения [12,13];
- сокращение спроса на товары и услуги[13].

По данным эмпирических исследований очевидно, что городская среда не гарантирует лучшее обеспечение занятости [2], и, как следствие, доступ к суперкомфорту[18]. Наличие работы не может гарантировать отсутствия влияния факторов риска. Эти проблемы наблюдаются во многих крупных городах, однако проведение неправильной экономической политики муниципальными властями может увеличить риски этих явлений.

В составе социальных проблем можно отметить проблему финансово-экономического неравенства – финансово-экономическая система, ориентированная на получение прибыли и сверхприбыли, сосредоточена преимущественно, в финансовых и экономических центрах (крупных городах), что приводит к серьезным диспропорциям между центром и регионами [1]. Наблюдается стратификация населения по уровню доходов [16]. Так, согласно данным Росстата [8], среднедушевой доход в Российской Федерации на 2019 г. составил 47468 руб. (32 089 руб. по Курской области). Однако учитывая уровень социально-экономической дифференциации по доходам, количество населения, имеющее доход ниже среднедушевого составляет 65,1%. Показатель прожиточного минимума возрос с 2017 по 2019 гг. на 280 руб., но возросла и численность населения, имеющая денежный доход ниже прожиточного минимума, а так же дефицит денежного дохода граждан.

Ряд социальных факторов осложняет возможность оценить воздействие трудовой миграции на экономику города. К отрицательным чертам влияния трудовой миграции как социального явления на жизнь городского населения можно отнести:

- снижение уровня заработной платы за счет демпинга на рынке труда;
- рост безработицы за счет появления большого количества низкооплачиваемых работников;
- криминализация отдельных секторов рынка труда;
- рост межэтнической напряженности.

Российской академией архитектуры и строительных наук (РААСН) была предложена новая концепция – биосферной совместимости городов и поселений, развивающих человека. Она ориентирована на формирование городской среды как единого пространства жизнедеятельности человека и природной среды.

С позиции уважения к Земле и отношения к ней как к материнскому организму будут реализовываться преобразования исторически сложившихся типов городских систем, в которых основной упор будет сделан достижение единства и соединение двух противоположностей в деятельности города.

Современными градостроительными задачами являются разработка научно-методологических основ качественного преобразования жизнедеятельности человека на урбанизированных территориях и формирование не только безопасной и комфортной, но и социально-ориентированной городской среды.[5,15,18].

Подводя итог, следует отметить, что происходящие в настоящее время урбанизация и рост городов ставят перед человечеством ряд экологических, экономических, социальных и других проблем. Если раньше первоочередной задачей развития городов было сдерживание их неуправляемого пространственного, хозяйственного и демографического роста, то на современном этапе все более актуальным становится решение экологических и, как следствие, социальных и проблем. Возникает необходимость в создании безопасной социально-ориентированной городской среды, развивающей человека.

#### Список использованных источников

1. Калинникова, М.В. Социальные риски в регионе. Учебное пособие. – Саратов: Изд-во ООО Издательский Центр «Наука», 2016. – 96 с.
2. Елисеев, Д.О. Современные мировые мегаполисы: эволюционный рост и экономическое развитие / Д.О. Елисеев // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. -2016. - №4 (48). – С. 10-15.
3. Риск в обществе и общество риска. - Режим доступа <http://www.info-library.com.ua/books-text-12034.html>
4. Розанова, Л. Ф. Статистический анализ влияния ценностных ориентаций и проблем социального характера на распространенность вредных привычек в молодежной среде / Розанова Л. Ф., Турутина А. Д., Зырянова А. А // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. - 2017.- № 4.- С. 155 – 159.
5. Ильичев, В.А. Принципы создания социально-ориентированной городской среды / В.А. Ильичев, В. И. Колчунов, Н. В. Бакаева, Л. В. Чайковская // Миграционные процессы и градостроительное проектирование: опыт ЕС. Сборник материалов Международной научно-практической конференции

«Устойчивое и инновационное строительство и градостроительное проектирование для интеграции мигрантов в городской среде» (23-24 апреля 2018 г.). – М.: Издательство АСВ, 2018. - С. 91 – 97.

6. Вершинина, И.А. Трансформация рынка труда глобальных городов и ее социальные последствия / И.А. Вершинина, А. В. Маркеева // Теория и практика общественного развития. – 2015. - № 4. – С. 27-32.

7. Осокина, Ю.Ю. Пути решения демографической проблемы в социальном государстве / Ю.Ю. Осокина // Пробелы в российском законодательстве. Юридический журнал. - 2009. – С. 85-87.

8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Официальная статистика. Население / [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL:[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/)

9. Сандомирский И.А. К вопросу о социально-демографических рисках / И.А. Сандомирский // Социально-экономические и демографические аспекты реализации национальных проектов в регионе: сборник статей X Уральского демографического форума (Екатеринбург, 10-11 июня 2019 г.). – Екатеринбург, 2019. – С. 307-309.

10. Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: утв. Указом Президента Рос. Федерации от 9 окт. 2007 г. № 1351 // Консультант плюс / [Электронный ресурс] - Режим доступа - URL: <http://base.consultant.ru/>

11. Закон РФ от 02.07.1992 N 3185-1 (ред. от 03.07.2016) "О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при ее оказании" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017) Статья 4. Добровольность обращения за психиатрической помощью. URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_4205/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_4205/) (дата обращения 10.12.2019).

12. The Origins of the Urban Crisis: Race and Inequality in Postwar Detroit. By Thomas J. Sugrue. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2014. - 369 p. -

13. Руднев, В.Д. Безработица и ее социальные последствия / В.Д. Руднев // Социальная политика и социология. - 2011.- №11 (77). - С. 64-73. -

14. Бакаева, Н.В. Градоустройство как комплексная деятельность по созданию социальноориентированной городской среды [Текст] / Бакаева Н.В., Чайковская Л.В., Кормина А.А. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2019. - № (25). – С. 94-106.

15. Принципы создания социально-ориентированной городской среды // Режим доступа [http://mgsu.ru/migpud/events/MIGPUD\\_Bakaeva\\_RU.pdf](http://mgsu.ru/migpud/events/MIGPUD_Bakaeva_RU.pdf) / Дата обращения: 01.02.2020.

16. Модель доходной стратификации российского общества // Режим доступа <https://isp.hse.ru/data/2019/02/07/1204273586/Book%20Presentation%2006-02-2019.pdf> / Дата обращения: 30.03.2020.

17. Иванова, З.И. Социологические методы для устойчивого развития города [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов магистратуры направлений подготовки 07.04.04 «Градостроительство», 07.04.01 «Архитектура», 08.04.01 «Строительство. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит.ун-т; Иванова З.И. — Электрон. дан. и прогр.— Москва : НИУ МГСУ, 2015

18. Прядко, И.П. Биосферные и социальные процессы в аспекте формирования дизайна городской среды / И.П. Прядко, З.И. Иванова // Промышленное и гражданское строительство. - 2017. - № 10. - С. 12-17.

19. Сайт о странах, городах, статистике населения и пр. Население России: численность, динамика, статистика / [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL:<http://www.statdata.ru/russia>.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МАГНИТОГОРСКА  
В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ДИЗАЙНА****Шенцова О.М.,**

*ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет", кандидат педагогических наук, доцент кафедры подготовки педагогов профессионального обучения и предметных методик, e-mail: shenolga@yandex.ru*

**Федосихин В.С.,**

*ФГБОУ ВО "Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова", доктор технических наук, Член РААСН, профессор кафедры архитектуры и изобразительных искусств, e-mail: FedosVS@yandex.ru*

**Воронин М.А.,**

*ФГБОУ ВО "Казанский архитектурно-строительный университет", студент института строительства  
e-mail: matvey.voron@mail.ru*

Сегодня в мире и в стране устойчивое развитие городов и регионов рассматривается как ключевой фактор развития современной экономики. Россия особенно нуждается в построении социально-экономической модели, базирующейся на использовании творческого потенциала каждого человека в любом городе страны — от мегаполиса до моногорода, заинтересованного в создании комфортных как для проживания и отдыха условий, с одной стороны, и ведения трудовой деятельности, с другой стороны. В малых городах и моногородах по причине постоянных рыночных реформ, проблемы устойчивого развития еще больше, так как за последние годы уровень жизни населения моногородов достаточно ощутимо снизился, по сравнению с уровнем жизни населения городов-миллионников. На территории Уральского федерального округа (далее УрФО) статус моногорода имеют 37 городов: в Свердловской области - 17 моногородов, в Челябинской области - 16 моногородов, в Курганской области - 4 моногорода [1]. И наиболее важно проблема устойчивого развития городов встает перед промышленными городами, где в едином целом функционируют производственные и городские объекты. Город Магнитогорск (Челябинская обл.) с численностью населения 413253 жителей имеет одно градообразующее предприятие ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», среднесписочная численность персонала на 2019 г. составила 17 663 человек, что составляет 4,3 % от численности населения.

Промышленные города находятся под влиянием целого ряда факторов: внешних (глобализация мировой экономики; обострение экологических проблем; трансформация экономической системы, изменение институциональной среды) и внутренних (окружающая человека природно-социальная среда, структура хозяйства региона (города), возрастающие антропогенные нагрузки на территориальную систему, размещение промышленного производства со своей территорией и др. [9]).

Основными принципами устойчивого развития являются *экономическая стабильность, социальное благополучие и экологическая безопасность*. Поэтому очень важно сохранение баланса этих принципов устойчивого развития для повышения качества жизни нынешнего и будущего поколений.

В настоящее время Министерством регионального развития Российской Федерации разработан проект «Концепции совершенствования региональной политики в Российской Федерации», в которой базовой целью региональной политики является «обеспечение сбалансированного социально-экономического развития субъектов Российской Федерации и муниципальных образований».

Для реализации данного проекта становится необходимым разработка региональных программ по устойчивому развитию городов и Магнитогорск не стал исключением. В 2018 году была разработана программа стратегического развития города Магнитогорска до 2035 года, главная цель которой – повышение качества жизни населения на основе активного развития (преобразования). Основным показателем благополучия жизни населения города эксперты считают естественный прирост населения. Как видим из таблицы 1 в Магнитогорске естественная убыль населения пока растет (таблица 1).

Реализация цели программы стратегического развития Магнитогорска предполагает работу по пяти направлениям:

1. Развитие человеческого капитала и социальной сферы;
2. Экономическое развитие;
3. Развитие научно-инновационной сферы;

4. Рациональное природопользование и обеспечение экологической безопасности;

5. Пространственное развитие.

Рассмотрим реализацию этих направлений со стороны строительства, архитектуры, благоустройства города.

Таблица 1

Население города Магнитогорска

Наименование показателей	Ед. измерения	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
<b>Демография</b>	чел					
родилось	чел	5957	5847	4861	4652	4111
умерло	чел	5723	5731	5498	5496	5386
<b>естественный прирост (убыль)</b>	чел	<b>234</b>	<b>116</b>	<b>-637</b>	<b>-844</b>	<b>-1275</b>
прибыло	чел	8296	8516	7776	6866	9439
выбыло	чел	8006	7954	8859	9276	8178
Миграционный прирост (убыль)	чел	290	562	-1083	-2410	1261
Уменьшение или увеличение численности населения	чел	524	678	-1720	-3254	-14
<b>Численность постоянного населения (на конец года)</b>	чел	<b>416,563</b>	<b>418,241</b>	<b>416,521</b>	<b>413,267</b>	<b>413,253</b>

**1. Развитие человеческого капитала и социальной сферы** реализуется следующими проектам:

– *развитие сети общественного транспорта и автомобильных дорог, позиционирование Магнитогорска как логистического центра в системе междугородних и международных транспортных потоков.* Согласно существующей на сегодняшний день "Программе комплексного развития транспортной инфраструктуры города Магнитогорска на 2017-2025 годы", утвержденной решением Магнитогорским городским собранием депутатов № 64 от 25 апреля 2017 г. ежегодно происходит строительство, реконструкция и ремонт улично-дорожной сети, транспортных развязок, мостов, организация остановочных пунктов города, модернизация парка городского пассажирского транспорта. В 2019 году начата реализация проекта масштабной реконструкции аэропорта, рассчитанного на пять лет. В 2021 году запланирована реконструкция привокзальной площади городского железнодорожного вокзала.

– *реновация и реконструкция старых жилых домов, кварталов.* В 2017 году вступил в силу ФЗ № 141, который устанавливает этапы осуществления реновации в Москве. С учетом положительного опыта реализации комплекса мероприятий в столице, в Государственную думу был подан законопроект о расширении действия программы на остальные регионы России, например в Магнитогорске, в котором разработан комплекс мероприятий по оптимизации и обновлению жилищного фонда. Пока реконструкция жилого фонда проводится точно (сносятся отдельные дома в рамках кварталов), например дом на пересечении ул. Московская - пр. Ленина и дома в районе пересечения ул. Ленинградская- ул. Советская. Начата реконструкция жилого фонда исторического памятника архитектуры квартала 1а, который включен во многие учебники по архитектуре и представляет огромную ценность для мировой культуры и истории, как памятник социалистической архитектуры.

– *формирование уникальности архитектурной среды Магнитогорска путем создания символических сооружений и памятников.* Магнитогорская коллекция памятников и скульптур за последние три года пополнилась еще несколькими произведениями. Как на одной из церемоний открытия сказал мэр города Сергей Бердников "Магнитогорск - город сильных людей, чьи благородный труд, профессиональное мастерство заслуживают признания..." [3]. Первым символом слияния города и комбината, науки и производства, истории и прогресса стал памятник "Броневое бюро" (авт. Сырейщиков В.). Продолжили серию памятников: памятник Студентам возле МГТУ им. Г.И. Носова (авт. Плахов Г.П.), памятник Милиционеру (авт. Плахов Г.П.), памятник Учителю (авт. Полегаев С.), скульптурная композиция "Дворник" (авт. Металлург демидовских времен (авт. Плахов Г.П.), скульптура Земскому доктору (авт. Плахов Г.П.). В 2020 г. в сквере Победы на Левом берегу города открыли памятник "Военное детство"(авт. Баскаков М.В.) - как символ детского труда в военные годы по выплавке стали на



ММК и другие. 17 июля 2020 г. в Магнитогорске в сквере Славы Магнитки был заложен памятный камень с текстом Указа президента РФ под будущую стелу в честь присвоенного городу статуса "Город трудовой доблести".

– *создание рекреационных зон, парков, скверов.* В Магнитогорске с 2017 года разработана и действует программа "Формирование комфортной городской среды", в рамках которой до неузнаваемости преобразились более 151 внутриквартальных территории. Разработаны и реализованы проекты по благоустройству, реконструкции и созданию общественных пространств города Магнитогорска: "Университетский" возле МГТУ им. Г.И. Носова, центрального парка "Тыл фронту", сквера им. Б. Ручьева, пешеходной аллеи вдоль пр. К.Маркса от ул. Труда до ул. Завенягина, Экологического парка (самого масштабного по объему и затратам) [11, с. 234]. В ближайшее время запланирована реализация еще нескольких крупных проектов: дизайн архитектурной среды парка "Южный", организация прибрежной зоны парка у Вечного огня, благоустройство территории сквера Трёх поколений, реставрация сквера имени П.И. Чайковского (левый берег), реконструкция и развитие сквера Ветеранов Магнитки. Следует отметить, что в разработке проектов в рамках договора о сотрудничестве с администрацией города и по заказу ректората и мэрии активно участвуют студенты и преподаватели Института строительства, архитектуры и искусства ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова" [10];

– *развитие туризма.* Так как Магнитогорск - это памятник архитектуры как отражение советской эпохи, и с каждым годом увеличивается число желающих посетить город в качестве туристов, вопросам развития внутреннего туризма администрация города стала уделять больше внимания. Разработаны туристические маршруты, ведется восстановление парков и скверов, возвращение исторического облика улицам города. Взято направление на развитие промышленного туризма на базе стратегии ПАО «ММК»: спроектированы экскурсионные маршруты по цехам, организован музей техники под открытым небом, созданы Туристский центр ММК и туристический объект на базе демонстрационной площадки в технопарке НПО "Андроидная техника".

– *развитие инфраструктуры в сфере медицины, культуры, спорта и образования.* В Магнитогорске за последние 5 лет построены и реконструированы: инфекционного корпуса МУЗ «Городская больница №1 им. Г.И. Дробышева» с возможностью проведения совершенных противоэпидемических мероприятий; две общеобразовательные школы на 825 и 1000 человек в южном районе города со спортивными площадками (футбольное поле, бассейн, физкультурно-оздоровительный центр); драматический театр им. Пушкина и другие сооружения. В благоустройство рекреационных зон обязательное включение спортивных зон (велодорожки, площадки со спортивным инвентарем). На стадии проектирования находится Физкультурно-оздоровительный комплекс с плавательным бассейном ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова"

**2. Экономическое развитие.** Одним из важных экономических показателей развития города является обеспечение детей-сирот и молодых семей жильем. Строительство и обеспечение жильем детей-сирот было выделено из средств областного и федерального бюджетов: 2018 г. - 98,2 млн.руб. (120 однокомнатных квартир), 2019 г. - 97,1 млн.руб. (95 однокомнатных квартир) 97,5 млн.руб. На приобретение жилья молодым семьям выделено: 2018 г. - 16,7 млн.руб. (22 семьи), 2019 г. - 23,8 млн.руб. (31 семья). На 2020 год заключено соглашение с МинСтроем Челябинской области о предоставлении в текущем году социальных выплат 30 молодым семьям, на реализацию мероприятия выделено 22,6 млн.руб. бюджетных средств [5]. Немаловажную роль в экономическом благополучии города является создание и развитие приоритетных производств (отраслевых и региональных). В свете этого вопроса в Магнитогорске построены и введены в эксплуатацию Аглофабрика №5 и завод по производству диоксида циркония "Циркон", которые дополнительно обеспечили население рабочими местами и доходами, участвуют в формировании местного бюджета города.

**3. Развитие научно-инновационной сферы.** В целях развития кадрового потенциала в сфере науки, образования, технологий и инноваций в 2020 году организована и начала действовать "Проектная школа" на базе ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова"; в 2020 году начато строительство многофункционального парка "Притяжения", который включает в себя современный научный центр. Идет строительство робототехнического кластера. Технопарк займет площадь в 11 тыс. кв. м. Сейчас в процессе строительства три испытательных полигона. Производственные линии уже частично запущены.

**4. Рациональное природопользование и обеспечение экологической безопасности.** Основными подходами этого направления, на наш взгляд, являются:

– *экологическая политика улучшения экологической обстановки в городе.* Государственная программа Челябинской области "Охрана окружающей среды Челябинской области" на 2018 - 2025 годы, утвержденная постановлением правительства Челябинской области от 02.11.2017 № 573-П О, включает комплекс мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, одним из которых являются такие мероприятия как: строительство объектов обращения с отходами, включая проектно-изыскательские работы, мероприятия в области энергосбережения и повышения энергоэффективно-

сти. В Магнитогорске с целью реализации первого мероприятия в 2020 году начато строительство нового полигона ТБО. Будет возведено пять новых объектов: межмуниципальный полигон мощностью не менее 175 тысяч тонн в год, мусоросортировочный комплекс мощностью не менее 200 тысяч тонн в год и три мусороперегрузочные станции. в Верхнеуральском, Агаповском и Кизильском районах. В рамках реализации второго мероприятия в южной части города на территории 32 га идет строительство энергоэффективного эко-поселения "Солнечная долина" с использованием альтернативных источников энергии и экологичных строительных материалов и технологий.

– *регулирование деятельности предприятий с точки зрения экологии.* Политика градообразующего мероприятия – Магнитогорского металлургического комбината (ММК) заключается в решении экологических проблем на больших застроенных площадях, и совершенствовании технологии производства, а с ней и архитектуры производственных зданий и сооружений. ММК создаёт и сохраняет экологическое равновесие с жителями города, постоянно стремясь оберегать чистоту атмосферного воздуха [9, с. 145]. С 2018 года по сегодняшний день в Магнитогорске был построен ряд объектов, ввод в эксплуатацию которых дал определенный экологический эффект. Это новая сероулавливающая и газоочистные установки, система аспирации литейных дворов и подбункерных помещений доменных печей №1,9, 10. Все это позволило сократить валовые выбросы на 7200 тонн в год. Введена в строй новая аглофабрика №5, один из крупнейших объектов программы, которая позволит вывести из эксплуатации устаревшую аглофабрику №4 и сократить валовые выбросы на 5600 тонн в год. [1].

– *озеленение городских пространств.* В рамках реализации муниципальной программы «Развитие дорожного хозяйства и благоустройства города Магнитогорска» на улично-дорожной сети и на внутриквартальных территориях Магнитогорска было высажено 335 деревьев и более 9000 штук кустарника. При благоустройстве городской среды, строительстве и реконструкции инженерных объектов в рамках контрактов МКУ «МИС» высажено 163 дерева и около 11 000 штук кустарников, организовано более 47 000 квадратных метров газона. 480 деревьев было высажено на территории социальных объектов. Проведено озеленение разделительной дамбы ПАО «ММК». От Южного перехода до Казачьей переправы высажено более 950 саженцев ивы «шаровидной». Более 230 саженцев березы было высажено на прилегающей территории к новой аглофабрике. Комсомольскую площадь в районе заводоуправления украсили 13 пятиметровых елей. В 2020 году на территории города силами подрядных организаций при поддержке ПАО «ММК» планируется высадить 1920 саженцев зеленых насаждений. В летне-осенний период также в планах произвести озеленение новой ветки трамвайных путей по улице Зеленый Лог [2].

**5. Пространственное развитие.** В 2000 году институтом Урбанистики был разработан Генеральный план, с расчетным сроком 2025г. и утвержден постановлением Магнитогорского городского Собрания депутатов от 25.06.2008 №95 и который является основным документом территориального планирования. Основной задачей территориального планирования является предложение по функциональному зонированию территории города, т.е. выделение зон, для которых четко фиксируются границы, определяется функциональное назначение и далее разрабатываются Правила землепользования и застройки города Магнитогорска. Согласно схеме функционального зонирования территория Магнитогорска включает в себя 7 функциональных зон и планируемое размещение объектов местного значения (рис. 1).

Так например, в рамках освоения пустующих городских территорий в 2020 году начата реализация уникального проекта – многофункционального мегапарка "Притяжение", который будет включать в себя музейно-образовательный комплекс, научный центр, спортивную и прогулочную зоны, зону семейного отдыха с парком аттракционов. Парк будет занимать территорию площадью четыре квадратных километра, в 30 раз превышающей площадь известного парка "Зарядье" в Москве [4]. Приоритетным направлением в развитии города остается индивидуальное жилое строительство. За последние годы в правобережной части города возведены и продолжают застройку ряд современных поселков с индивидуальной и малоэтажной застройкой: "Соты", "Нежный", "Западный", "Молодежный", "Раздолье", "Светлый", "Звездный", "Счастливый", "Княжево", "Малиновый".

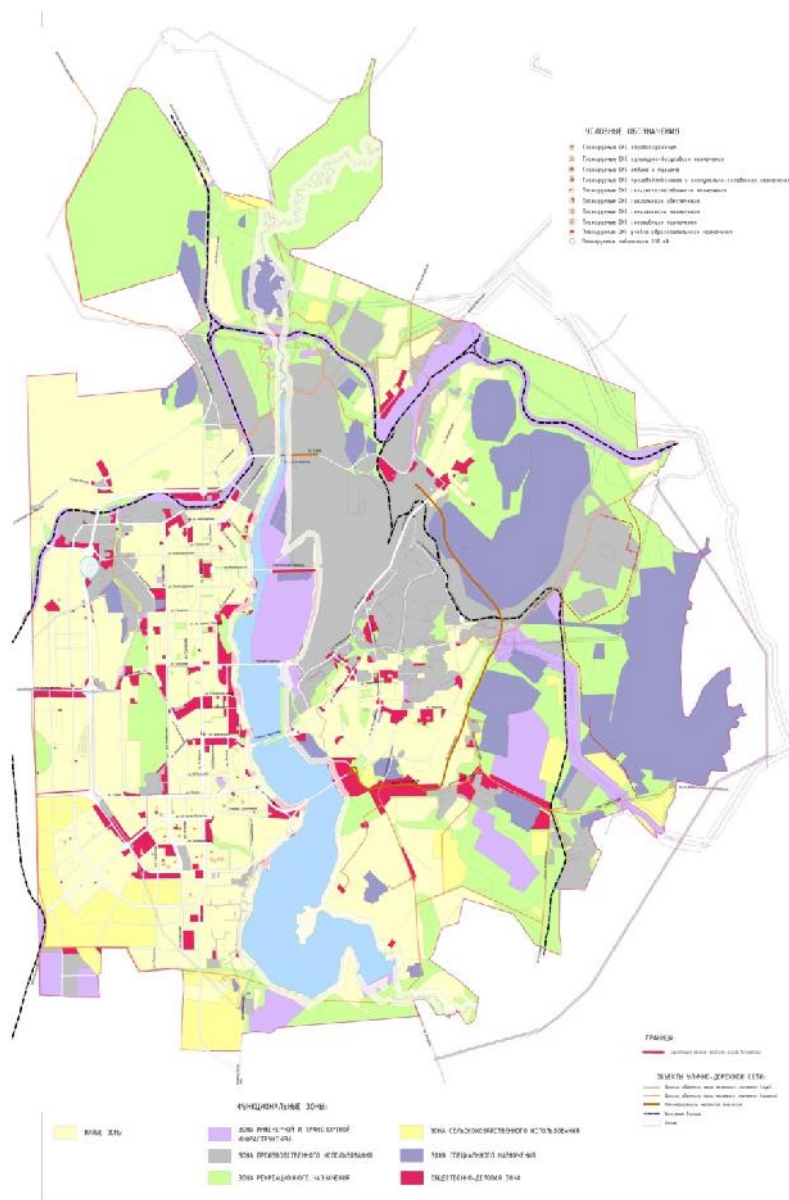


Рисунок 1– Карта функционального зонирования территории г. Магнитогорска и планируемого размещения объектов местного значения.

Источник: Решение Магнитогорского городского собрания депутатов № 6 от 25.02.2020 .

Реализация стратегии развития Магнитогорска рассчитана на:

- краткосрочный период (2019 – 2021 годы): реализация мероприятий по благоустройству городской территории, существенное улучшение экологической ситуации.
- среднесрочный период (2019 — 2026 годы): обеспечение экономического роста, улучшение демографической ситуации, повышение качества и комфорта жизни населения города Магнитогорска. Развитие малого и среднего предпринимательства, поддержание благоприятного предпринимательского климата и условий для ведения бизнеса, увеличение занятости населения, создание новых высокопроизводительных рабочих мест развитие туристского кластера.
- долгосрочный период (2019 — 2035 годы): улучшение экологии, переход на новый тип экономического развития – экономики знаний: высокая производительность труда, производство продукции и услуг с высокой добавленной стоимостью, развитие цифровых технологий, инновационный бизнес вокруг МГТУ, развитие сферы услуг, включая туристский кластер [6].

Реализация стратегической программы устойчивого развития Магнитогорска предполагает установление взаимосвязей между всеми подсистемами города (населением, социальными и производственными инфраструктурами, природой, хозяйственной и культурной сферами), а также проведения комплексных мероприятий по совершенствованию этих подсистем. Обеспечение же устойчивого раз-

вития связано с взаимодействием различных областей деятельности, в том числе с архитектурой, строительством и дизайном. Если цель устойчивого развития города – повышение качества жизни населения, то архитектура, строительство и дизайн – это средства повышения жизни населения. Поэтому немаловажным моментом в устойчивом развитии города и региона является эффективность реализации архитектурно-дизайнерских и строительных проектов, направленных на это развитие.

#### Список использованных источников

1. За чистый воздух! Экологическая обстановка Магнитки стала темой очередного заседания общественной палаты [Электронный ресурс]//Магнитогорский рабочий URL: <https://www.mr-info.ru/23786-za-chistyj-vozduhjekologicheskaja-obstanovka-magnitki-stala-temoj-ocherednogo-zasedanija-obshchestvennoj-palaty.html> (дата обращения 16.09.2020)
2. Озеленение города [Электронный ресурс]//Магнитогорск. Администрация города URL: <https://www.magnitogorsk.ru/news/ozelenenie-goroda> (дата обращения 17.09.2020)
3. От Демидова к будущим поколениям [Электронный ресурс]//Магнитогорский металл URL: <http://magmetall.ru/contribution/23034.htm> (дата обращения 17.09.2020)
4. "Притяжение" миллиардов. Зачем в Магнитогорске планируют построить мега-парк?[Электронный ресурс] URL: <https://rg.ru/2019/12/26/reg-urfo/v-magnitogorske-postroi-at-gigantskij-futuristicheskij-park.html> (дата обращения 16.09.2020)
5. Социально-экономическое развитие 2019. О том, с какими социально-экономическими показателями город закончил 2019 год, рассказала на аппаратном совещании заместитель главы города по экономике и финансам Александра Макарова [Электронный ресурс]//Магнитогорское городское собрание депутатов V созыв (2015-2020) URL: <http://www.magnitka.org/node/8665> (дата обращения 16.09.2020)
6. Стратегия-2035 Магнитогорска: на что власти делают ставку в развитии города [ ]//Магнитогорский рабочий URL:<https://www.mr-info.ru/21838-strategija-2035-magnitogorska-na-chto-vlasti-delajut-stavku-v-razvitii-goroda.html> ( обращения 14.09.2020)
7. Федосихин В.С., Шенцова О.М. Проблема экологического строительства в промышленных моногородах России (на примере города Магнитогорска Уральского федерального округа) // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / [отв. ред. И. Н. Пугачев]. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – Вып. 17. – 690 с. – (Научные чтения памяти профессора М. П. Даниловского). С. 375-379
8. Федосихин В.С. Магнитогорская градообразующая экологическая агломерация //Строительство: наука и образование, 2019. Т.9. Вып. 4(34). С. 1-25.
9. Федосихин В.С., Шенцова О.М. Концепция и методика оценки устойчивого развития города и градообразующего предприятия: экономика, экология, социология (на примере Магнитогорска и магнитогорского металлургического комбината)// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2020. №2(30). С. 142-150.
10. Шенцова О.М. Практическая реализация архитектурно-художественных проектов студентов в предметно-пространственной среде вуза как метод повышения уровня внутренней мотивации профессиональной творческой самореализации // Педагогический журнал Башкортостана . 2020. № 1 (86). С. 105-117.
11. Шенцова О.М., Булычева С.В. Профессионализм педагога-практика как неотъемлемый ресурс в подготовке специалистов творческой направленности // Проблемы современного педагогического образования. 2019. Вып. 64. Ч.2. С. 232-236

**СОЗДАНИЕ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ****Хома А., магистр***аспирант, Вроцлавский экономический университет, Республика Польша  
alicja.choma@ue.wroc.pl***Ковальчик Д., магистр***аспирант, Вроцлавский экономический университет, Республика Польша  
damian.kowalczyk@ue.wroc.pl***Селицкая Э., магистр***аспирант, Вроцлавский экономический университет, Республика Польша  
emilia.sielicka@ue.wroc.pl**Введение*

В эпоху глобализации безраздельно господствует парадигма экономического роста потребительской и индустриальной цивилизации. Благодаря этому человек достиг невероятных успехов в развитии цивилизации - но ценой разрушения среды, в которой он живет. Проблема чрезмерной эксплуатации природных ресурсов, загрязнения и деградация окружающей среды, или углубляющиеся различия между богатыми и бедными, точнее, между странами третьего мира и высокоразвитыми странами давно широко известны [Clock 2007]. Попытка восстановить определенный баланс в нашем мире заключалась в создании концепции устойчивого развития, цель которой - найти компромисс между цивилизацией и технологическим развитием. Устойчивое развитие можно определить как экономически оправданное, социально желаемое и экологически приемлемое экономическое развитие. Концепция устойчивого развития - это долгосрочный процесс, сочетающий в себе три равнозначных элемента: экономическое развитие, социальное развитие и защиту окружающей среды. Каждый из этих трех элементов устойчивого развития должен взаимодействовать друг с другом, потому что чистая окружающая среда очень важна, но когда это достигается за счет увеличения безработицы или создания другого, нового типа социального конфликта, это не будет соответствовать концепции устойчивого развития [Rąkowski 2006]. Максимизация прибыли, которая является основным мотивом деятельности предприятия, является необходимым условием для принятия экономических и социальных действий, в том числе в рамках концепции устойчивого развития [Szadziewska 2010]. Цель статьи - представить обстоятельства концепции устойчивого развития.

*Создание концепции устойчивого развития*

Доклад Генерального секретаря ООН Ситу У Тана об охране окружающей среды как одной из фундаментальных проблем современного мира был опубликован в 1969 году и положил начало созданию концепции устойчивого развития на международном уровне. Затем, три года спустя, 113 стран приняли участие в международной конференции ООН по охране окружающей среды в Штوكгольме. Результатом этой конференции стало принятие Декларации Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей человека среде, в результате которой была проведена работа по определению концепции «устойчивого развития» в экономическом, правовом, социальном и, конечно, экологическом контексте. Эта декларация определяет концепцию устойчивого развития как право удовлетворять потребности развития нынешнего поколения, не ограничивая права будущих поколений удовлетворять свои потребности в области развития. Это определение также указывает на то, что цивилизация и экономическое развитие нынешнего поколения не должны происходить за счет потребления не возобновляемых ресурсов и ухудшения состояния окружающей среды на благо будущих поколений, у которых также будут возможности для своего развития. Заслуживает конференции под лозунгом: «У нас только одна земля», прежде всего, была интернационализация защиты окружающей среды, а также признание того, что это глобальная проблема, которую можно решить только при участии всего международного сообщества. Однако с политической точки зрения проблема бедности в мире еще не была увязана с проблемой защиты окружающей среды, которая, согласно мировому общественному мнению и практическим последствиям и последствиям конференции, была воспринята как неудачная. Самым заметным эффектом этой конференции стало учреждение Программы ООН по окружающей среде, то есть специального органа ООН, созданного для развития международного сотрудничества в области защиты окружающей среды и определения направлений политики ООН в этой области. За кон-



ференцией последовали национальные и региональные экологические программы, разработанные странами-участниками. Эти инструменты предприняли работу над новыми правовыми нормами, новыми технологиями и экологически безопасными решениями. Благодаря их деятельности в последние несколько лет произошло улучшение качества окружающей среды и прогресс во внедрении новых экологически чистых технологий. Введенный общий принцип «загрязнитель платит» мобилизовал международные производственные корпорации и исследовательские центры на поиск новых экологически безопасных решений [McCormick 1989].

Официальная концепция устойчивого развития была одобрена на второй конференции ООН, организованной под лозунгом «Окружающая среда и развитие» в 1992 году в Рио-де-Жанейро. Во время второго Саммита Земли были приняты два документа. Первым из них была Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию, общая философия устойчивого развития, и Повестка дня 21, документ, в котором излагаются принципы и практические пути реализации положений саммита. Содержание обоих документов охарактеризовано позже в работе. Однако основной целью создания обоих документов было достижение трех основных целей устойчивого развития:

1. Экологическая цель: ограничение деградации окружающей среды и устранение существующих и потенциальных угроз для нее.

2. Экономическая цель: удовлетворение основных материальных потребностей человека с использованием последних достижений техники и технологий без ущерба для окружающей среды.

3. Человеческая и социальная цель: удовлетворение основных человеческих потребностей (физиологических - таких как искоренение голода, бедности; обеспечение чувства безопасности, защиты здоровья или развития культуры и образования).

Цели, перечисленные в обоих документах, легли в основу формулировки основных целей устойчивого развития, описанных ниже. Эти цели дополняют традиционные цели развития.

К экономическим целям относятся:

1. Достижение экономической стабильности субъектов, являющихся частью экономики, основанной на устойчивом развитии;

2. Достижение рентабельности предприятий;

3. Справедливые, открытые, единые правила управления крупнейшими экономическими субъектами мира (например: крупные корпорации, глобальные компании и др.);

4. управление рисками;

5. Борьба с коррупцией и добросовестной конкуренцией.

К экологическим целям относятся:

1. Охрана окружающей среды;

2. Предотвращение загрязнения;

3. Утилизация и переработка отходов;

4. Снижение выбросов CO<sub>2</sub>;

5. Устойчивая логистика;

6. Контроль химикатов;

7. Управление ресурсами / сырьем.

В свою очередь, в гуманитарных и социальных целях мы можем классифицировать:

1. Политическая стабилизация государства;

2. Социальная солидарность и сотрудничество между предприятиями и местными сообществами;

3. Уважение прав человека и равенства;

4. Соблюдение трудового законодательства и справедливое трудоустройство;

5. Охрана труда и техника безопасности;

6. Создание соответствующей корпоративной культуры [Плочек 2012].

Наиболее важными вопросами Рио-де-Жанейрской декларации были:

1. Установление нового, равноправного глобального партнерства путем создания новых форм сотрудничества между государствами, национальностями и социальными группами;

2. Сборник из 27 принципов устойчивого развития, наиболее важные из которых касались главным образом:

- права государств на использование своих природных ресурсов,
- обеспечение того, чтобы деятельность одной из стран, принявших декларацию, не имела негативного воздействия на окружающую среду другой страны или на территории за пределами юрисдикции государства,
- совмещение процессов развития в государстве с охраной окружающей среды,
- борьба с моделью потребления и производством, нарушающим устойчивое развитие,
- продвижение соответствующей демографической политики,

- применение эффективного закона об охране окружающей среды и его исполнение, включая уголовную ответственность за неблагоприятные последствия загрязнения окружающей среды,
- предотвращение трансгенного заражения,
- реализация принципа, согласно которому загрязнитель платит за ухудшение состояния окружающей среды,
- внедрение оценок воздействия на окружающую среду, которые помогут органам власти на соответствующем уровне принимать правильные решения,
- права граждан на участие в охране окружающей среды, включая доступ к информации о его состоянии.

Повестка дня на XXI век включала следующие положения:

1. Сборник рекомендаций для правительств и международных организаций по интеграции глобальной политики с решениями, которые они принимают;
2. Глобальная программа мероприятий по охране окружающей среды, принятая к реализации на 1993-2000 годы. В документе, состоящем из 40 глав, рассматриваются следующие вопросы:
  - социальные и экономические аспекты защиты окружающей среды,
  - управление природными ресурсами,
  - возможность реализации положений и принципов устойчивого развития. [Буковски 2005].

Оба документа, принятые на II Конференции ООН в Рио-де-Жанейро, не имеют обязательной юридической силы. Несмотря на это, они задают правильные направления деятельности в области реализации принципов устойчивого развития, как на международном, национальном и местном уровне. Еще одним результатом второго «Саммита Земли» стали институциональные и программные изменения, которые международные организации, участвующие в конференции, решили осуществить, а также создание нового органа от имени Организации Объединенных Наций - Комиссии по устойчивому развитию (КУР), нацеленного на координацию и контроль деятельности, связанной с выполнением положений, содержащихся в Повестке дня на XXI век и подготовка отчета по этому вопросу к концу 1996 года.

В 1997 году на специальной сессии Генассамблеи ООН «Рио + 5» были представлены результаты решений, принятых в Рио. Большинство государств-членов обнаружили, что не соблюдают Повестку дня на XXI век. Несмотря на это, дальнейшие усилия в пользу идеологии устойчивого развития не были оставлены. В последующие годы были организованы циклические мероприятия для решения проблемы устойчивого развития. К таким мероприятиям относятся:

1. Специальная Генеральная ассамблея Организации Объединенных Наций тысячелетия в Нью-Йорке в 2000 году, посвященная безопасности в мире, правам человека, особым потребностям Африки и укреплению институтов Организации Объединенных Наций;

2. Всемирная встреча на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 году, в ходе которой были приняты два новых документа: План выполнения и Декларация устойчивого развития.

3. Всемирный саммит Организации Объединенных Наций по изменению климата, 2009 г., Копенгаген, в ходе которого было разработано глобальное соглашение о сокращении выбросов парниковых газов. Во время саммита не удалось достичь договоренности для всех стран-участниц, поэтому был созван еще один саммит, на этот раз в Германии.

Организована 4-я Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио +20» в Рио-де-Жанейро в 2012 году, через 20 лет после памятной 2-й конференции ООН. Во время его проведения были обновлены положения, сформулированные во время второго «Саммита Земли», началась глобальная дискуссия о построении «зеленой экономики» и о совершенствовании международной системы координации в области устойчивого развития.

Все вышеперечисленные события свидетельствуют о разработке и постепенной реализации концепции устойчивого развития [Szadziowska 2010], которая в дальнейшем систематически развивается.

### *Итоги*

Катастрофические представления экологов с середины двадцатого века о катастрофических последствиях загрязнения окружающей среды и роста населения шли рука об руку с продолжающимися дебатами об экономическом развитии. В течение этого периода в развитых странах наблюдалась повторяющаяся рецессия и систематический рост инфляции после фазы экономического роста, вызванной дальнейшим развитием индустриальной эпохи. Большинство аналитиков рассматривали это как временный кризис, оправдывая это экономическими циклами. Другие наблюдатели отметили, что это предупреждение против дальнейшего стремления западных обществ к экономическому росту «любой ценой», то есть без учета его последствий для окружающей среды и других регионов нашей планеты, что в конечном итоге может привести к снижению

благополучия и благополучия людей. Широкая и очень живая дискуссия о препятствиях на пути экономического и социально-политического развития коснулась и глобальных проблем, таких как: в уровне развития между странами третьего мира и высокоразвитыми странами, нарушая баланс в естественной среде и появлении новых угроз для стран третьего мира в результате дисбаланса. Результатом этих международных дискуссий стало инициирование международных встреч на уровне Организации Объединенных Наций, в ходе которых были разработаны концепции изменений, предполагающие оптимальные решения для достижения баланса всей наземной экосистемы. Эта концепция была определена как устойчивое развитие, которое в сочетании с зарождением оцифровки породило новую эру развития не только человечества, но и уважения к нему и воссоздание окружающей среды, в которой мы живем [Mishan 1969].

#### Список использованных источников

1. [Bukowski 2005] Bukowski Z., Международное право и охрана окружающей среды, 2005, Издательство Dom Organizatora, Торунь
2. [McCormick 1989] McCormick J.S. ; Глобальное экологическое движение: восстановление рая; 1989, Белхэвен, Лондон
3. [Мишань 1969] Мишань Э. ; Издержки экономического роста. Хармондсворт: Пингвин; 1996 г.
4. [Szadziewska 2010] Szadziewska Arleta, Проявления реализации концепции устойчивого развития в деятельности предприятий, 2010, Факультет менеджмента, Гданьский университет, Гданьск.
5. [Pawłowski 2006] Павловский Артур, Многомерный характер устойчивого развития, Проблемы экологического развития. vol.1. 1, вып. 1, 2006, Люблинский технологический университет, Люблин
6. [Płaczek 2012] Płaczek E., Устойчивое развитие - новый вызов для современных логистических операторов, 2012, Научные труды Варшавского технологического университета, выпуск 84, Варшава 7. [Часы 2007] Дж. С. Час, Фундаментальные проблемы устойчивого развития, 2007, Университет банковского дела и финансов в Бельско-Бяла, Бельско-Бяла.

**СЕКЦИЯ 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ,  
ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

УДК 699.86

67.13.51: Работы по ремонту, восстановлению и реконструкции зданий и сооружений

**К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ  
В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аленичева Е.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: aev-gsiad@mail.ru*

**Кожухина О.Н.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: olga1463@yandex.ru*

**Зеленин Г.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: zgv68rus@mail.ru*

В современных условиях на фоне нарастания объемов морального и физического износа устаревшего жилищного фонда страны, актуальным направлением в решении жилищной проблемы является реконструкция жилых зданий первых массовых серий [1-6]. Снос и реконструкция «хрущевок» является сложной задачей, как по причине ее масштабности, так и в связи с технической сложностью ее решения [7-14].

Опыт реконструкции существующего жилого фонда с применением новых технологий свидетельствует о возможности получения дополнительного комфортабельного жилья с меньшими финансовыми затратами, чем это потребовало бы новое строительство [15-24]. Следовательно, этап оценки экономической эффективности реконструкции жилых зданий является одним из определяющих при проектировании проекта реконструкции жилого дома. В этой связи и была предпринята попытка проведения анализа возможных вариантов реконструкции жилых зданий для условий Тамбовской области с позиций оптимизации ее стоимости.

Анализ существующих методов технико-экономической оценки эффективности реконструкции жилых зданий свидетельствует, что оценку эффективности реконструкции многоквартирных жилых домов существующего фонда обычно выполняют исходя из двух аспектов: определения относительной (сравнительной) эффективности реконструкции в сравнении с новым строительством и экономической эффективности инвестированного капитала для конкретного строительного проекта. С этой целью применяются методы определения народно-хозяйственной и финансовой эффективности. Система показателей народно-хозяйственной эффективности позволяет производить комплексную оценку экономической эффективности с учетом социальных последствий и затрат, связанных с социальными мероприятиями. Система показателей строится на определении относительной технико-экономической эффективности реконструкции жилого здания и отражает соотношение всего комплекса затрат, связанных с проведением реконструкции и результатов, которые достигаются в результате выполнения строительно-монтажных и ремонтных работ.

Поиск оптимальных в стоимостном отношении решений в области реконструкции зданий жилого назначения предполагает учет современного опыта проведения подобных мероприятий. При решении этой проблемы можно выделить два основных подхода: «хирургический» и «терапевтический».

«Терапевтический» подход предполагает прежде всего перестройку зданий (изменение этажности, возведение «встроек», пристройку лоджий и лифтов и пр.). «Хирургический» подход подразумевает снос зданий и возведение на освободившейся территории новых зданий. Такой метод реновации может быть оправдан лишь в случае ветхости зданий или крайней дороговизны земельных участков, что актуально в основном для столичного региона. Интересен опыт проведения реконструкции жилых зданий в Германии в свете концепции повышения комфортности и престижности проживания жильцов.

В целом, анализ существующего опыта в области реконструкции жилых зданий указывает, что:

- строительство типовых жилых зданий массовых серий проводилось более чем в 20 европейских странах;
- ни в одной стране мира не осуществлялся снос типовых жилых зданий индустриального домостроения;
- в странах Западной Европы накоплен большой опыт по разрешению организационно-технологических проблем реконструкции зданий первых массовых серий;
- в зарубежных странах проводится активная работа с жителями зданий, подлежащих реконструкции, создаются штабы по коллективному обсуждению гражданами проблем реконструкции собственного жилья;
- опыт проведения реконструкции свидетельствует, что источниками финансирования работ по реконструкции жилых зданий могут выступать как государственный бюджет и средства инвесторов, так и средства жильцов реконструируемых зданий.

В качестве объекта исследования для оценки стоимости реконструкции жилых зданий в условиях Тамбовской области были приняты типовые здания серии 1-447С-38, широко распространенные в застройке г. Тамбова. Исследование проводилось на примере 4-этажного двухсекционного кирпичного жилого дома серии 1-447С-38, расположенного в городе Тамбове по улице Мичуринская, 86. Существующее объемно-планировочное решение жилого здания лишь частично соответствует современным требованиям и нуждается в перепланировке в процессе реконструкции [25].

Техническое состояние здания можно охарактеризовать как удовлетворительное. Здание имеет большой временной ресурс по эксплуатации основных несущих конструкций и пригодно к дальнейшей эксплуатации после проведения реконструкции. В соответствии с проектом на реконструкцию здания предусматривались различные варианты изменения существующего объемно-планировочного решения:

- осуществление пристройки к существующему зданию;
- надстройка объема здания до пяти-шести этажей;
- проведение перепланировки квартир с учетом изменения объема здания.

В качестве вариантов реконструкции жилого здания, построенного по типовому проекту серии 1-447С-38, рассматривалась возможность надстройки одного-двух этажей, а также возведение пристройки различной этажности. Таким образом, были рассмотрены восемь вариантов реконструкции исходного здания. Варианты предусматривали как устройство надстройки высотой 1-2 этажа, так и возведение пристройки различной этажности с учетом всех возможных случаев. Рассматривались и комбинированные варианты, предусматривающие как надстройку основной части, так и возможность пристройки различной этажности.

Экономическое обоснование оптимального варианта реконструкции здания было выполнено на основании расчета сметной стоимости работ. При проведении расчетов по экономическому обоснованию стоимости реконструкции применялся программный комплекс АРОС-Лидер, версия 4.5.12 (17.04.17). Расчеты выполнялись согласно методике определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81-35.2004 г. с применением базисно-индексного метода определения сметной стоимости. Расчетами учитывались условия проведения реконструкции в г. Тамбове. Сметная документация составлена в ФСНБ-2001, в редакции 2017г.

При технико-экономической оценке вариантов реконструкции использованы данные локальных смет, сметная стоимость которых определена на основании сборников территориальных единичных расценок на 2001г. и сборников территориальных сметных цен на материалы, изделия и конструкции, сборников расценок на монтаж оборудования, утвержденных приказом Минстроя России от 28.02.2017 № 361/пр.

Нормативы накладных расходов приняты по методическим указаниям МДС 81-33.2004, нормативы на прибыль приняты на основании методических указаний МДС 81-25.2001г. В соответствии с МДС 81-35.2004 применены коэффициенты: пп.4.7 (при отсутствии необходимых единичных расценок в сборниках единичных расценок на ремонтно-строительные работы)  $K_{зп}=1,15$ ;  $K_{эм}=1,25$ ;  $K_{зпм}=1,25$ ;  $K_{зтр}=1,15$ ;  $K_{зтм}=1,25$ . Общая сметная стоимость строительства в текущих ценах определена по состоянию на II квартал 2020 г. согласно «Методическим указаниям по определению стоимости строительной продукции на территории РФ» (МДС 81-35.2004)  $k=10,68$ .

На основании результатов расчета сметной стоимости реконструкции вариантов проведен анализ затрат по видам работ по каждому варианту реконструкции. В целом, анализируя распределение затрат по видам работ для различных вариантов реконструкции, следует отметить, что большую часть затрат (в среднем 20-25%) приходится на работы по утеплению фасада здания [15 – 24, 26, 27]. Из этого следует необходимость обязательного анализа конструктивного решения фасадных систем с точки зрения оптимизации их стоимости. Другим возможным источником экономии средств является при-



менение оптимальных в ценовом отношении материальных ресурсов при выполнении работ по замене оконных и дверных проемов, кровельных и отделочных работах.

Для оценки экономической эффективности рассмотренных вариантов реконструкции жилого здания выполнен анализ их технико-экономических показателей. В качестве основных технико-экономических показателей рассматривались:

- строительный объем здания, м<sup>3</sup>;
- общая площадь здания, м<sup>2</sup>;
- приращение общей площади в результате реконструкции, м<sup>2</sup>;
- сметная стоимость реконструкции в текущих ценах, тыс.р.;
- сметная стоимость реконструкции в базовых ценах, тыс.р.;
- стоимость материалов в текущих ценах, тыс.р.;
- стоимость материалов в базовых ценах, тыс.р.;
- трудоемкость, чел-ч;
- стоимость реконструкции 1 м<sup>3</sup> строительного объема здания, тыс.р.;
- стоимость реконструкции 1 м<sup>2</sup> общей площади, тыс.р.;
- стоимость материалов, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> общей площади, тыс.р.;
- трудоемкость реконструкции 1 м<sup>2</sup> общей площади, чел-час;
- стоимость 1 м<sup>2</sup> приращенной общей площади, тыс.р.

При поиске оптимальных способов реконструкции зданий учитывались не только стоимостные показатели, но и трудоемкость выполнения работ, отнесенная к общей площади здания. При этом предполагалось, что чем ниже удельные затраты труда, тем в большей степени данный вариант относится к группе оптимальных.

Была сделана попытка проанализировать варианты и с точки зрения приращения общей площади здания в результате реконструкции. Данный показатель является значимым с учетом избранной концепции реконструкции: необходимость максимального уплотнения застройки в условиях повышенного спроса на жилье или создание комфортной среды проживания (опыт Восточной Германии). С учетом того, что в отечественной практике реконструкции преобладает первый подход, высокий показатель приращения общей площади здания в случае приемлемых стоимостных показателей реконструкции, является признаком оптимальности варианта.

Сводная информация по стоимостным показателям вариантов реконструкции приведена на рисунке 1.

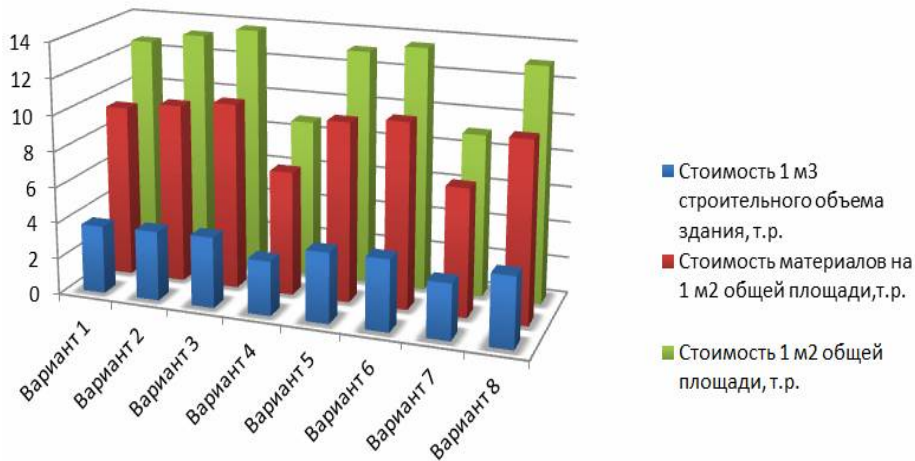


Рисунок 1 - Сводная информация по стоимостным показателям вариантов реконструкции

Анализируя диаграмму, видно, что наиболее оптимальными могут быть признаны варианты, которые предусматривают осуществление надстройки одного или двух этажей над реконструируемым зданием (четвертый и седьмой варианты).

Причиной того, что варианты с надстройкой одного-двух этажей являются наиболее оптимальными, является тот факт, что в состав затрат не входят затраты на подготовительные, земляные работы, устройство фундаментов, подведение инженерных коммуникаций.

Данный вывод подтверждается анализом трудозатрат, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> общей площади по вариантам (рисунок 2).

Однако, для вынесения окончательного суждения необходим анализ такого показателя, как приращение общей площади в результате реконструкции и ее стоимость, отнесенная на 1 м<sup>2</sup> (рисунок 3 и 4).

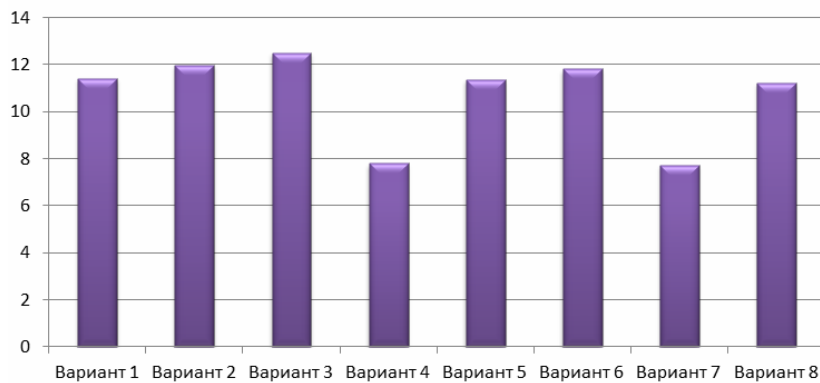


Рисунок 2 - Трудоёмкость реконструкции 1 м<sup>2</sup> общей площади по вариантам

Значимость данного показателя определяет цели реконструкции. Если требуется максимально уплотнить застройку, необходимо получить в результате реконструкции значительное приращение общей площади. Так как в отечественной практике осуществления реконструкции, наряду с необходимостью устранения физического и морального износа реконструируемого здания, преследуется именно эта цель, данный показатель имеет большое значение.

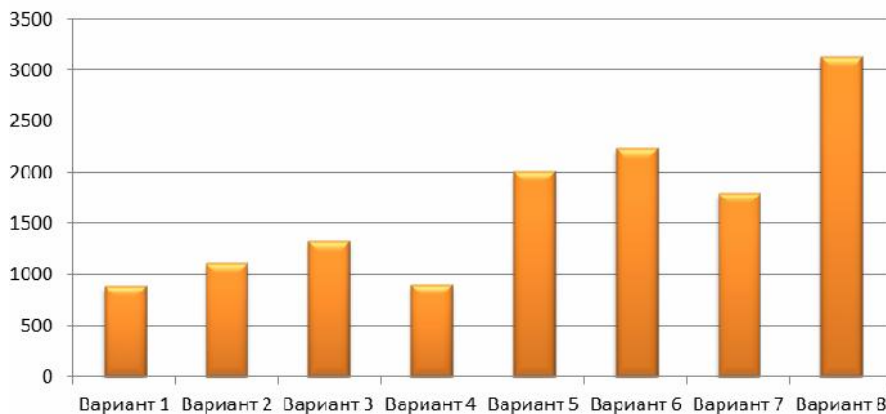


Рисунок 3 - Приращение общей площади в результате реконструкции по вариантам

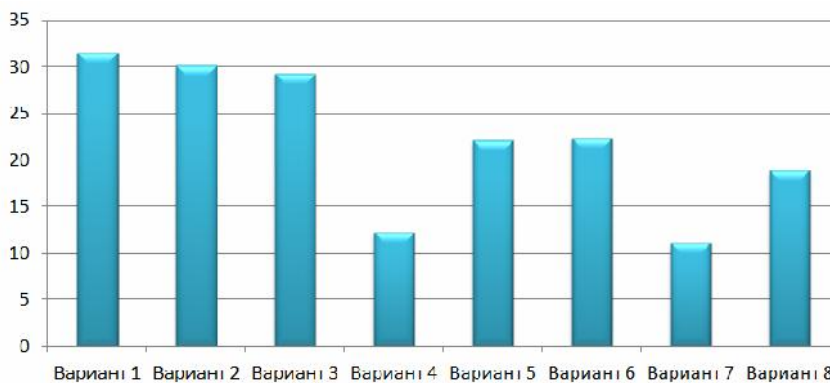


Рисунок 4 - Стоимость 1 м<sup>2</sup> приращенной общей площади в результате реконструкции по вариантам

Анализ величины приращения общей площади в результате реконструкции приводит к ожидаемому результату – максимальное значение приращения общей площади у восьмого варианта, предусматривающего наряду с надстройкой двух этажей возведение шестиэтажной пристройки. Также неплохие показатели у пятого и шестого вариантов, в которых наряду с одноэтажной надстройкой предполагаются соответственно пяти и шестиэтажные пристройки.

Самые низкие показатели стоимости 1 м<sup>2</sup> приращенной общей площади имеют четвертый и седьмой варианты, что объясняется вышеизложенными причинами (соответственно 12,173 и 11,103 тыс.р.). Однако на третьем месте по величине стоимости 1 м<sup>2</sup> приращенной общей площади находится восьмой вариант, предусматривающий максимальное приращение общей площади в результате реконструкции. Хороший показатель стоимости 1 м<sup>2</sup> приращенной общей площади выявлен у пятого варианта, предусматривающего надстройку одного этажа и пятиэтажную пристройку.

Таким образом, оптимальными по стоимостным показателям являются варианты, предусматривающие одно-двухэтажную надстройку существующего здания. В случае необходимости проведения уплотняющей реконструкции застройки, эффективны комбинированные варианты, предусматривающие наряду с одно-двухэтажной надстройкой здания возведение пятиэтажной или шестиэтажной пристройки.

#### Список использованных источников

1. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В., Монастырев П.В. Интеграция объектов культурного наследия в городскую среду исторического центра города // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2018. № 4 (70). С. 162-174.
2. Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Выбор варианта проектного предложения по реставрации объекта культурного наследия на основе многокритериального сравнительного анализа // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году. Научные труды РААСН. Том 1. - 2019. - С. 49-62.
3. Монастырев П.В., Монастырева М.В. Изменение архитектурного облика зданий в современных условиях // Жилищное строительство. - 2001. - №7. – С.13-15.
4. Pakhomova, E.G., Jezersky, V.A., Monastirev, P.V., Kuznetsova, N.V. The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 789(1),012048.
5. Pavel V. Monastirev, Elena S. Mishchenko, Natalia V. Kuznetsova, Anastasia I. Bezgina. Manor Complexes as Points of Routes of the Architectural and Cognitive Tourism of the Tambov Region // Proceedings of the Scientific Symposium Building Peace through Heritage - World Forum to Change through Dialogue. Florence, 13-15 March 2020, P.333-336.
6. P Monastirev, E Mischenko and N Kuznetsova. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032045 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032045>
7. Аленичева Е.В., Леденев В.И., Монастырев П.В. О современных организационно-технологических проблемах реконструкции в условиях городской застройки // Архитектура и время. - 2010. - №1. – С.2-4.
8. Монастырев П.В., Клычников Р.Ю., Кожухина О.Н. Проблемы термомодернизации зданий жилищного фонда Тамбовской области. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. - № 11(25). – С.161-165.
9. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.-160 с.
10. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборников С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуво Аро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
11. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.– 208 с.
12. Монастырев П.В. Жилищный фонд и энергосбережение // Жилищное строительство. - 2000. - №5. – С.14-15
13. Петрянина Л.Н., Дерина М.А., Монастырев П.В. Реконструкция городской среды: новая и сложившаяся застройка // Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 4 (29). - С. 83-86.
14. Буренин В.С., Езерский В.А., Монастырев П.В. Исследование современных тенденций проектирования жилых зданий в России и за рубежом // Архитектура и время. – 2017. - № 5. С.2-6.

15. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Оптимизация параметров тепловой защиты здания по экономическому критерию // Промышленное и гражданское строительство. - 2010. - №3. – С.13-16.
16. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Методика определения предельного срока службы здания, обеспечивающего безубыточность его термомодернизации / Academia. Архитектура и строительство. – 2010. - № 3. – М. НИИСФ РААСН – С.357-362.
17. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений // Жилищное строительство. - 2010. - №8. – С.9-12.
18. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
19. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Учет сроков службы теплозащитных мероприятий при оптимизации параметров термомодернизации зданий // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2013. – Выпуск 12. – С.138-149.
20. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Имитационная модель оптимизации параметров термомодернизации жилых зданий в масштабе города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013 – Выпуск 31(50). Часть 2. Строительные науки. – С.475-484.
21. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Оптимизация термомодернизации крупнопанельного жилого здания с учетом сроков службы теплозащитных мероприятий // Строительные материалы. - 2013. - №7. – С.25-27.
22. Клычников Р.Ю., Монастырев П.В., Езерский В.А. Эффективность термомодернизации жилых зданий при кратковременных экономических кризисах // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2015. – Выпуск 14. – С.116-130.
23. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Последовательность термомодернизации жилых зданий и ее влияние на экономическую эффективность // Жилищное строительство. - 2015. - №6. – С.27-31.
24. Dubrakova K.O., Monastyrev P.V., Klychnikov R.Y., Yezerskiy V.A. Optimization of thermal modernization of a group of buildings using simulation modeling // Journal of Applied Engineering Science, Volume 17, Issue 2, 2019, Pages 192-197.
25. Гиясова И.В. Об экономической целесообразности реконструкции и модернизации жилых домов/И.В. Гиясова, О.Н. Кожухина // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета/ФГБОУВПО "Тамбовский государственный технический университет".– Тамбов: Изд-во Першина Р.В.,2016. - С.213-216.
26. Клычников Р.Ю. Влияние конструктивных решений ограждающих конструкций жилых зданий на экономическую эффективность термомодернизации градостроительного образования /Р.Ю. Клычников, П.В. Монастырев, В.А. Езерский // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). –С.143-153.
27. Физико-технические основы повышения защитных качеств ограждений при капитальном ремонте: методические указания /сост.: В.И. Леденев, И.В. Матвеева, А.М. Макаров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 40 с.

## ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ПРИЛОЖЕНИИ НАГРУЗОК

**Антонов В.М.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»,  
e-mail: antonov280562@mail.ru*

**Аль-Накди И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспиранта кафедры  
«Конструкции зданий и сооружений»,  
e-mail: iabdulmonem@gmail.com*

Представлены результаты штамповых испытаний, проведенных в лаборатории «Механики грунтов» ТГТУ. Рассмотрены случаи приложения циклической нагрузки на армированное и неармированное песчаное основание. Изменялась глубина расположения армирующего элемента и степень нагрузки, на которой проводилось циклирование. Показано, что за счет армирования происходит снижение значений, как суммарных деформаций, так и деформаций за время цикла.

**Ключевые слова:** ступенчато возрастающая нагрузка, циклическая нагрузка, осадка, штамп, армирование грунта.

В современных условиях фундаменты зданий и сооружений, а также их основания, помимо существующих статических нагрузок, подвергаются также воздействию повторяющихся циклических нагрузок, которые могут повлиять на безопасность и эксплуатационную пригодность конструкций зданий и сооружений. Особенно актуальной становится эта проблема на территориях, сложенных слабыми грунтами из-за их невысокой несущей способности. Одним из путей повышения несущей способности является армирование грунтового массива вертикальными и горизонтальными элементами.

Как показывает опыт, потеря несущей способности и прочности грунтового основания под действием циклических нагрузок происходит вследствие накопления сдвигов в отдельных объемах грунта под действием нормальных и касательных напряжений [1]. Для того, чтобы перераспределить напряжения на дополнительный объем грунта, повысить жесткость основания, а в некоторых случаях и изменить собственную частоту колебаний, можно использовать армирование [2-9].

В лаборатории «Механики грунтов» ТГТУ более 30 лет проводятся испытания армированных оснований. Рассматривались различные способы силового воздействия на основание, различные схемы и материалы армирования, использовалось как связное, так и несвязное основание [10,11].

В этой статье предложены результаты лабораторных экспериментов по оценке влияния армирования на скорость развития деформаций и несущую способность основания при действии на модель фундамента циклических нагрузок.

Испытания проводились в металлическом лотке с жесткими боковыми стенками размерами 70 см x 55 см x 55 см. Грунт – песок мелкодисперсный, однородный. Основание из песка формировалось послойным уплотнением с помощью металлической трамбовки до заданной плотности. Толщина каждого слоя составляла 5 см, на нужную глубину при необходимости укладывали армирующую сетку. В ходе испытаний определяли осадку ( $s$ ) во всем диапазоне нагрузок индикаторами часового типа ИЧ-10, укрепленными на реперной раме. В качестве модели фундамента использовался жесткий металлический штамп диаметром 120 мм. Нагрузка на штамп передавалась с помощью системы рычагов с передаточным числом 1:10. Ступени нагружения принимали равными 0,1 от разрушающей нагрузки, найденной предварительно для неармированного основания. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации осадок (20 мин). Нагружение проводили либо до разрушения, при котором осадки росли без увеличения нагрузки, либо до получения условной предельной осадки фундамента  $[S]_{\text{у}}$ .

На основание передавалась циклическая нагрузка, значение которой оставалось постоянным и составляло 0,5 от предварительно найденной разрушающей. Степень нагрузки, с которой начиналось циклирование ( $F$ ) составляла 0,3; 0,6; 0,7 от разрушающей ( $F_{\text{у}}$ ). По достижению этого значения проводился цикл. Каждый цикл состоял из процесса пятикратного нагружения и разгружения кратковременной статической нагрузкой. Цикл нагрузка – разгрузка проводился в течение 10 секунд, затем, после стабилизации деформаций, проводилось последующее ступенчатое нагружение до разрушения. На рис.1,2 показаны результаты экспериментов на неармированном основании, а на рис. 3-5 результаты опытов, проведенных на армированном песчаном основании при той же плотности 1,53 г/см<sup>3</sup>.



При подготовке основания под подошву штампа на глубине  $0,2 D$ ;  $0,3 D$ ;  $0,4 D$  ( $D$ - диаметр штампа) укладывали армирующий элемент в виде металлической сетки размером  $145 \times 125$  мм из арматурной проволоки диаметром 4 мм, размещенной с шагом 35 мм.

Из рисунков (рис.2-5) видно, что при разгрузке происходит некоторое восстановление осадки (на величину упругой составляющей), но это значение не достигает начального. Осадка в стадии многократного нагружения, получила название кумулятивной циклической осадки.

За период цикла при относительной глубине расположения армирующего элемента  $h_s = 0,2 D$  осадка увеличилась при начальном значении нагрузки, с которой начинался цикл  $F = 0,3 F_u$  на 3,63 мм (конечное значение, при окончании опыта 14,635 мм); при  $F = 0,6 F_u$  на 4,155 мм (конечное значение – 15,155 мм); при  $F = 0,7 F_u$  на 6,6 мм (конечное значение – 17,6 мм).

За период цикла при относительной глубине расположения армирующего элемента  $h_s = 0,3 D$  осадка увеличилась при начальном значении нагрузки с которой начинался цикл  $F = 0,3 F_u$  на 5,71 мм (конечное значение, при окончании опыта 16,71 мм); при  $F = 0,6 F_u$  на 6,7 мм (конечное значение – 17,7 мм); при  $F = 0,7 F_u$  на 8,25 мм (конечное значение – 19,25 мм).

За период цикла при относительной глубине расположения армирующего элемента  $h_s = 0,4 D$  осадка увеличилась при  $F = 0,3 F_u$  на 5,79 мм (конечное значение, при окончании опыта 16,79 мм); при  $F = 0,6 F_u$  на 6,82 мм (конечное значение – 17,82 мм); при  $F = 0,7 F_u$  на 8,26 мм (конечное значение – 19,26 мм).

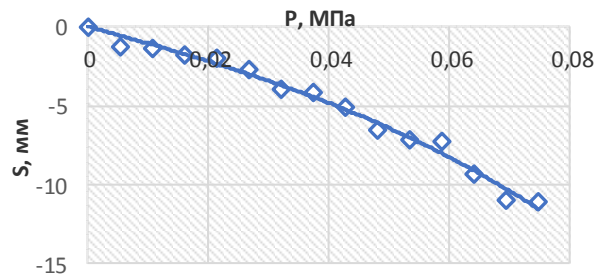


Рисунок 1 - Зависимость осадки штампа от давления при статическом приложении нагрузки для неармированного основания

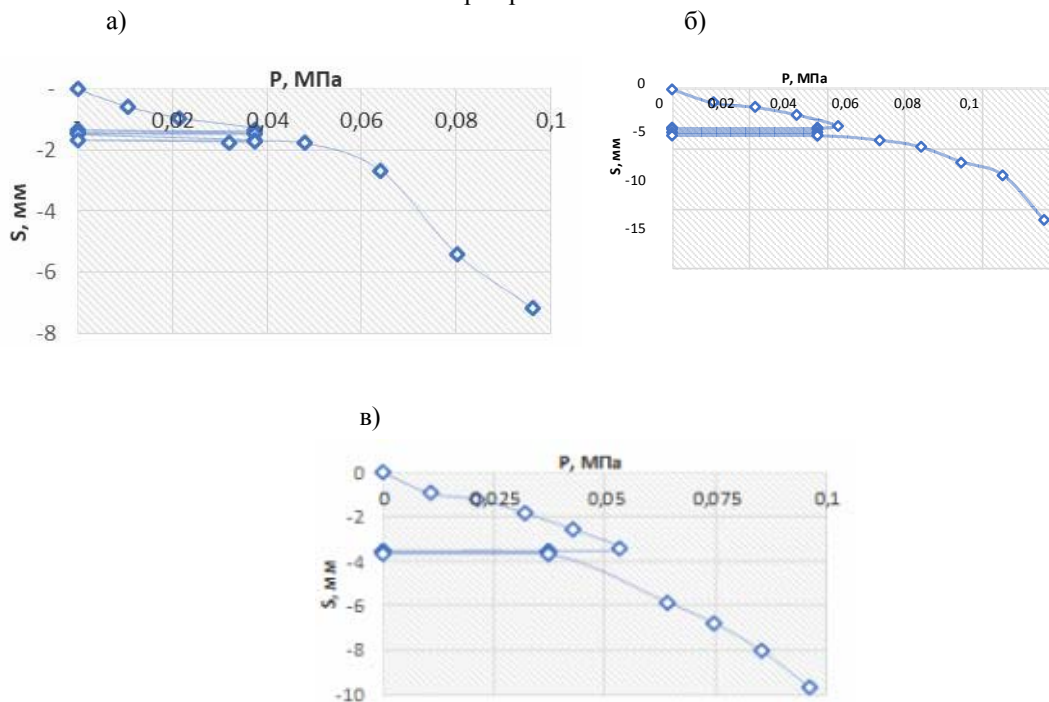


Рисунок 2 - Зависимость осадки штампа от давления при циклическом приложении нагрузки на неармированное основание. Начальная ступень нагрузки, с которой начинался цикл: а –  $0,3 F_u$ ; б –  $0,6 F_u$ ; в –  $0,7 F_u$ .

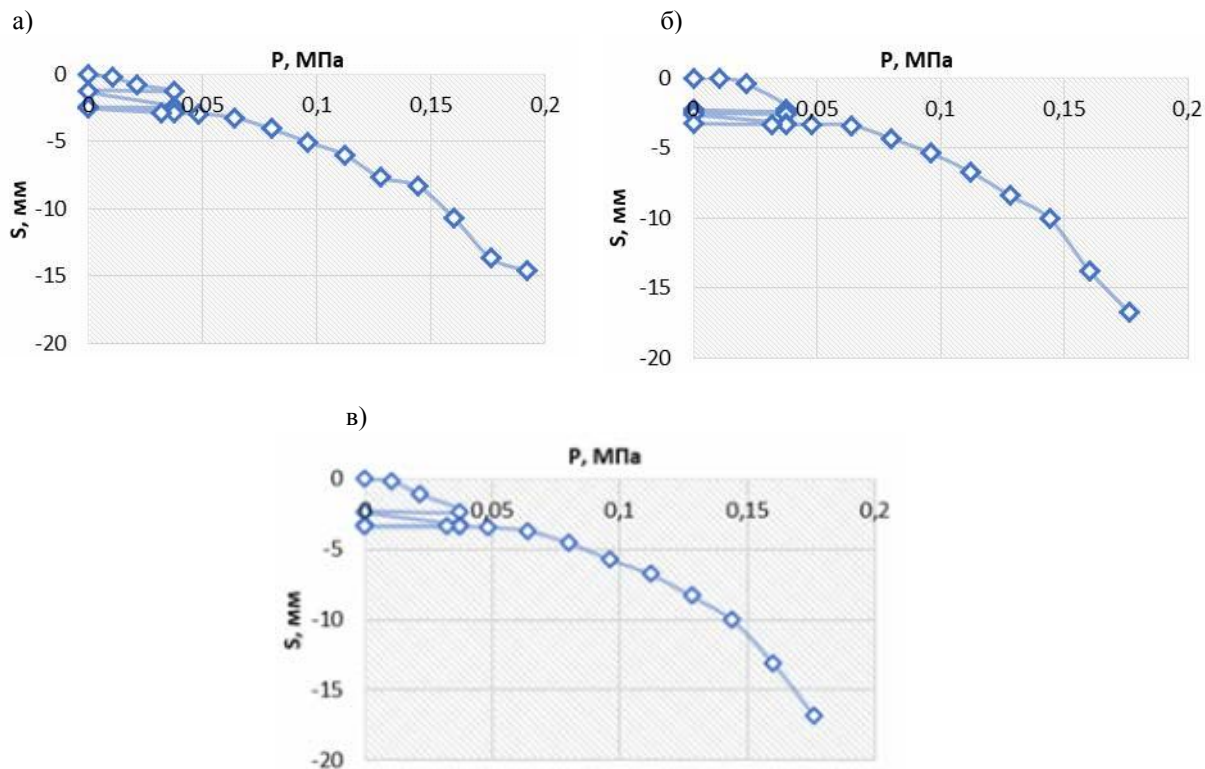


Рисунок 3 - Зависимость осадки штампа от давления при расположении армирующего элемента на глубине: а -  $h_s = 0,2D$ , б -  $h_s = 0,3D$ , в -  $h_s = 0,4D$ . Начальная ступень нагрузки, с которой начинался цикл  $F = 0,3 F_u$ .

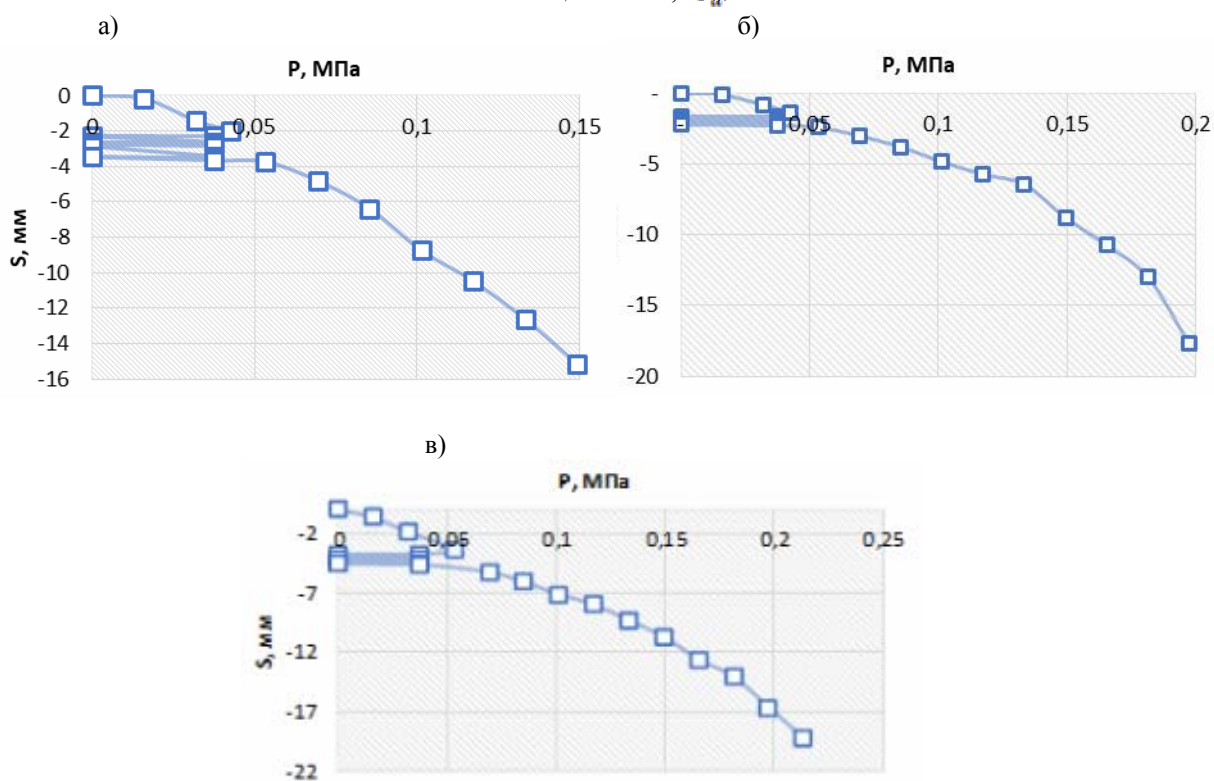


Рисунок 4 - Зависимость осадки штампа от давления при расположении армирующего элемента на глубине: а -  $h_s = 0,2D$ , б -  $h_s = 0,3D$ , в -  $h_s = 0,4D$ . Начальная ступень нагрузки, с которой начинался цикл  $F = 0,6 F_u$ .

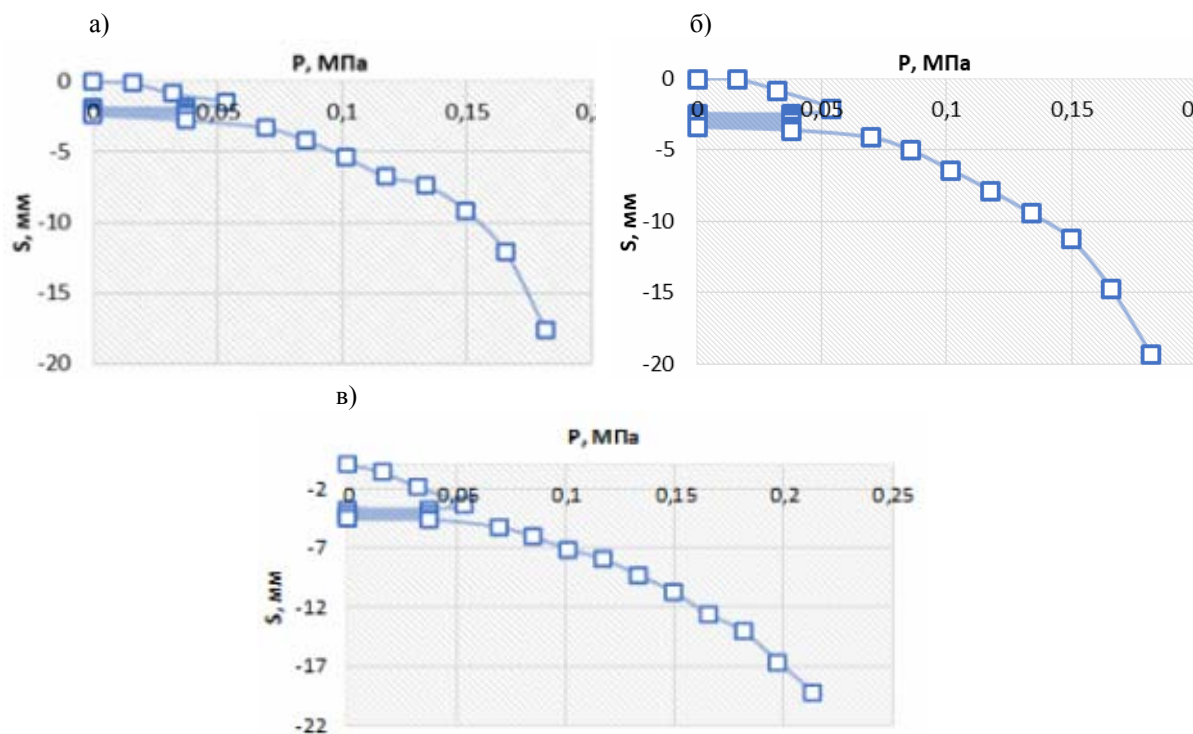


Рисунок 5 - Зависимость осадки штампа от давления при расположении армирующего элемента на глубине: а –  $h_s = 0,2D$ , б –  $h_s = 0,3D$ , в –  $h_s = 0,4D$ . Начальная ступень нагрузки, с которой начинался цикл  $F = 0,7 F_u$ .

Введение арматуры в основание позволило снизить значения осадок. Для сравнения в табл.1 приведены значения деформаций для неармированного и армированного основания при фиксированном значении давления под подошвой штампа.

Таблица 1

Значений осадок для армированного и неармированного основания при давлении  $P = 0,08$  МПа.

	Неармированное	$h_s = 0,2 D$	$h_s = 0,3 D$	$h_s = 0,4 D$
$F = 0,3 F_u$	5,3 мм	4,06 мм	4,3 мм	4,5 мм
$F = 0,6 F_u$	7,1 мм	6,3 мм	3,8 мм	5,4 мм
$F = 0,7 F_u$	8 мм	4,1 мм	5 мм	6,1 мм

При армировании наблюдается значительное повышение несущей способности основания – от 2 до 2,8 раз (при расположении арматуры на глубине  $0,2D$  в 2 – 2,57 раза; при расположении на глубине  $0,3D$  – в 2,3-2,6 раза и при расположении на глубине  $0,4D$  в 2,3- 2,8 раза). В таблице 2 приведены значения предельной нагрузки для армированного и неармированного основания.

Таблица 2

Значения давления, соответствующего разрушающей нагрузке для армированного и неармированного основания.

	Неармированное	$h_s = 0,2 D$	$h_s = 0,3 D$	$h_s = 0,4 D$
$F = 0,3 F_u$	0,096 МПа	0,192 МПа	0,176 МПа	0,176 МПа
$F = 0,6 F_u$	0,096 МПа	0,149 МПа	0,197 МПа	0,197 МПа
$F = 0,7 F_u$	0,096 МПа	0,181 МПа	0,181 МПа	0,213 МПа

На рис. 6 представлено развитие осадки штампа за время приложения цикла при разном значении ступени нагрузки, с которой начиналось приложение цикла и различным заглублении армирующего элемента. Показано, что осадка за время цикла увеличивается в зависимости от начальной нагрузки циклирования  $F = (0,3 F_u; 0,6 F_u, 0,7 F_u)$  на (3,63/4,155/5,79мм); при  $h_s = 0,2 D$ , на (5,71/6,7/8,25мм) при  $h_s = 0,3 D$  и на (5,79/6,82/8,26мм) при  $h_s = 0,4 D$ . Отмечено, что минимальное

значение осадки за время цикла наблюдалось при расположении армирующего элемента на расстоянии  $h_s = 0,2D$ .

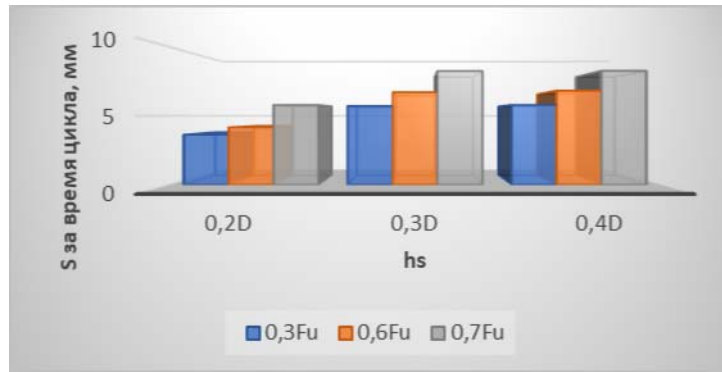


Рисунок 6 – Приращение значений осадки штампа на армированном основании за время цикла.

Для сравнения с экспериментальными данными было использовано моделирование с помощью конечно-элементного программного обеспечения Plaxis 3-D v20. Особенностью комплекса является возможность представления как статического, так и циклического нагружения. Модель построена на базе условия Мора-Кулона (упруго-пластическая модель), где используемый модуль деформации вычисляется на стадии разрушения и дает очень близкие к экспериментальным результаты.

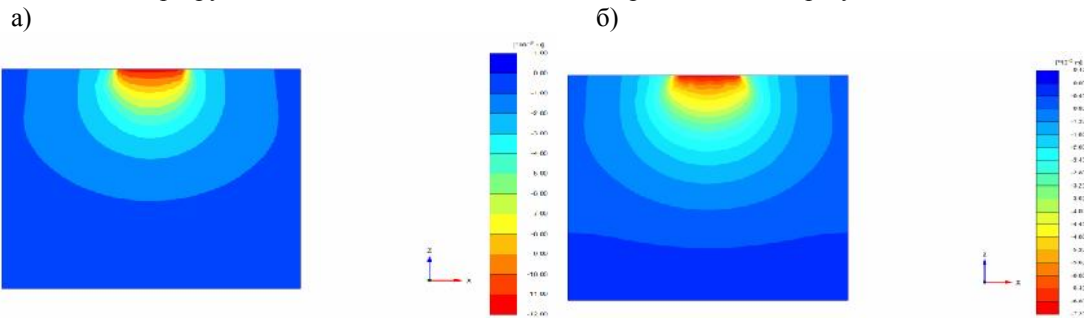


Рисунок 7 –Значения осадок при давлении  $P = 0,096$  МПа для: а) неармированного; б) армированного основания при расположении армирующего элемента на глубине  $h_s = 0,2D$ .

### Заключение.

При армировании грунта происходит значительное увеличение несущей способности фундамента в 2- 2,8 раза, вместе с тем происходит снижение значений суммарных деформаций (от 20 % до 55 % по сравнению с неармированным грунтом).

### Список использованных источников

1. Хрянина О.В. Экспериментальные исследования взаимодействия жесткого штампа с армированным основанием / О.В. Хрянина // Перспективы науки. 2018. № 8 (107). С. 46-50.
2. Кочерженко В.В. Устойчивость армированных грунтов в отвалах, насыпях и подпорных стенах / В.В. Кочерженко, А.Г. Сулейманов // Научно-технологические и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2019. – С. 51-59
3. Madhav, Madhira R., and Hormoz B. Poorooshasb. *A new model for geosynthetic reinforced soil*. Computers and Geotechnics 6. No. 4 (1988): 277-290.
4. Abu-Farsakh, Murad, Qiming Chen, and Radhey Sharma. *An experimental evaluation of the behavior of footings on geosynthetic-reinforced sand*. Soils and Foundations 53. No. 2 (2013): 335-348.
5. Alawaji, H. A. *Settlement and bearing capacity of geogrid-reinforced sand over collapsible soil*. Geotextiles and Geomembranes 19, no. 2 (2001): 75-88.
6. Raghavendra, Hadadi B. *Analysis of soil-reinforcement interaction in reinforced soil beds*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement 161. No. 1, 2008. pp. 9-15.
7. Sharma, Radhey, Qiming Chen, Murad Abu-Farsakh, and Sungmin Yoon. *Analytical modeling of geogrid reinforced soil foundation*. Geotextiles and Geomembranes 27, No. 1 (2009): 63-72.

8. Chakraborty, Manash, and Jyant Kumar. *Bearing capacity of circular foundations reinforced with geogrid sheets*. Soils and Foundations 54. No. 4 (2014): Pp. 820-832.
9. Chen, Qiming, and Murad Abu-Farsakh. *Ultimate bearing capacity analysis of strip footings on re-inforced soil foundation*. Soils and Foundations 55. No. 1 (2015) Pp. 74-85.
10. Антонов В.М. Экспериментальные исследования армированных оснований: монография / В.М. Антонов // Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 78 с.
11. Антонов В.М., Анализ результатов экспериментов и моделирования при оценке несущей способности песчаного основания, армированного геотекстилем / В. М. Антонов., И.М. Аль-Накди // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Тамбов, 26-27 ноября 2019г.). Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. С.117-123.
12. Леденев В.В. Экспериментальные определения напряжений и перемещений в грунте / В.В. Леденев., Я.В. Савинов., В.И. Скрылев., А.В. Худяков // Актуальные проблемы усиления оснований и фундаментов аварийных зданий и сооружений: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2002. С. 88-92.

УДК 643.01

75.29.31: Организация, планирование жилищного хозяйства и другие вопросы

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

**Бондаренко Д.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: bondarenkodv30@mail.ru*

Проблемные аспекты в сфере жилищно-коммунального хозяйства остаются наиболее актуальными для большинства жителей малых городов Российской Федерации. Основным и практически единственным местом проживания населения в городах РФ являются квартиры в многоквартирных многоэтажных домах от 2 до 9 и более этажей различной комнатности: 1, 2, 3, 4 комнаты, в различном соотношении. Процентное соотношение квартир и частных домов с течением времени постоянно меняется.

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) как отрасль народного хозяйства объединяет два вида деятельности, которые, с одной стороны, тесно связаны по своим специальным функциям улучшения условий жизни населения, с другой стороны, характеризуются задачами повышения экономической эффективности оказываемых услуг, которое должно сопровождаться стабилизацией (а где это возможно – снижением) цен на них. Исходя из единства социальных и экономических целей функционирования жилищный фонд и обслуживающие его коммунальные системы объединяются в единый комплекс, центральным и узловым звеном которого является жилищный фонд.

Формирование современной структуры жилищного фонда многоквартирных типов домов началось с конца 20-х годов прошлого столетия и продолжает своё развитие сегодня многоэтажным типом домов. Изменения социально-экономических возможностей страны корректировали процесс формирования структуры жилищного фонда города и любого населенного места. Немаловажное значение для понимания происходящих процессов формирования структуры жилищного фонда города имеет оценка параметров структуры по типам домов, квартир по общей площади, количеству комнат, их соотношению и уровню комфорта квартир.

Жилищную политику СССР характеризовало, прежде всего, высокая экономическая доступность жилья, оплата которого составляла 3—5% заработной платы работника, в то время, когда в капиталистических странах трудящиеся затрачивали на оплату жилья не менее четвертой части своих доходов. Оплата квартир городского жилого фонда производилась согласно постановлениям: ЦИК и СНК СССР «О квартирной плате, и мерах к урегулированию пользования жилищами в городских поселениях» от 10 июля 1926 года, а также ВЦИК и СНК РСФСР от 14 мая 1928 года «Об оплате жилых помещений в городах и рабочих поселках». В соответствии с этими постановлениями в размерах квартирной платы отражались комфортабельность квартиры и ее месторасположение. Так, за отдаленность района квартирная ставка снижалась на 10%, за отсутствие водопровода, канализации, электрического освещения — на 5—10%, за темные и полутемные комнаты — на 75—50%, за подвальные и полуподвальные комнаты — на 20 - 50%. Учитывался также доход и социальное положение квартиросъемщика. «Для рабочих и служащих, зарабатывающих свыше 125 руб. в месяц, ставки квартирной платы постепенно повышаются таким образом, чтобы она при заработке 275 руб. в месяц не превышала 94



коп. за 1 м<sup>2</sup>. На каждые 25 руб. заработка сверх 275 руб. в месяц ставки квартирной платы для рабочих и служащих увеличиваются на 5,5 коп.: за 1 м<sup>2</sup> жилой площади, но не должны превышать 1 р. 32 коп. за 1 м<sup>2</sup> в месяц» [1, 2].

В качестве примера, в таблице 1 представлена стоимость квартирной платы и коммунальных услуг однокомнатной квартиры в панельном 9-ти этажном доме города Котовска Тамбовской области (размер жилой площади -18,9 м<sup>2</sup>, при количестве проживающих - 3 человека), которая в 1984 г. в среднем составляла всего - 5 руб. 37 коп. Однако уже в 1985 г. произошло резкое увеличение оплаты (в два раза) как за коммунальные, так и за жилищные услуги и квартплата стала составлять - 10 руб. 74 коп., но не смотря на это по отношению к минимальной оплате труда (70 руб.) в то время в процентном соотношении эта сумма стала составлять около 15%, а по отношению к средней по народному хозяйству СССР в 1985г. (190 руб.) составляла всего 5,6%.

Кроме того следует отметить что при оплате за жилищные услуги в расчёте использовалась только жилая площадь квартиры, а все работы по капитальному ремонту и реконструкции жилых зданий производились за счёт государства, на что из бюджета страны выделялись необходимые средства, происходило это в виду того что в СССР жилищно-коммунальное хозяйство финансировалось за счет общественных фондов потребления и прибыли предприятий реального сектора экономики, которые имели на балансе жилые дома и объекты социально-культурного назначения. Доля платежей населения за жилищно-коммунальные услуги не превышала 4% от общего количества необходимых средств. Предприятия, имевшие собственный жилищный фонд и не имевшие средств на его содержание, получали дотации из бюджета.

Таблица 1

«Квитанция-расчет» квартплаты 1984г., 1985г.

Виды платежа	Изменения							
	1984 г.		1 изменение		2 изменение		3 изменение	
	1984 г.		1984 г.				1985 г.	
	руб.	коп.	руб.	коп.	руб.	коп.	руб.	коп.
Кварт.плата	1	24	1	55	3	11	2	49
Кварт.пл за изл. ж-п								
Электроэнергия	1	75	1	75	3	50	3	50
Вода	0	18	0	18	0	37	0	37
Паровое отопление	0	64	0	76	1	52	1	28
Канализация	0	15	0	15	0	31	0	31
Ассенизация	0	12	0	12	0	24	0	24
Вода горячая	0	22	0	22	0	45	0	45
Радио							0	50
Коллект. антенна								
Телефон								
Газ	0	64	0	64	1	29	1	29
Итого за месяц	4	94	5	37	10	79	10	43

С распадом социалистической формы ведения народного хозяйства и передачей с 1992 г. жилых и социально-культурных объектов на баланс местного самоуправления, с одной стороны, способствовала увеличению бюджетных расходов на ЖКХ, а с другой — положила начало новому этапу тарифной политики — повышению долевого участия потребителей в финансировании сферы ЖКХ, удержанию роста тарифов в заданных пределах. При этом критериями определения размеров тарифов попеременно становились:

- сохранение сложившегося уровня цен;
- изменение в пределах индекса потребительских цен;
- доведение до экономически обоснованного уровня при ограничении темпов роста; т.е. одновременно.

В отдельные годы рост цен на жилищно-коммунальные услуги составлял 40—50%. Тарифы стали фактором повышения инфляции. После кризиса 1998 г. инфляция стала опережать рост тарифов, что обусловило рост задолженности в ЖКХ, последствия которого не преодолены до сих пор. Механизмом управляемого повышения тарифов стали федеральные стандарты предельной стоимости жилищ-

но-коммунальных услуг в расчете на 1 м<sup>2</sup> общей площади жилья. Одновременно регулировалось повышение общего уровня тарифов и повышение доли потребителей в платежах за жилищно-коммунальные услуги. Общий уровень тарифов без увеличения платежей потребителей повысить можно, а повысить эти платежи без роста тарифов невозможно. Таким образом, повышение тарифов неизбежно ведет к повышению доли потребителей в платежах ЖКХ.

Уже в 1999 г. доля населения в платежах за жилищно-коммунальные услуги достигла 48%. В 2004 г. население возмещало уже 85% стоимости услуг. Федеральное законодательство ориентировало переход на 100%-ную оплату стоимости услуг ЖКХ потребителями на 2003 г., но он осуществлен с 2005 г. и ознаменовался скачком повышения тарифов почти во всех регионах, в среднем тарифы поднялись на 33%. Обоснованием для повышения тарифов стали удорожание на 70% топлива, на 20 % газа, на 14 % электроэнергии, оплата перекрестного субсидирования тарифов на услуги теплоснабжения и частично водоснабжения и водоотведения, введение 18%-го налога на добавленную стоимость на услуги по содержанию и текущему ремонту жилья. Реформа платежей завершилась прекращением дотирования предприятий ЖКХ из бюджетов и рыночного ценообразования в ЖКХ. Теоретически такой результат вполне закономерен и оправдан. Экономическая модель, реализованная в стране, свела к минимуму общественные фонды потребления. Тарифная политика на этапе рыночного ценообразования, с одной стороны, сохраняет некоторые прежние черты, а с другой — приобретает новые. Так, сохраняется прямое государственное регулирование тарифов естественных и локальных монополий, в целом остается бюджетная поддержка ЖКХ. Однако теперь она осуществляется по линии не предложения, а спроса на жилищно-коммунальные услуги. Бюджетные деньги непосредственно включаются в тарифы через жилищные субсидии малоимущим и льготным категориям населения [3, 4, 5].

Тарифное регулирование в новых условиях сводится к сбалансированию темпов изменения тарифов и бюджетной поддержки населения. Всякое повышение тарифов по воле хозяйствующих субъектов увеличивает число претендентов на субсидии и потребность в бюджетной поддержке отдельных категорий плательщиков. Переход на 100%-ную оплату стоимости жилищно-коммунальных услуг потребителям преподносится как рыночное преимущество, рубеж, за которым прекращается рост тарифов и начинается стабильное развитие ЖКХ на собственной доходной базе. Однако основания и возможности роста тарифов далеко не исчерпаны, они даже увеличились. Пока доля платежей за жилищно-коммунальные услуги в доходах населения не превышает 10% (действующий стандарт — 22%, предельный норматив — 25%). Для четверти населения расходы на оплату коммунальных услуг составляют лишь около 1% официально декларируемых доходов. Тарифы в несколько раз ниже, чем в Европе. Федеральные органы попытаются управлять ростом тарифов административными методами. Так, по решению ФСТ в 2006 г. тарифы не должны повышаться в год более чем на 20%. К 2010 г. только для соответствия темпам инфляции тарифы на коммунальные услуги были подняты в 1,8-2 раза по сравнению с 2004 г.

Прежние тарифы предполагали возмещение текущих расходов предприятий ЖКХ, т.е. без капитального ремонта, расширения, модернизации, реконструкции, без возмещения инвестиций. Закон «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса» № 210-ФЗ от 30 декабря 2004 г. все инвестиционные затраты предприятий по модернизации и строительству инфраструктуры перекладывает на потребителей в виде дополнительных надбавок к тарифам. Расчеты за водоснабжение, водоотведение, очистку сточных вод, утилизации ТБО с 1 января 2006 г. осуществляются по цене: тариф для потребителя плюс надбавка. Таким образом, вопрос о дополнительной финансовой нагрузке на потребителя предрешен законодательно, норматив рентабельности должен устанавливаться в тарифе с учетом потребности в накоплениях.

Переход ЖКХ на самоокупаемость и прекращение бюджетного дотирования не отменяет потребности в тарифном регулировании и даже усложняет его: 100%-ный уровень платежей граждан за жилье и предоставляемые коммунальные услуги в целом по всем их видам исчисляется по отношению к федеральному стандарту предельной стоимости предоставляемых жилищно-коммунальных услуг, но будет ли он автоматически соблюдаться? Правительством РФ на 2006 г. установлены: федеральный стандарт предельной стоимости предоставляемых жилищно-коммунальных услуг (без учета газа и электроэнергии) на 1 м<sup>2</sup> общей площади жилья в месяц в среднем по Российской Федерации в размере 41,6 руб.

В настоящее время стоимость коммунальных услуг однокомнатной квартиры в панельном 9-ти этажном доме города Котовска Тамбовской области в среднем составляет 3816 руб. 23 коп. (таблица 2), при этом расчет за жилищные и коммунальные услуги производится исходя из общей площади квартиры (36,9 м<sup>2</sup>), а не жилой (18,9 м<sup>2</sup>) как было в СССР. По отношению к минимальному размеру оплаты труда в Тамбовской области на 2020 год равному 12130 руб. эта стоимость составляет около 32%, а по отношению к средней заработной плате по Тамбовской области (28550 руб.) - 14%.

Таблица 2

## Счет-квитанция на оплату жилищно-коммунальных услуг, 2020г.

Количество проживающих – 2 чел. Услуги	Тариф руб.	объем*	нач. по тарифу руб.	перерасчеты руб.	пеня руб.	оплачено руб.	к оплате руб.	норматив	льгота руб.
ОАО "Тамбовская областная сбытовая компания" Тамбовская область, г. Тамбов, ул. Студенческая, 10, тел. 8(47541)4-84-32							832,80		
Электроснабжение	4,15/кВт*ч	177 (2;4)	734,55				734,55	70 Квт/ч	
Электроснабжение на ОДН	4,15/кВт*ч	23,674 (4)	98,25				98,25	3,7Квт/кв.м	
ООО "Колесница" 393194, Тамбовская область, г. Котовск, ул. Посконкина, д. 28 В, тел. 8(47541)4-83-74							650,29		
Содерж. и тек. ремонт жил. фонда	16,81/кв.м	36,9	620,29				620,29		
Техн. обл. домофона	30/ед.	1	30				30		
ООО "Колесница" (для ТСК) 393194, Тамбовская область, г. Котовск, ул. Посконкина, д. 28 В, тел. 8(47541)4-83-74							209,62		
Холодное водоснабжение	23,34/куб.м	4,65 (2;4)	108,53				108,53	5,48 куб.м/чел.	
Водоотведение	21,74/куб.м	4,65 (2;4)	101,09				101,09		
ООО "Котовская теплосетевая компания" Тамбовская область, г. Котовск, ул. Октябрьская, д. 11 "Б", тел. 8(47541)4-07-89							2123,52		
Отопление	931,06 /Гкал	0,769 (4)	1484,99				1484,99		
Горячее водоснабжение	148,66/куб.м	4 (2;4)	594,64				594,64	3,65 куб.м/чел.	
Горячее водоснабжение на ОДН	1,1893	36,9	43,89				43,89	0,137куб.м/кв.	
<b>Итого по услугам</b>			<b>3816,23</b>	0	0	0	<b>3816,23</b>		

Несмотря на то, что с 2006 г. доля населения в оплате за жилищно-коммунальные услуги составляет 100%, в настоящее время происходит постоянный рост тарифов, при этом качество оказания услуг остаётся по-прежнему очень низким. При этом ЖКХ – это мощный и огромный рынок с оборотом денежных средств более 5 триллионов рублей в год, но этот рынок не вызывает интереса для долгосрочного серьёзного инвестора.

## Список использованных источников

1. Бузырев, В.В. Экономика жилищной сферы: Учебное пособие / В.В. Бузырев, В.С. Чекалин. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 390 с.
2. Васильева, Н.В. Жилищная сфера крупного города: проблемы управления и стратегия развития / Н.В. Васильева СПб: СПбГИЭУ, 2002. – 276 с.
3. Макаров, А.М. Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбова / А.М. Макаров, В.М. Сафонова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. – Тамбов. - 2019. С. 460-462.
4. Макаров, А.М. Содержание жилого многоквартирного дома. Проблемы содержания многоквартирных домов города Тамбова / А.М. Макаров, А.А. Родионова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов. - 2016. С. 222-226.
5. Макаров, А.М. Анализ форм управления многоквартирными жилыми домами города Тамбова / А.М. Макаров, А.А. Родионова // Вестник науки и образования Северо-Запада России. - 2015. Т. 1. № 3. С. 156-163.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОРОДНЫХ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ АКУСТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**Головко А.В.<sup>1</sup>,**

*ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», к.т.н.,  
доцент, заведующий кафедрой*

**Крюкова А.А.<sup>2</sup>,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент  
e-mail: anghielina\_kriukova@mail.ru*

**Островская А.А.<sup>2</sup>,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: ostrovkostrovok@yandex.ru*

Известно, что в большинстве случаев распределения звуковой энергии в зданиях гражданского назначения следует рассматривать как в системах акустически связанных помещений [1, 2, 3]. Такой подход позволяет решать задачи по акустическому благоустройству в зданиях, учитывая акустическую взаимосвязь групп помещений, например, в квартирах жилых зданий [4]. Для решения этих задач в настоящее время разработаны программные продукты [4], учитывающие виды акустических связей между различными воздушными объемами [6, 7, 8].

Распределение звуковой энергии в системе акустически связанных помещений показано на схеме рис.1

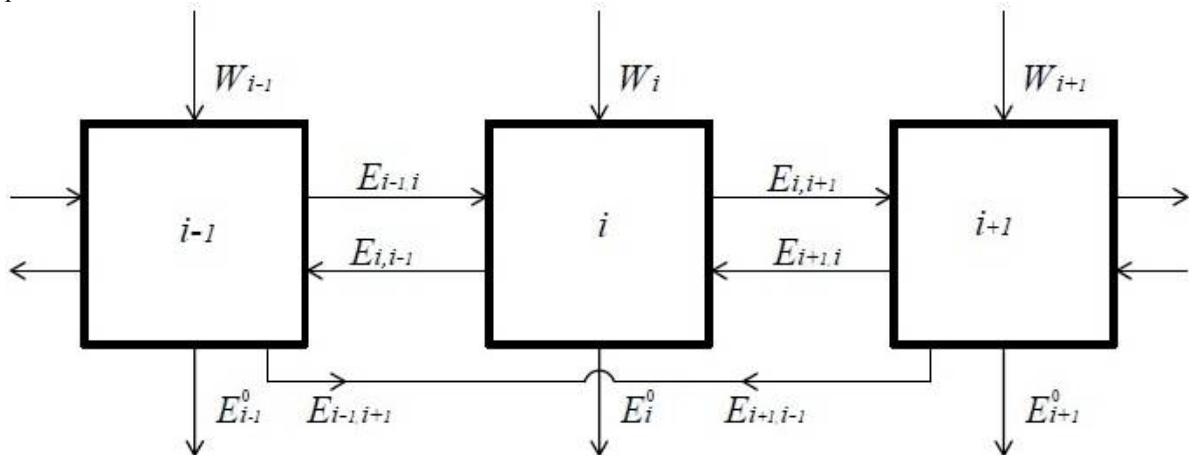


Рисунок 1 – Схема распределения звуковой энергии в акустически связанных помещениях:

$E_i^0 = \eta_i E_i$  - потери звуковой энергии в  $i$ -м помещении;  $E_{i,i+1} = \tau_{i,i+1} E_i$  - потери звуковой энергии из  $i$ -го в  $i+1$ -е помещение;  $W_i$  - акустическая мощность источника шума в  $i$ -м помещении

В наиболее общем виде с позиций статистической теории акустики звуковое поле в связанных со-размерных помещениях можно описать системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{dE}{dt} = AE(t) + W(t), \quad (1)$$

где

$$E(t) = \begin{pmatrix} E_1(t) \\ E_2(t) \\ \dots \\ E_n(t) \end{pmatrix}; A = \begin{pmatrix} \eta_1 & \tau_{1,2} & \tau_{1,3} & \dots & \tau_{1,n} \\ \tau_{2,1} & \eta_2 & \tau_{2,3} & \dots & \tau_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tau_{n,1} & \tau_{n,2} & \tau_{n,3} & \dots & \eta_n \end{pmatrix}; W(t) = \begin{pmatrix} W_1(t) \\ W_2(t) \\ \dots \\ W_n(t) \end{pmatrix};$$

$E_i(t)$ ,  $W_i(t)$  - звуковая энергия и акустическая мощность источников в  $i$ -м помещении;  $\eta_i$  - коэффициент потерь звуковой энергии в  $i$ -м помещении;  $\tau_{i,j}$  - коэффициент передачи звука из  $j$ -го в  $i$ -е помещение.

В общем случае при заданных начальных условиях  $E(t_0) = E_0$  решение системы (1) представляется в виде

$$E(t) = e^{A(t-t_0)} E_0 + \int_{t_0}^t e^{A(t-\tau)} W(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где  $e^{At} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(At)^k}{k!}$  - матричная экспонента.

На распределение звуковой энергии в системе акустически связанных помещений оказывают влияние все элементы, входящие в систему. Уровень звукового давления в каждом из помещений системы обуславливается не только их собственными акустическими и объемно-планировочными параметрами, но и параметрами других помещений, находящимися с ними в непосредственной акустической связи или в опосредованной связи через промежуточные помещения (см. рис.1).

Формирование звуковых полей в системе зависит: от объемно-планировочных параметров и акустических характеристик каждого отдельного помещения; размеров проемов, через которые осуществляется акустическая связь между помещениями; количества и места расположения в системе источников шума. При этом наиболее важное значение имеют коэффициенты потерь звуковой энергии  $\eta$  и коэффициенты передачи звуковой энергии между акустически связанными помещениями  $\tau$ . От точности задания их величин зависит точность оценки распределения звуковой энергии в системе связанных помещений.

Величина коэффициентов  $\eta$  и  $\tau$  зависит от расположения звукопоглощения в помещениях от степени диффузности отраженного звукового поля. При неравномерном размещении звукопоглощения и нарушении диффузности звукового поля определение коэффициентов  $\eta$  и  $\tau$  следует производить на основе описания реверберационного процесса в помещении с помощью однородных дискретных цепей Маркова [9, 10].

В работах [9, 10] указывается, что при описании процесса реверберации вероятностной моделью однородных дискретных цепей Маркова наиболее правильно учитываются форма помещения, его размеры, площадь и место звукопоглотителя. Это обстоятельно позволяет использовать модель при определении коэффициентов  $\eta$  и  $\tau$  в случаях неравномерного размещения звукопоглощения и при наличии в помещениях открытых проемов. Ниже показаны принципы определения коэффициентов  $\eta$  и  $\tau$  на основе этой модели.

Марковским является случайный процесс с дискретными состояниями, если для каждого момента времени  $t$  вероятность любого состояния в будущем зависит только от состояния системы в настоящий момент времени и не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние [11]. Нетрудно показать, что в энергетической постановке процесс реверберации в помещении является марковским, так как вероятность попадания звуковой энергии с  $i$ -ой поверхности на из  $j$ -ю зависит только от того, как распределена энергия в данный момент времени и совершенно не зависит от того, что привело ее к такому распределению.

В дискретной однородной цепи Маркова переход системы из состояния  $i$  в  $j$  характеризуется условными вероятностями не зависящими от времени.

$$P(e_j(t_{k+1}) / e_i(t_k)) = P_{ij}, \quad (3)$$

Таким образом, чтобы рассчитать траекторию состояний системы в цепи Маркова, достаточно знать начальное состояние системы и матрицу переходных вероятностей, имеющую следующий вид:

$$\{P\} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Применительно к поставленной задаче рассмотрим помещение, ограниченное  $n$  плоскими поверхностями. Пусть источником звука в помещении создано звуковое поле. При описании реверберационного процесса нас интересует характеристика спада общей энергии звука в помещении после отключения источника в период времени  $t > 0$ . В этом случае рассматривается дискретный процесс за-



тухания энергии в моменты времени, соответствующие  $k$ -м отражениям звука от ограждающих поверхностей помещения с диффузными коэффициентами звукопоглощения  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$

$$t_k = Kl_{cp} / c. \quad (5)$$

В формуле (5)  $l_{cp} = 4V / S$  - средняя длина свободного пробега в помещении,  $V$  и  $S$  - объем и площадь ограждений помещения,  $c$  - скорость звука в воздухе.

В каждый момент отражения звуковых лучей от поверхностей происходит переход от одного энергетического состояния к другому. Описание такого случайного процесса и дает математический аппарат однородных дискретных цепей Маркова, позволяющий анализировать звуковое поле с позиций энергетического подхода.

Звуковая энергия, содержащаяся в замкнутом объеме помещения, отражается от  $n$  поверхностей. Через промежуток времени  $\Delta t = 4V / cS$  все звуковые волны испытывают в среднем одно отражение от поверхностей. За энергетическое состояние  $E_k$  будем принимать величину звуковой энергии в помещении, отраженную от  $n$  поверхностей в рассматриваемый момент времени. Поглощение звуковой энергии на поверхностях учитывается умножением падающей энергии на соответствующий диффузный коэффициент отражения  $\beta_i = (1 - \alpha_i) /$

В момент начала реверберационного процесса распределение энергии  $E(t = 0) = 1$  задается с помощью вектора пропорционально площадям соответствующих поверхностей  $e_0 = (e_{01}, \dots, e_{0n})$ ;

$e_{0i} = S_i / \sum_{i=1}^n S_i$ , где  $S_i$  - площадь  $i$ -ой поверхности.

Через интервал времени  $\Delta t$  происходит первый дискретный переход из одного энергетического состояния в другое. Новое энергетическое состояние определяется как

$$e_1 = e_0 [Pdiag(\beta_1, \dots, \beta_n)]. \quad (6)$$

Соответствующий вектор на  $k$ -м шаге в момент времени  $k\Delta t$  определяется по формуле

$$e_k = (e_{01}, \dots, e_{0n}) \begin{bmatrix} \left( \begin{matrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{matrix} \right) \cdot \begin{pmatrix} \beta_1 & 0 \\ 0 & \beta_2 \\ & & \beta_n \end{pmatrix} \end{bmatrix}^k, \quad (7)$$

где  $P_{ij}$  - вероятность падения звуковой энергии с  $i$ -ой на  $j$ -ю поверхность;  $\beta_i = (1 - \alpha_i)$ ,  $(i = 1, 2, \dots, n)$  - диффузный коэффициент отражения  $i$ -ой поверхности.

Для вероятностей  $\{P_{ij}\}$  выполняются условия  $P_{ii} = 0$  и  $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$  для любого  $i$ .

Общая энергия звукового поля в помещении на  $k$ -м шаге определяется суммированием элементов матрицы строки  $e_k$  по всем поверхностям:

$$E_k = \sum_{j=1}^n e_{kj}. \quad (8)$$

В результате вычислений по формулам (7) и (8) получается набор значений общей энергии в помещении на каждом шаге  $E_k$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, N$ . При этом удобно принимать общую энергию в помещении в начальный момент времени  $t = 0$ , равный единице ( $E_0 = 1$ ). Каждое последующее значение  $E_k$  соответствует моменту времени  $t_k = Kl_{cp} / c$ .

При определении стандартного времени реверберации число  $N$  выбирается из условия спада уровней звуковой энергии на 60 дБ, которое характеризуется равенством  $\lg E_N = -6$ . Предполагается, что затухание звуковой энергии происходит по экспоненциальной зависимости. Если значение начальной энергии принято равным единице, то

$$E(t) = e^{-\eta t}. \quad (9)$$

Логарифмируя это выражение, получим значение коэффициента  $\eta$ , которое в логарифмическом масштабе характеризует наклон прямой спада уровней звуковой энергии:

$$\eta = -\frac{\ln E(t)}{t}. \quad (10)$$

При расчете процесса реверберации с позиций марковской цепи получается набор значений уровней энергии на каждом шаге. Аппроксимировать эту зависимость возможно методом наименьших квадратов. Основное требование метода сводится к тому, чтобы сумма квадратов отклонений получаемого спада от теоретической прямой стремилась к минимуму

$$f(\eta) = \sum_{k=1}^N (\eta t_k - \ln E_k)^2 - \min. \quad (11)$$

Дифференцируя выражение (11) и применяя теорию условных экстремумов  $f'(\eta) = 0$ , получаем нормальное уравнение

$$\sum_{k=1}^N t_k (\eta t_k - \ln E_k) = 0. \quad (12)$$

Подставляя в него значение  $t_k = kl_{cp}/c$ , находим значение коэффициента  $\eta$  в виде

$$\eta = \frac{c \sum_{k=1}^N k \cdot l \cdot n \cdot E_k}{l_{cp} \sum_{k=1}^N K^2}. \quad (13)$$

Временной коэффициент передачи  $\tau$  характеризует количество звуковой энергии, падающей в единицу времени на проем или поверхность с низкой звукоизолирующей способностью и отнесенной к общей энергии, содержащейся в помещении. На каждом дискретном шаге в Марковской цепи количество энергии, попадающее на  $S$ -ю поверхность равно  $e_{ks}$ . С учетом звукоизоляции этой поверхности коэффициент передачи определяется по формуле:

$$\tau_s = \frac{c}{l_{cp}} 10^{0,1R_s} \frac{\sum_{k=1}^N e_{ks}}{\sum_{k=1}^N E_k}, \quad (14)$$

где  $R_s$  - звукоизоляция  $S$ -й поверхности.

Для открытого проема, когда звукоизоляция  $S$ -й поверхности  $R_s = 0$ , выражение (14) имеет вид:

$$\tau_s = \frac{c}{l_{cp}} \cdot \frac{\sum_{k=1}^N e_{ks}}{\sum_{k=1}^N E_k}. \quad (15)$$

В соответствии с предоставленными расчетными формулами разработана компьютерная программа, позволяющая выполнять расчет спада звуковой энергии в помещении и определять коэффициенты  $\eta$  и  $\tau$ . Программа в виде модуля входит в состав программы по расчету акустического режима в системах связанных помещений.

Сравнение результатов расчетов, полученных с использованием однородных Марковских цепей, с результатами, полученными на основе формул статической теории акустики в соразмерных помещениях с диффузным звуковым полем, показало хорошее согласование. Расхождения результатов не превышают 2-3%.

Методика может быть использована при решении задач по оценке акустического режима на стадии проектирования шумозащиты в зданиях с акустически связанными между собой воздушными объемами.

#### Список использованных источников

1. Антонов А.И. Метод расчета шумового режима в зданиях с коридорными системами планировки / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Строительство и реконструкция. - 2013. - №3(47). - С. 28-32.

2. Антонов А.И. Метод расчета шума в квартирах с ячейковыми системами планировки / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев, И.Л. Шубин // Жилищное строительство. - 2013. - №7. - С. 33-35.
3. Антонов А.И. Метод оценки шумового режима в общественных зданиях с анфиладными системами планировки / А.И. Антонов, А.В. Головкин, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2014. - № 4 (54). - С. 139-144.
4. Антонов А.И. Влияние звукопоглощения помещений и звукоизоляции дверей на шумовой режим в квартирах жилых зданий / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев, И.Л. Шубин // Жилищное строительство. - 2014. - №6. - С. 45-48.
5. Антонов А.И. Компьютерное моделирование процессов формирования и распространения звуковой энергии в замкнутых воздушных объемах / А.И. Антонов, В.И. Леденев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. Тамбов. – 2018. – С. 142-147.
6. Антонов А.И. Расчет звукового поля в системе соразмерных акустически связанных помещений / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев, И.Л. Шубин // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2014661638, 10.11.2014. Заявка №20224613411 от 17.09.2014.
7. Антонов А.И. Расчет шумового поля в помещениях сложной формы с учетом их акустической связи с соразмерными помещениями / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617797, 14.07.2016. Заявка №2016614939 от 16.05.2016.
8. Антонов А.И. Расчет трехмерных шумовых полей в помещениях с акустическими экранами и перегородками неполной высоты / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016617798, 14.07.2016. Заявка №2016614938 от 16.05.2016.
9. Gerlach R. Der Nachhallvorgang fls Markoffsche Kette. – Fortschr. Akustik. Plenarvortr. Und Kurzref. 3, Tag. Dtsch. Arbeitsgemeinsh. Akustik, DAGA-73, Aachen, 1973, s. 427-430.
10. Gerlach R. Der Nachhallvorgang fls Markoffsche Kette. Theorie und erste experimentale Uberprufung / R. Gerlach, V. Meliert // Acusticf. 1975. V. 32. №4. P. 217-227/
11. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн – М.: Наука, 1973. 831 с.

УДК 674-419.32

67.09.41: Строительные материалы и изделия. Древесина и строительные материалы из нее

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОГО ШПОНА В КЛЕЕННЫХ МАТЕРИАЛАХ

**Заева А.А.,  
Манжула В.О.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М. Ф. Решетнева», магистранты,  
e-mail: zaeva-97@mail.ru*

**Криворотова А.И.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М. Ф. Решетнева», к.т.н., доцент кафедры Технологии композиционных  
материалов и древесиноведения,  
e-mail: tknkai@mail.ru*

Повсеместное применение клееных древесных материалов ставит перед деревоперерабатывающей отраслью новые задачи. Древесина, как возобновляемый и экологичный ресурс биосферы, применяется человеком многие столетия как при изготовлении предметов первой необходимости (посуда), так и для домостроения, судостроения и т.д. Различные виды клееных материалов на основе древесины образуют целые отрасли современной промышленности, их используют во всех отраслях строительства, при оформлении интерьеров, изготовлении мебели, в машиностроении и в других сферах.

Одним из наиболее известных и востребованных строительных материалов на современном рынке и в сфере строительства является фанерная продукция, так как она практична и красива. Фанера – это гигроскопичный материал. При ее использовании в местах с повышенной влажностью, она теряет прочность, может менять форму и становится биоповреждаемой. На данный момент для исключения этих недостатков производят фанеру на основе фенолформальдегидных смол, при этом эти смолы токсичны и такую фанеру нельзя использовать внутри помещений. Также существует много способов нивелировать недостатки фанерной продукции: путем механического, химического или физического воздействия на древесину, в первую очередь модифицированием. Термомодифицирование лущеного

шпона при изготовлении фанеры позволяет облагородить ее внешний вид с одновременным улучшением физико-механических свойств.

Исследования по термической обработке древесины проводились в 30-е годы XX века в Германии, затем в США, Франции, Финляндии, Австрии. Технология термомодификации заключается в выдерживании древесины в камере автоклавного типа в течение определенного времени, при высокой температуре от 150 до 280 °С. Агент обработки – пар, жидкость или инертный газ. Наиболее часто используется водяной пар, как наиболее безопасный и оптимальный агент обработки для получения термоматериала высокого качества. В работах [2-4] отмечается, что после термообработки древесины наблюдается: снижение сорбционной способности, снижение показателей усушки и разбухания, повышение формостабильности и биостойкости, повышение прочности и твердости поверхности древесины.

Диапазон температур, используемый для модифицирования массивной древесины, чаще всего находится в пределах от 160 до 250 °С. Эксперименты, проведенные авторами ранее показали, что повышение температуры при термомодифицировании березового шпона выше 200 °С приводит к резкому потемнению шпона и изменению его структуры, поэтому для дальнейших исследований был выбран диапазон температур от 160 до 200 °С.

Для проведения эксперимента были заданы параметры термообработки и диапазоны варьирования:  $X_1$  – температура агента термообработки,  $X_2$  – продолжительность термообработки. Каждый параметр обработки фиксировался на трех уровнях. Данные приведены в таблице 1.

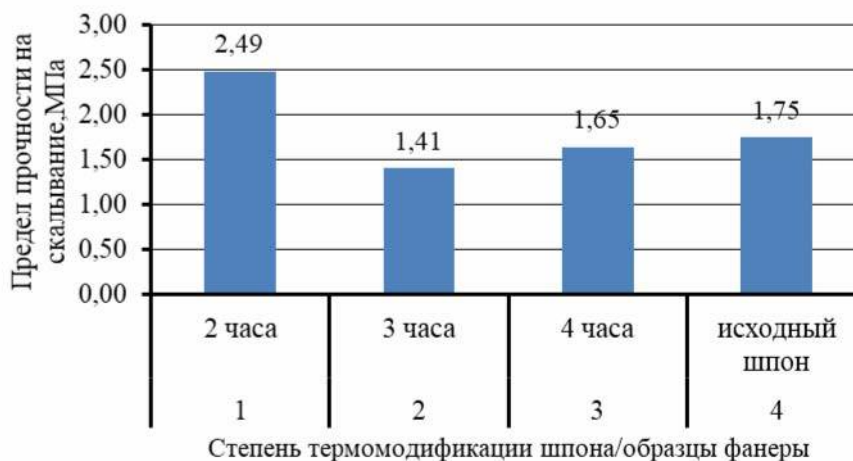
Таблица 1

Факторы и уровни варьирования режима термомодифицирования шпона

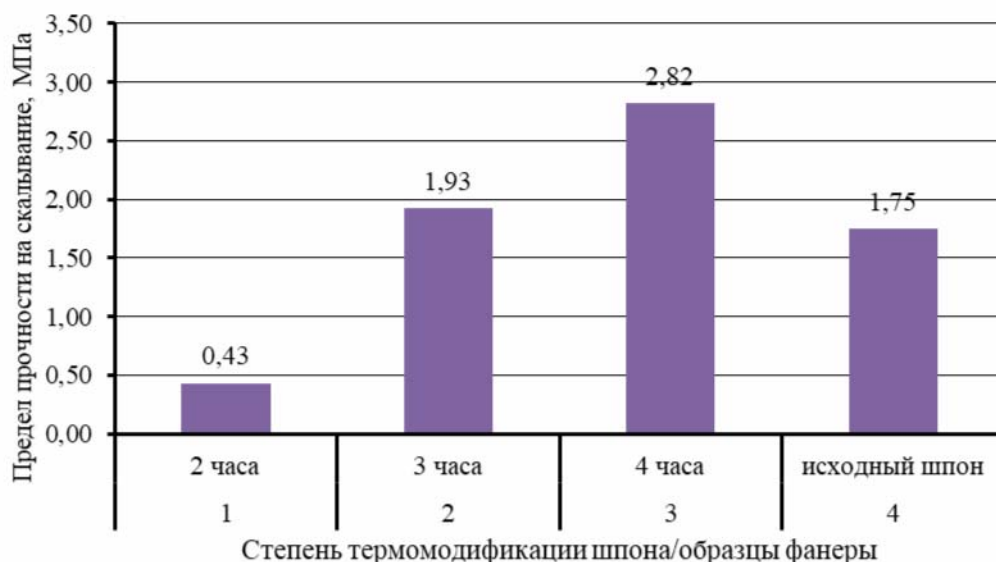
Наименование фактора	Обозначение	Уровни варьирования		
		верхний	основной	нижний
		+1	0	-1
Температура агента термообработки, °С	$T/X_1$	200	180	160
Продолжительность термообработки, мин	$\tau/X_2$	240	180	120

После термообработки шпон выдерживался при комнатной температуре в течение 48 часов под пригрузом для выравнивания возможных напряжений. Дальнейший процесс формирования фанерного пакета и склеивания фанеры осуществлялся по стандартным методикам согласно режиму прессования фанеры марки ФК. Контрольным параметром свойств фанеры была выбрана прочность фанеры при скалывании по клеевому слою. Прочностные испытания проводились на испытательной машине УТС 110 МН-30.

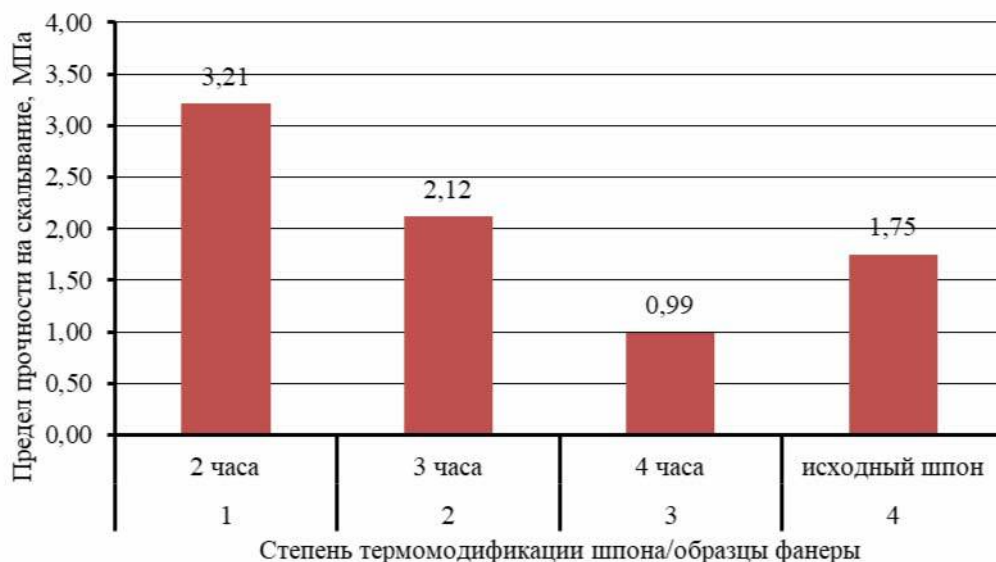
На рисунках 1-3 представлены зависимости прочности при скалывании по клеевому слою от параметров термомодификации шпона.



Образцы фанеры на основе: 1, 2, 3 – модифицированного шпона; 4 – исходного шпона.  
Рисунок 1 - Результаты испытания образцов фанеры на основе термомодифицированного шпона при температуре 160 °С



Образцы фанеры на основе: 1, 2, 3 – модифицированного шпона; 4 – исходного шпона.  
 Рисунок 2 - Результаты испытания образцов фанеры на основе термомодифицированного шпона при температуре 180 °С



Образцы фанеры на основе: 1, 2, 3 – модифицированного шпона; 4 – исходного шпона.  
 Рисунок 3 - Результаты испытания образцов фанеры на основе термомодифицированного шпона при температуре 200 °С

Проведенные исследования показали, что средний предел прочности при скалывании по клеевому слою изготовленной фанеры составил около 3 МПа, при требуемых стандартом 1,0 МПа [1].

Наименьшее значение прочности при скалывании по клеевому слою показали образцы фанеры изготовленной из шпона модифицированного при температуре 200 °С, продолжительности 4 ч. Средний предел прочности образцов на основе шпона, обработанного по данному режиму, составляет 0,99 МПа, что практически соответствует требованиям стандарта (1,0 МПа). Такую особенность можно объяснить формированием на поверхности шпона более плотного слоя, препятствующего смачиванию поверхности шпона клеем, повышением, так называемой, инактивации поверхностного слоя древесины, снижением шероховатости и, следовательно, снижением адгезионного контакта между клеем и древесиной. Такое предположение подтверждает вид разрушения образца фанеры при испытаниях на скалывание. Разрушение большинства образцов, изготовленных по различным режимам термообра-

ботки, происходило по древесине, то есть, прочность клеевого слоя оказывалась больше прочности древесины. При этом образцы изготовленные из шпона модифицированного при температуре 200 °С, продолжительности 4 ч наблюдалось разрушение по клеевому слою, то есть прочность клеевого шва оказывалась меньше прочности древесины.

Матрица планирования В<sup>3</sup>-плана при определении влияния режима обработки на свойства готовой фанеры приведена в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y
1	1	1	0,99
2	-1	1	1,75
3	1	-1	3,21
4	-1	-1	2,49
5	1	0	2,12
6	-1	0	1,41
7	0	1	2,82
8	0	-1	0,43
9	0	0	1,93

Графическая интерпретация уравнения регрессии, графики эффектов факторов и эффектов их взаимодействий, приведенные на рисунках 4-6, позволяют наглядно оценить влияния принятых параметров термообработки шпона на прочность при скальвании по клеевому слою изготовленной фанеры.

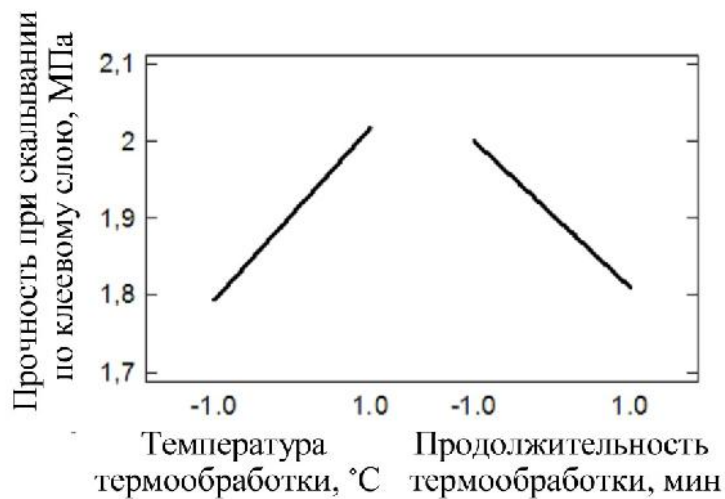


Рисунок 4 - График эффектов факторов и их взаимодействия

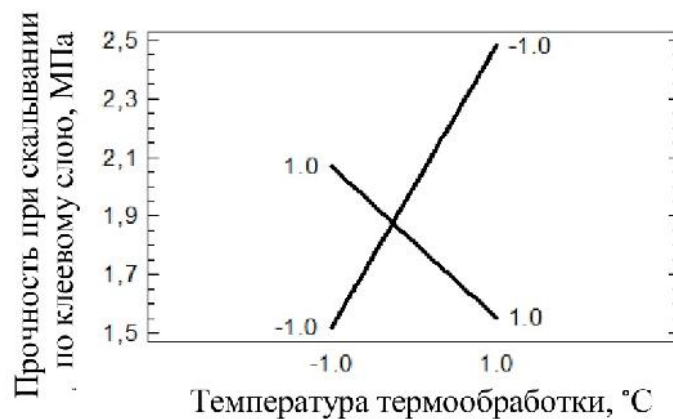


Рисунок 5 - График эффектов факторов и их взаимодействия



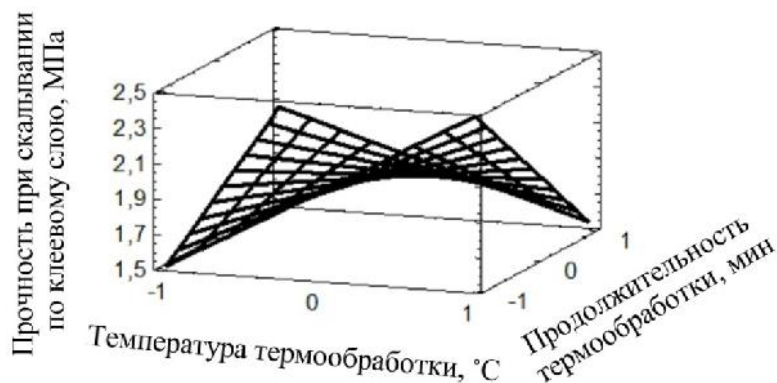


Рисунок 6 -Поверхность отклика

Следует отметить, что между параметрами термообработки шпона и прочностью при скалывании по клеевому слою наблюдаются прямо противоположные зависимости. Увеличение температуры термообработки при средней продолжительности выдержки приводит к увеличению прочности фанеры при скалывании, а увеличение продолжительности выдержки при средней температуре приводит к снижению прочности. При этом изменение прочности в обоих случаях происходит примерно на одинаковую величину около 0,2 МПа.

Проведенная далее оптимизация показала, что для изготовления фанеры повышенной водостойкости обладающей требуемой прочностью при скалывании по клеевому слою является температура 200 °С и продолжительность 120 мин.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 3916.1-2018 Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия (с Поправкой). - Взамен ГОСТ 3916.1-96; введ. 2019-04-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 20 с.
2. Зиатдинов Р.Р. Технология производства влагостойкой фанеры из термомодифицированного шпона: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Казань, 2013. – 19 с.
3. Разумов А. Е. Экспериментальные исследования механических свойств термомодифицированной древесины / А. Е. Разумов, М. В. Хузеев, Д. А. Ахметова, А. Р. Шайхутдинова // Вестник технологического университета. – 2012. – Т. 15. - № 2. С. 31 – 33.
4. Хасаншин, Р.Р. Повышение эксплуатационных характеристик клееных материалов, созданных на основе термообработанного шпона / Р. Р. Хасаншин, Р. Р. Зиатдинов // Вестник технологического университета. – 2013. –Т. 16. – № 13. С. 87 – 89.

УДК 534.833.522.4

67.03.05: Строительная физика

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ДВОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СЛОИСТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Иванова А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», ст. преподаватель каф. ПГС,  
e-mail: avkiryatkova@mail.ru*

**Кочкин А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», докт. техн. наук, зав. каф. ПГС,  
e-mail: aakochkin@mail.ru*

В современном строительстве одной из важнейших задач является разработка ограждающих конструкций с повышенными звукоизоляционными характеристиками, которые обеспечат необходимую защиту от шума в помещениях жилых и общественных зданий. В большинстве случаев увеличение звукоизолирующей способности ограждающих конструкций приводит к увеличению массы и толщи-

ны ограждения. Решением данной проблемы стало применение легких ограждений из слоистых элементов. Примером данных ограждающих конструкций являются каркасные перегородки [1,2,7,8,9].

Одним из способов повышения звукоизоляции легких ограждений является использование слоистых элементов с вибропоглощением, которые в сравнении с однослойными ограждениями или листами, соединенными «насухо» равной поверхностной плотности имеют повышенную звукоизоляцию за счет высокого коэффициента потерь и смещения граничной частоты волнового совпадения в область высоких частот [3-5].

Слоистые элементы с вибропоглощением представляют собой два и более тонких листа, соединенные между собой вибропоглощающим материалом. Индекс изоляции воздушного шума данных слоистых элементов выше, чем у листов, соединенных «насухо» на 3÷5 дБ.

В лаборатории акустики ВоГУ проводился эксперимент по исследованию звукоизоляции двойных ограждений из слоистых элементов с воздушным зазором (ВЗ) и при его заполнении звукопоглощающим материалом (ЗПМ). Экспериментальные исследования звукоизоляции ограждающих конструкций проведены в реверберационных акустических камерах в соответствии с ГОСТ 27296–87 [6].

При исследовании влияния слоистых элементов на звукоизолирующую способность двойных ограждений, использовались ограждения размером 2,5×1,2 м. из листов ГКЛ толщиной 12,5 мм., склеенных вибропоглощающей мастикой (ВПМ) Акцент 117 толщиной 1 мм и листов без мастики, соединенных «насухо» с воздушным зазором и при его заполнении звукопоглощающим материалом. В качестве звукопоглощающего материала использовалась минераловатная плита Роквул акустик баттс с объемной плотностью 45 кг/м<sup>3</sup>. Размеры зазора между слоистыми элементами принимались 25, 50, 75, 100 мм.

На рисунках 1-3 приведены частотные характеристики изменения звукоизоляции двойных ограждений при различной величине зазора между слоистыми элементами из листов, соединенных «насухо» и склеенных вибропоглощающей мастикой.

На основании полученных частотных характеристик, определены индексы изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, для различных размеров зазора и установлена степень влияния величины зазора без заполнения и с заполнением его звукопоглощающим материалом на звукоизоляцию двойного ограждения из слоистых элементов. Результаты оценки влияния величины зазора на звукоизоляцию представлены в таблице 1.

На рисунке 4 приведен график изменения дополнительной звукоизоляции двойного ограждения из слоистых элементов в зависимости от изменения величины зазора, заполненного звукопоглощающим материалом и без заполнения.

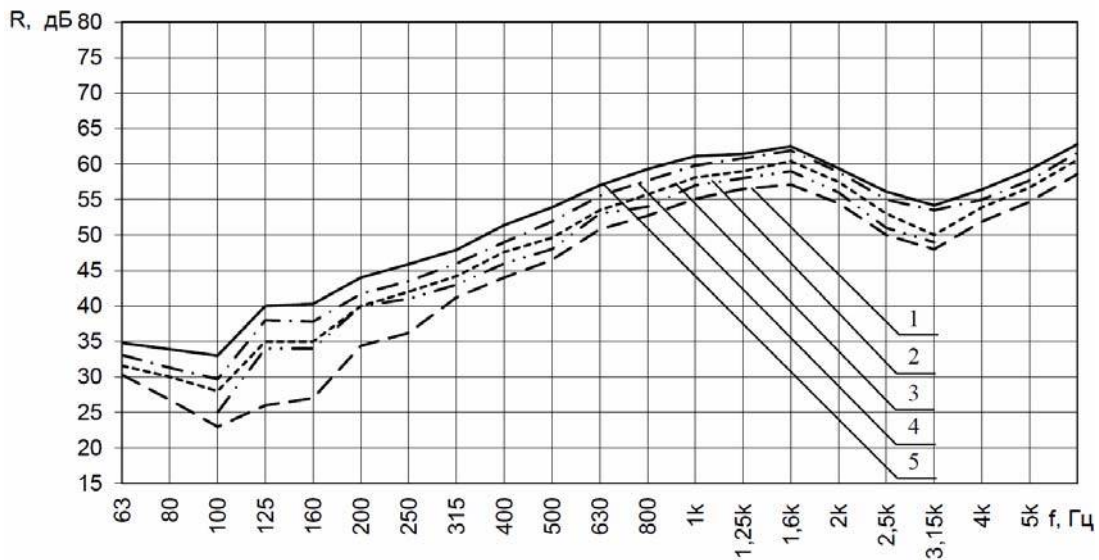


Рисунок 1 – Частотные характеристики звукоизоляции двойного ограждения из ГКЛ толщиной 12,5, соединенных «насухо» при изменении толщины ЗПМ:

1 – ЗПМ 25 мм,  $R_w = 47$  дБ; 2 – ЗПМ 50 мм,  $R_w = 50$  дБ (НИИСФ РААСН);  
3 – ЗПМ 50 мм,  $R_w = 51$  дБ; 4 – ЗПМ 75 мм,  $R_w = 54$  дБ; 5 – ЗПМ 100 мм,  $R_w = 56$  дБ

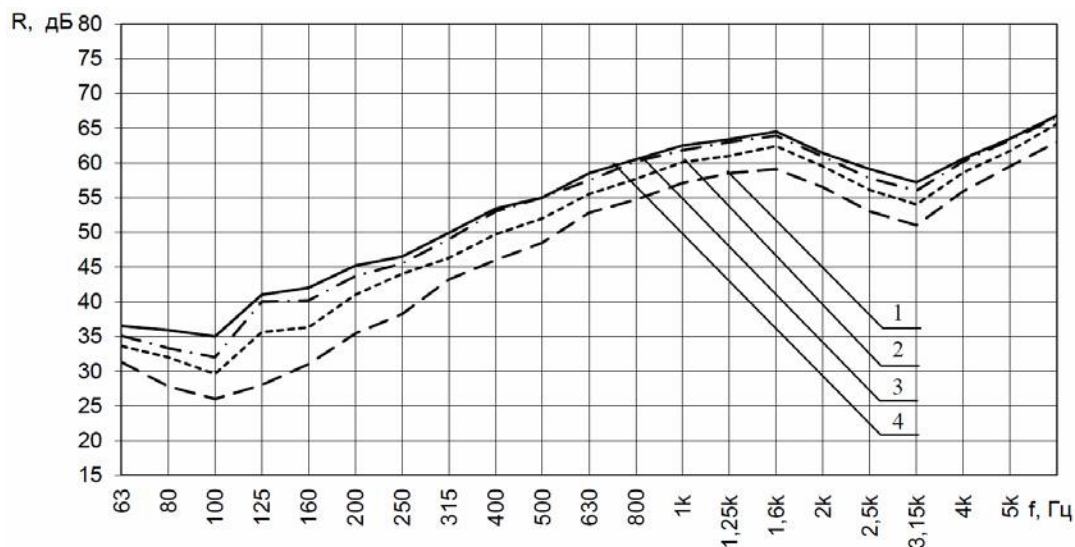


Рисунок 2 – Частотные характеристики звукоизоляции двойного ограждения из ГКЛ толщиной 12,5, склеенных ВПМ Акцент-117 при изменении толщины ЗПМ:  
 1 – ЗПМ 25 мм,  $R_w = 49$  дБ; 2 – ЗПМ 50 мм,  $R_w = 53$  дБ;  
 3 – ЗПМ 75 мм,  $R_w = 56$  дБ; 4 – ЗПМ 100 мм,  $R_w = 57$  дБ

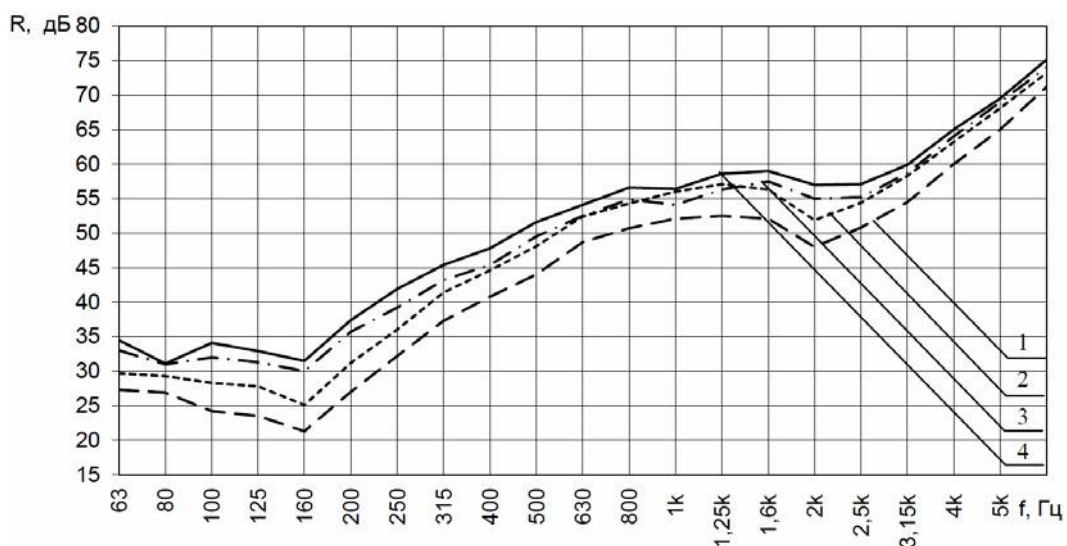


Рисунок 3 – Частотные характеристики звукоизоляции двойного ограждения из ГКЛ толщиной 12,5, склеенных ВПМ Акцент-117 при изменении толщины ВЗ:  
 1 – ВЗ 25 мм,  $R_w = 44$  дБ; 2 – ВЗ 50 мм,  $R_w = 48$  дБ;  
 3 – ВЗ 75 мм,  $R_w = 51$  дБ; 4 – ВЗ 100 мм,  $R_w = 53$  дБ

Таблица 1

№ п/п	Величина зазора, мм	Заполнение зазора	Конструкция двойного ограждения с листовыми материалами:		$\Delta R$ , дБ
			соединенными «насухо»	склеенными ВПМ	
1	0	-	35	37	2
2	25	ВЗ	41	44	3
		ЗПМ	47	49	2
3	50	ВЗ	45	48	3
		ЗПМ	51	53	2
4	75	ВЗ	48	51	3
		ЗПМ	54	56	2
5	100	ВЗ	50	53	3
		ЗПМ	56	57	1

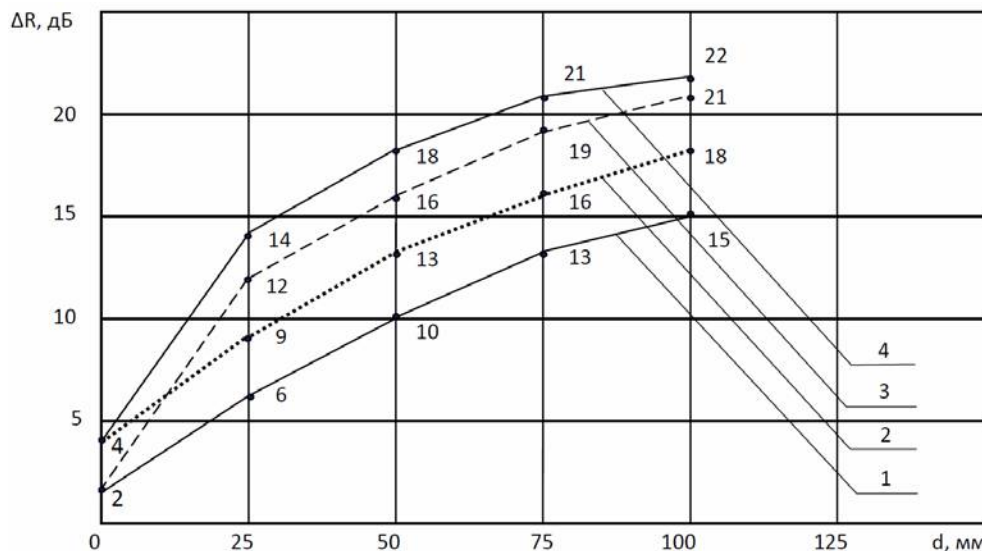


Рисунок 4 – Дополнительная звукоизоляция двойных ограждений из слоистых элементов, состоящих из листов ГКЛ толщиной 12,5 мм, склеенных ВПМ Акцент-117 толщиной 1 мм. и соединенных «насухо» при различной величине зазора:

- 1 – листы соединенные «насухо» с ВЗ; 2 – листы склеенные ВПМ с ВЗ;  
 3 – листы соединенные «насухо» с ЗПМ; 4 – листы склеенные ВПМ с ЗПМ

Вывод: Установлено, что с ростом величины зазора звукоизоляция двойных ограждающих конструкций из слоистых элементов возрастает, при этом наибольший ее рост наблюдается при начальном увеличении зазора, а при дальнейшем увеличении зазора рост звукоизоляции замедляется.

#### Список использованных источников

1. Бобылев, В. Н. Разработка каркасно-обшивных перегородок с повышенной звукоизоляцией. / В. Н. Бобылев, В. А. Тишков, В. В. Дымченко // В сборнике: VI Всероссийский фестиваль науки – Нижний Новгород. – 2016. – С. 210-213.
2. Дымченко, В.В. Повышение звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок путем применения рациональной конструкции стоечных профилей / В. В. Дымченко, Д. В. Мониц // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 3. – С. 48-52.
3. Минаева, Н.А. Анализ звукоизоляционных качеств каркасно-обшивных перегородок / Н. А. Минаева // АСADEMIA. Архитектура и строительство. 2018. № 4. С. 137-141.
4. Овсянников, С. Н. Исследование звукоизоляции однослойных и двухслойных перегородок / С. Н. Овсянников, О. В. Старцева // Жилищное строительство. – 2012. – № 6. – С. 43-46.
5. Тишков, В. А. Способы повышения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок / В.А. Тишков, В. В. Дымченко // Приволжский научный журнал. – 2013. – № 4. – С. 28-32.
6. Кочкин, А.А. Исследование звукового давления в воздушном промежутке двойной ограждающей конструкции из слоистых вибродемпфированных элементов / А.А. Кочкин, Л.А.Борисов // Жилищное строительство. 2015. № 7. С. 52-54.
7. Кочкин, А. А. Исследование звукоизоляции светопрозрачных вибродемпфированных элементов и ограждающих конструкций из них / А. А. Кочкин, Н. А. Кочкин, А. В. Киряткова // Строительство и реконструкция, 2017. № 3 (71). С. 68-74.
8. Кочкин, А.А. Исследование изоляции воздушного шума двойными ограждающими конструкциями / А.А. Кочкин, А.В. Киряткова, И.Л. Шубин // Бюллетень строительной техники. 2018. №6 (1006). С. 20-21.
9. Кочкин Н.А. Исследование звукоизоляции ограждающих конструкций в реверберационных камерах ВоГУ / Н.А. Кочкин, А.В. Киряткова // Устойчивое развитие региона: Архитектура, строительство, транспорт: Материалы 2-й Международ. науч.-практ. конф. Тамбов, 2017. - С. 166-173.

## **ПРОВЕДЕНИЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ И ФОРМ УПРАВЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

**Кокорев И.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»,  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

Актуальность и необходимость капитального ремонта в многоквартирных жилых домах прямо пропорционально времени эксплуатации жилого фонда, появлению новых решений и технологий в сфере ЖКХ и видах капитального ремонта. Целью исследования является исследование технического состояния инженерных сетей, лифтового оборудования, кровли, подвальных помещений, фасада, фундамента жилищного фонда города Тамбова, анализ проблем на примере конкретного многоквартирного дома при проведении капитального ремонта в зависимости от формы управления и способа формирования капитального ремонта и предложение по оптимизации и увеличению эффективности капитального ремонта [4,5,6]. Цель работы: формирование понятия капитальный ремонт общего имущества многоквартирного дома, разграничение понятий реконструкция, капитальный и текущий ремонт общего имущества многоквартирного дома.

Несмотря на растущие темпы строительства новых и современных жилых домов, основным жилым фондом для проживания остаются четырех-пятиэтажные дома, построенные из кирпича и железобетонных панелей 50-70 годов и девяти-десятиэтажные панельные дома 70-80 годов постройки. «Сталинки» 30-40 годов постройки рассчитаны на срок службы 125 лет, то есть подлежат сносу в 2050-2070 годах. В Середине этого срока должна была пройти реконструкция для обеспечения безопасного использования жилого фонда. «Сталинки» после военной постройки рассчитаны на 150 лет и их реконструкция только предстоит. Панельные «хрущевки» 50-70 годов постройки намного хуже по качеству и рассчитаны всего на 50 лет, то есть по всем нормативам их необходимо снести до 2020 года. Реконструкции они не подлежат. У кирпичных пятиэтажек 50-70 годов постройки срок **эксплуатации и обслуживания** 100 лет и в 2015–2030 годах предусмотрен капитальный **ремонт жилищного фонда**. Панельные многоэтажки в 9–16 этажей, построенные в 70-80 годы, служат 100 лет без реконструкции и должны быть снесены по окончании срока службы [7, 8, 9].

Понимание проблемы капитального ремонта многоквартирных жилых домов своими корнями уходит в объявленную 4 июля 1991 года приватизацию. По закону граждане, проживающие в домах государственного и муниципального фондов, получили право на бесплатную приватизацию не менее 18 кв. м общей площади используемого жилья в расчете на одного жильца. И еще дополнительно не менее 9 бесплатных кв. м – в расчете на одну семью. Разница между стоимостью квартиры и стоимостью «бесплатного жилья» подлежала оплате. После приватизации квартиры граждане обязаны нести бремя содержания индивидуального и общедомового имущества самостоятельно. Расходы по содержанию общего имущества в многоквартирных домах должны оплачиваться собственниками расположенных в них помещений, в том числе и квартир (ч. 1 ст. 39 Жилищного кодекса РФ). И если в советские годы основным собственником жилых помещений являлось государство, которое и оплачивало расходы по содержанию и ремонту своей собственности, то теперь, в результате массовой приватизации, квартиры перешли в частную собственность. Но вместе с правом на квадратные метры к новым собственникам перешла и обязанность по их содержанию и ремонту, как текущему, так и капитальному – за исключением домов, которые на момент приватизации уже требовали капитального ремонта. Таким образом, государство в целом избавилось от этой необходимости. В части 1 статьи 190 ЖК РФ есть норма, которая закрепляет обязанность органа власти проводить за свой счёт капремонт находящегося в его собственности жилфонда, если МКД был внесён в план проведения ремонта до момента приватизации первого помещения. Но граждане, не знающие данной нормы закона, не обращались за этим в органы исполнительной власти и как следствие получили в собственность жилье в неудовлетворительном техническом состоянии с обязанностью платить за его капитальный ремонт собственные средства.

В настоящее время наблюдается тенденция к восстановлению справедливости, а именно комитет Госдумы по жилищной политике и ЖКХ поддержал законопроект поправками в Жилищный кодекс, предусматривающими, что муниципалитеты будут обязаны провести капитальный ремонт за свой счет в домах, которые стояли в графиках еще до приватизации первой квартиры в доме. За

неотремонтированные дома муниципалитеты будут перечислять необходимые средства на счет региональных операторов или на специальный счет, в зависимости от способа формирования фонда капремонта для конкретного дома. А собственники таких квартир в таком доме будут принимать участие в приемке работ по капремонту.

Закон находится на стороне собственников приватизированных квартир. Жилищный кодекс РФ никогда не возлагал на новых собственников помещений обязанности за свой счет проводить капитальный ремонт домов, если он требовался еще на этапе приватизации жилья. Речь идет о довольно большом количестве домов. До приватизации в стране было построено 85 процентов нынешнего жилого фонда. Основная волна приватизации пришлась на 1995-1996 годы. С этого времени в России построено не более 15 процентов жилья.

В соответствии с [п.1, ч.1, ст.167]установление минимального размера взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме отнесено к полномочиям органов государственной власти субъекта Российской Федерации. Таким образом применяется единый тариф на территории субъекта РФ для всех типов домов независимости от года постройки и степени износа, этажности, конструктивной особенности дома и других факторов, влияющих на сумму сметы при проведении капитального ремонта. Жители новостроек, оплачивая в «общий котел» капитального ремонта, по сути, оплачивают капитальный ремонт более старого и ветхого жилья, которое не набрало еще денежные средства на свой ремонт. И лишь в далекой перспективе жители новостроек смогут получить денежные средства на ремонт для своих домов, при том, что покупательная способность сданных ими денег сильно уменьшится за счет процента инфляции. Старый жилой фонд, имея острую необходимость, просто «питается» общими деньгами.

Данное несоответствие устранимо при смене способа формирования капитального ремонта[5,6]. Формирование фонда капитального ремонта жилого дома может производиться одним из двух возможных способов:

- на специальном счете;
- на счете регионального оператора – так называемый «общий котел»[1, ст. 170].

При этом по умолчанию фонды капитального ремонта формируются на счетах региональных операторов и никаких действий для этого производить не требуется, а для выбора способа накопления на специальном счете необходимо принятие решения общего собрания собственников помещений многоквартирного дома. Решение считается принятым, если за него отдано не менее 2/3 голосов от общего количества собственников помещений в многоквартирном доме.

Владельцем специального счета может быть назначена управляющая компания, либо ТСЖ, жилищный или иной специализированный потребительский кооператив, осуществляющий управление многоквартирным домом, а также региональный оператор. Кредитная организация, в которой может быть открыт специальный счет, должна иметь уставной капитал в размере не менее 20 млрд руб.

Следует отметить, что формирование фондов на специальных счетах имеет ряд особенностей, отличающих этот способ от ведения счета в рамках "общего котла":

1. на хранящиеся в банке деньги могут начисляться проценты, что позволит несколько снизить потерю покупательной способности накоплений за период их хранения. Стоимость обслуживания счета и размер начисляемых процентов могут различаться в зависимости от банка. Например, одно из кредитных учреждений предлагает банковское обслуживание специального счета за 4,8 тыс. руб. в год, при этом процентная ставка может варьироваться от 0,2% до 3,5% годовых в зависимости от суммы, находящейся на счету. Следует отметить, что Жилищный кодекс РФ также не содержит и запрета начислять проценты на денежные средства, хранящиеся в банках на счетах регионального оператора;
2. отсутствует предусмотренное для региональных операторов ограничение на уплату аванса в размере, превышающем 30% от стоимости работ по капитальному ремонту, что позволит требовать более выгодных условий договоров с подрядчиками [1, ч. 3 ст. 190].

При этом средства фонда капитального ремонта, хранящиеся на специальном счете, в полной мере защищены законодательно, за исключением случаев банкротства самого банка (но этот риск существует и для средств, хранящихся в банках региональными операторами). Так, банк осуществляет контроль за расходованием денежных средств со специального счета [1, ч. 3 ст. 177], в связи с чем проведение незаконных операций с этими средствами затруднено. К тому же на денежные средства, находящиеся на специальном счете, не может быть обращено взыскание по обязательствам владельца этого счета, если эти обязательства не связаны с капремонтом [1, ч. 6 ст. 175].





Рисунок 1- разработка плана управления техническим состоянием многоквартирного жилого дома

Объект исследования – способы эффективного проведения капитального ремонта и последующее содержание общего имущества в удовлетворительном состоянии.

Предмет исследования – способы формирования капитального ремонта, способы управления МКД, формирование тарифов.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- описать сложившуюся ситуацию в многоквартирных домах, связанную с их техническим состоянием и с определением фактического физического износа[4, 7, 9, 10];
- описать сложившуюся ситуацию в сфере проведения капитальных ремонтов, механизмов, способов формирования, тарифов;
- анализ мероприятий по усовершенствованию проведения капитальных ремонтов при различных способах его формирования[8, 9, 10, 11];
- подход к расчету тарифов;
- оценка эффективности фонда капитального ремонта;
- разработка рекомендаций по проведению капитальных ремонтов;
- предложить модель осуществления капитального ремонта по данным рекомендациям

#### Список использованных источников

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (редакция от 31.07.2020) // КонсультантПлюс: офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51057/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51057/).
2. Закон РСФСР от 04 июля 1991 года № 1541-1 «О приватизации жилищного фонда в Российской Федерации» КонсультантПлюс: офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_100/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100/).
3. Приказ Минстроя России от 7 февраля 2014 г. № 41/пр «Об утверждении методических рекомендаций по установлению субъектом Российской Федерации минимального размера взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах» Режим доступа: [http://www.garant.ru/actual/fond\\_kapremonta/](http://www.garant.ru/actual/fond_kapremonta/).
4. Шубин, И.Л. Качество оболочки здания - основа экологически безопасной среды жизнедеятельности / И.Л.Шубин, Н.П.Умнякова, И.В.Матвеева, К.А.Андрянов // Жилищное строительство. 2019. № 6. С. 10-15.

5. Макаров, А.М. Содержание жилого многоквартирного дома. Проблемы содержания многоквартирных домов города Тамбова / А.М.Макаров, А.А.Родионова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2016. С. 222-226.

6. Макаров, А.М. Анализ форм управления многоквартирными жилыми домами города Тамбова / А.М.Макаров, А.А.Родионова // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. № 3. С. 156-163.

7. Леденев В.И. / Физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен / В.И.Леденев, И.В.Матвеева, П.В.Монастырев // учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство" / В. И. Леденев, И. В. Матвеева, П. В. Монастырев. Москва, 2008.

8. Макаров А.М. / Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбова // А.М.Макаров, В.М.Сафонова В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 460-462.

9. Макаров А.М. / Модернизация системы отопления при капитальном ремонте в МКД на примере г. Тамбова // А.М.Макаров, И.Е.Кокорев В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 190-193.

10. Решетов, А.А. Геодезическая съёмка фасадов исторических зданий / А.А.Решетов, Е.О.Соломатин // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 281-286.

11. Макаров А.М. Конструктивное решение наружных стен жилых зданий с внутренним утеплением из блоков ячеистого бетона на примере гор. Тамбова // А.М.Макаров, И.В.Матвеева, К.А.Андрианов В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С. 43-47.

УДК 624.04, 539.3

67.03.03: Теория расчета сооружений и конструкций

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПРОЧНОСТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ДЛЯ РАСЧЁТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**Колодкин А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант*

*e-mail: c1ahekk@gmail.com*

Нынешний уровень развитых информационных технологий значительно повлиял на особенности методики расчёта строительных конструкций на прочность и устойчивость. Ещё в конце прошлого века наиболее распространёнными были аналитические методы установления напряжённо-деформированного состояния элементов строительных конструкций и опытные исследования. Однако в настоящее время с строительной механике всё большее распространение получает численная методика определение прочностных характеристик.

Численные методы следует рассматривать в качестве приближённых. Не ищутся сложные функции, которые удовлетворяли бы дифференциальным уравнениям и краевым условиям. Вводятся несколько простых основных функций, позволяющих искать производные, являющиеся частью дифференциальных уравнений, или проявление механической энергии рассматриваемой конструкции. В результате непрерывная функция соответствующих аргументов оказывается представленной её значением в отдельных ключевых точках. Вместо анализа непрерывных функций, производятся математические операции с этими значениями в сетке таких ключевых точек. Поэтому численные методы предполагают решение задач в сфере строительной механики с помощью процедур, легко описываемых алгоритмами и выполняемыми обычно при помощи вычислительной техники.

### **Метод конечных разностей.**

Метод конечных разностей – это приближённый способ решения краевых задач для диффузов. Второе его название – метод сеток. Его суть состоит в следующем. На обследуемый объект (стержневую ось, объёмное тело и т. д.) намечается сетка ключевых точек (узлов) – одно-, двух- либо трехмер-

ная. Производные, входящие в диффуз, отражают деформацию компонентов строительных конструкций. Краевые условия приближённо заменяются на конечные разности в соответствии с формулами числового дифференцирования, а значит, определяются через рассчитываемые значения нужной функции в ключевых точках сетки. Итого, условия задачи сводятся к нескольким математическим уравнениям, переменные в которых – как раз эти значения. Её решение и, если необходимо, интерполяция значений функций в узлах на отрезки между ними, в итоге позволяет приближённо получить все необходимую информацию.

Основное достоинство способа конечных разностей относительно остальной численной методики расчёта прочностных параметров строительных конструкций – малая зависимость применяемого алгоритма от типа уравнений и краевых условий. Минус заключается в относительной сложности составления алгоритма – используются математические дифференциальные уравнения высокого уровня. Но этот недостаток частично компенсируется таким обстоятельством, что матрицы уравнений являются ленточными, не до конца заполненными. Кроме того, данный способ трудно применять для расчёта сопряжения строительных конструкций разного типа и размера (в части, поверхностей и объёмных объектов), а также нестандартной геометрии – с вырезами и т.д.

#### **Вариационно-разностный метод.**

Вариационно-разностный метод основан на вариационных способах сопротивления материала и не имеет тех минусов, которые есть у метода конечных разностей (МКР). В конкретной ситуации деформация строительных элементов (ферм, балок, поверхностных оболочек) описывается определённой функцией, которая выражается при помощи формулы Лагранжа, определяющей потенциальную механическую энергию конструкции. Данный функционал остаётся при равновесном положении неизменным (согласно этой формуле). Именно это условие неизменности отвечает дифференциальным уравнениям, описывающими действия изучаемого объекта. При этом порядок производных, определяющих этот функционал меньше порядка производных в диффузах. Это способствует существенно упрощению создания алгоритмов для решения задачи. Помимо этого, вариационно-разностный метод обеспечивает упрощение записи граничных условий. Например, при применении формулы Лагранжа необходимо соблюдать только условия по кинематике, а условия по статике уже заложены в уравнениях. Данные условия носят название естественных.

При использовании вариационно-разностного метода происходит замена вариативной задачи на конечно-разностную на ранее созданной сетке узлов. Производные непрерывных функций, которые выражают, в частности, потенциальную энергию рассчитываемого объекта, определяются количественно в выбранных ключевых точках при помощи конечно-разностных отношений. Помимо этого, так как требуется вычислить определённый интеграл, который входит в формулу функционала энергии, в рассматриваемом объекте между узлами вводятся восполняющие фрагментарно-непрерывные функции. Характеристики этих функций определяют уровень конечно-разностного аппроксимирования. В результате суть вариационно-разностного метода заключается в грамотно разработанной системе математических уравнений (при применении функций Лагранжа) ленточного вида.

#### **Метод конечных элементов.**

В последние годы для расчёта прочности и жёсткости строительных конструкций с помощью компьютерных программ всё чаще используется метод конечных элементов. Его название говорит само за себя. Рассматриваемый объект разделяется на некоторое количество отдельных фрагментов конечных размеров. Эти фрагменты обладают теми же механико-физическими свойствами, что и сама строительная конструкция. Затем с высокой степенью точности анализируется напряжённо-деформированное состояние каждого конечного фрагмента. Методы этого анализа распространены в строительной механике и теории упругости – метод силы, метод движения, смешанный способ. Данные факторы рассматриваются как главные неизвестные метода конечных элементов. Чтобы найти неизвестные, разрабатывается и решается система математических уравнений обычно высокого уровня (в системе до нескольких тысяч уравнений).

На практике при расчётах прочностных параметров строительных конструкций чаще всего применяется численный метод конечных элементов, который основан на применении метода перемещений, поэтому остановимся на данном варианте. Метод конечных элементов, основанный на анализе перемещений, является наиболее адаптированным к работе с программами на вычислительных машинах, поскольку при рассмотрении отдельных конечных фрагментов нужно работать с простыми объектами с идентичной геометрией, которые обычным способом закреплены по контуру. Матрица математических уравнений в этом случае симметрична, ленточна и положительно определена. Такие задачи решаются довольно просто. Использование способа конечных элементов в виде комбинированного метода либо метода сил не во всех случаях даёт возможность получить уравнения с положительно определёнными матрицами. А это значит, что необходимо для их решения применять особые алгоритмы высокой сложности.

При использовании метода конечных элементов в перемещениях главные неизвестные связаны с поступательными движениями, а при моделировании некоторых объектов – помимо этого, ещё и с углами поворота в узлах.

Осуществление расчётов прочности строительных конструкций, которое основано на методе конечных элементов в перемещениях, является общим, как стержневых объектов, так и для поверхностных (оболочек, пластин, плоскостей и т. д.). Имеется, однако, и различие. Оно заключается в основных используемых видах конечных элементов стержневых, четырёх- и треугольных, оболочечных, цельных.

Стержневые элементы иногда бывают с шарнирами по торцам. Они могут работать исключительно на расширение и сжатие. Изгибаемые плоские и пространственные стержни испытывают все виды нагрузок – сжатие, расширение, изгиб, скручивание, межплоскостной сдвиг.

Плоские объекты испытывают деформационные нагрузки вдоль и поперёк плоскости (в соответствии с теорией упругости) или на выход из плоскости (пластинчатый изгиб). Плоские оболочечные модели сочетают два эти типа деформаций – по плоскости или на изгиб, но не дают возможности учесть взаимовлияние этих типов. Криволинейные элементы-оболочки учитывают это взаимное влияние, более точно имитируют поведение рассматриваемой конструкции, но их труднее реализовать.

Объёмные элементы, создаваемые при использовании метода конечных элементов, обладают пирамидальными, призматическими формами, могут иметь вид параллелепипеда и т. д. Такие модели создаются при расчётах прочностных характеристик крупных строительных конструкций – массивных балок, ферм, мостовых опор, длинных пролётов. Во всех этих случаях решается задача прочности объёмных тел в соответствии с теорией упругости.

#### **Список использованных источников**

1. Золотов, А.Б. Численные методы решения задач строительной механики. / А.Б. Золотов, В.П. Ильин, В.В. Карпов, А.М. Масленников. - М.: Изд-во АСВ, СПб.: СПбГАСУ, 2005. - 425 с.
2. Золотов, А.Б. Математические методы в строительной механике / А.Б. Золотов, П.А. Акимов, В.Н. Сидоров, М.Л. Мозгалева - М.: АСВ, 2008. - 336 с.

УДК 624.04, 539.3

67.03.03: Теория расчета сооружений и конструкций

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕК**

**Колодкин А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: c1ahekk@gmail.com*

Сегодня оболочечные конструкции нашли широкое применение во многих областях жизни и деятельности человека. Они используются в авиа – и судостроении, при строительстве мостов и телебашен, в гражданском и промышленном строительстве. Современные прекрасные театры, выставочные и концертные здания, дворцы спорта и цирки получаются при помощи этих конструкций. Такие сооружения становятся достопримечательностью, визитной карточкой мест, где они построены.

Такого рода сооружения могут возводиться из самых различных материалов: железобетона, металла, пластика, стекла и ткани. Однако некоторые материалы чувствительны к виду напряженного состояния. А. А. Трещев в своей книге [1] рассматривает цилиндрические оболочки изначально изотропных материалов, механические свойства которых зависят от вида напряженного состояния [2].

Так же необходимо учитывать, что на оболочечные конструкции действуют множество различных нагрузок. Температурные и ветровые, снеговые и дождевые, статические и динамические и все их надо учесть при конструировании и строительстве. Следует отметить, что возведение сооружений с применением оболочковых конструкций подразумевает использование современных методик расчёта. И такие методики существуют. Одной из таких методик является расчёт тонкостенных элементов с помощью метода конечных элементов (МКЭ).

Основная его идея заключается в том, что любую непрерывную величину можно представить в виде дискретной модели построенной на множестве непрерывных функций. Это имеет ряд преимуществ:

- допускается применение к телам состоящих из нескольких материалов;

- даётся возможность рассчитать области, имеющие криволинейные границы так, как они могут быть представлены в виде прямолинейных элементов;
  - допускается укрупнение или измельчение сетки разбиения области на элементы;
- Весь процесс разбивается на несколько этапов:
- разбивка построенной геометрической модели на конечные элементы;
  - расчёт матрицы жёсткости и вектора приведённой внешней нагрузки, для каждого конечного элемента;
  - составление системы линейных уравнений;
  - определение перемещений, деформации и напряжений (решив матрицу);
  - оценка прочности конструкции, выводы, рекомендации.

Разбивка геометрической модели на конечные элементы, не имеет какого-либо теоретического обоснования. Дело в том, что МКЭ – это метод числового приближения, и абсолютной достоверности результата в нём нет, но следует иметь в виду два взаимоисключающих фактора. Элементы, на которые разбивается модель, должны быть достаточно мелкими, чтобы обеспечить большую достоверность результатов. Но может сложиться так, что дальнейшее уменьшение сетки к значительному росту точности не приведёт. Зато, более крупная разбивка позволяет значительно уменьшить количество расчетов.

В рамках данной работы рассмотрено применение МКЭ для цилиндрической оболочки (рис. 1).

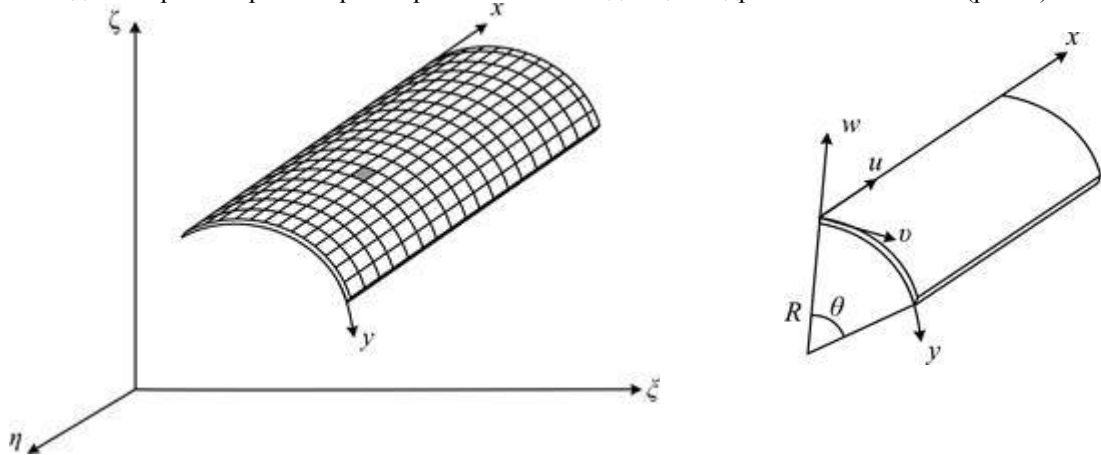


Рисунок 1 – Элемент цилиндрической оболочки

Наиболее подходящей, будет разбивка поверхности оболочки на прямоугольные в проекции конечные элементы (рис. 2).

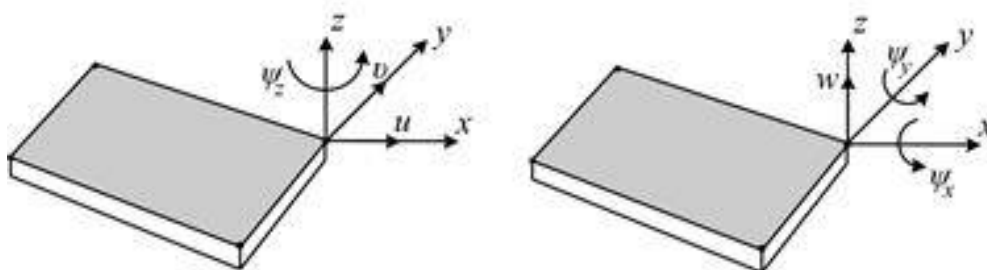


Рисунок 2 – Прямоугольные элементы поверхности оболочки

Конечно, можно разбить её и на треугольные КЭ (рис. 3), поскольку они лучше аппроксимируют произвольную кривую поверхность и снижают влияние геометрической ошибки.

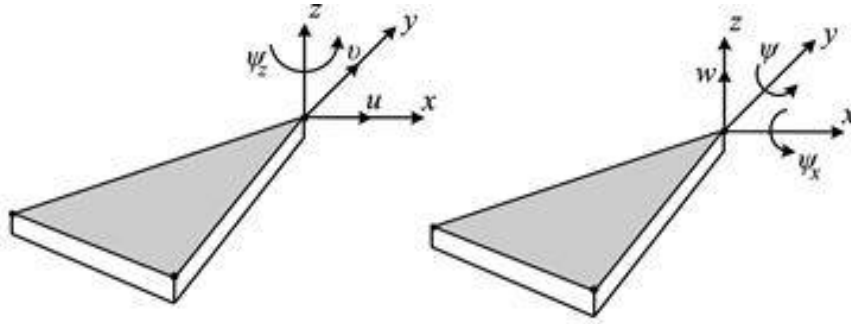


Рисунок 3 – Треугольные элементы поверхности оболочки

Но это подойдёт для более сложных поверхностей, например крылья автомобиля.

**КЭ, заданный деформациями.**

Задавать или определять возможное поле перемещения, необходимо учитывая выполнение условий совместной деформации оболочки, поскольку КЭ обладает кривизной поверхности. Эти условия можно получить преобразовав общие уравнения состояния оболочек приняв параметры Ламе  $A = 1, B = R = const$ , а радиус кривизны  $R_1 = \infty, R_2 = R$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} - \frac{\partial \gamma}{\partial x \partial y} + \frac{K_x}{R} &= 0; \\ \frac{\partial K_x}{\partial y} - \frac{\partial \chi}{\partial x} - \frac{1}{R} \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial x} &= 0; \\ \frac{\partial K_\Theta}{\partial x} - \frac{1}{R} \frac{\partial \chi}{\partial \Theta} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Два первых тождества выполняются, если:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial \Theta} &= \frac{\partial \gamma}{\partial \chi}; \\ \frac{1}{R} K_\chi &= \frac{\partial^2 \varepsilon_\Theta}{\partial x^2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Учитывая все эти условия, можно составить матрицу в виде:

$$[\nabla_\varepsilon] \bar{\varepsilon} = 0, \quad (3)$$

а применив, дифференциальные операторы условий совместности деформации получим:

$$[\nabla_\varepsilon] = \begin{bmatrix} \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \Theta} & 0 & -\frac{\partial}{\partial x} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial^2}{\partial x^2} & 0 & \frac{1}{R} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{\partial}{\partial x} - \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \Theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

Также, компоненты вектора деформации оболочки:

$$\begin{aligned} \varepsilon_\chi &= \frac{\partial u}{\partial \chi}; \\ \varepsilon_e &= \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \Theta} + \frac{W}{R}; \\ \gamma &= \frac{\partial v}{\partial \chi} + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \Theta}; \\ K_\Theta &= \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \Theta} \left\{ \frac{v}{R} - \frac{1}{R} \frac{\partial W}{\partial \Theta} \right\}; \end{aligned} \quad (5)$$



$$K_\chi = -\frac{d^2W}{dx};$$

$$\chi = \frac{1}{R} \left( -\frac{\partial^2 W}{\partial \chi \partial \Theta} + \frac{1}{2} \frac{\partial v}{\partial \Theta} \right).$$

Можно представить в виде матрицы:

$$\bar{e} = [\nabla_\rho] \bar{\Delta}.$$

Сделав перемножение матричных операторов, получим систему дифференциальных уравнений  $[\nabla_{\rho\rho}] \bar{\Delta} = 0$ . Решение такой матрицы будет выглядеть в виде:

$$\begin{aligned} u &= \alpha_1 + \alpha_2 R \cos \Theta - \alpha R \sin \Theta; \\ v &= \alpha_4 + (\alpha_5 + \alpha_2 x) \sin \Theta + (\alpha_6 + \alpha_3 x) \cos \Theta; \\ W &= -(\alpha_5 + \alpha_2 x) \cos \Theta + (\alpha_6 + \alpha_3 x) \sin \Theta; \end{aligned} \quad (6)$$

учитывая, что  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_6$  – произвольные постоянные.

Понятно, что найденные перемещения соответствуют перемещениям конечного элемента как жёсткого тела, поскольку они описывают поле перемещений, для которого составляющие деформации равны нулю.

Проинтегрировав уравнения (6), можно определить перемещения:

$$\begin{aligned} u &= \alpha_7 + \alpha_8 R \sin \Theta; \\ v &= \alpha_9 + \alpha_{10} R \cos \Theta; \\ W &= \alpha_{11} + \alpha_{12} x^2. \end{aligned} \quad (7)$$

где  $\alpha_7, \alpha_8, \dots, \alpha_{12}$  – новая группа констант, которая соответствует постоянным деформациям.

Из этого можно заключить, что при выборе конечного элемента для монотонной сходимости решения требуется, чтобы промежуточные значения функции перемещений имели члены, которые определены выражениями (6) и (7).

Если обобщённые координаты представить двумя векторами:

$$\bar{\alpha}_1 = (\alpha_1 \dots \alpha_{24}) \text{ и } \bar{\alpha}_2 = (\alpha_{25} \dots \alpha_{28});$$

то можно поле перемещений выразить в виде матрицы:

$$\bar{\Delta} = [Y_1] \bar{\alpha}_1 + [Y_2] \bar{\alpha}_2, \quad (8)$$

где  $[Y_1]$  и  $[Y_2]$  – матрицы текущих координат поверхности конечного элемента. Вектор узловых перемещений тоже принимает вид матрицы:

$$\bar{Z} = [K_1] \bar{\alpha}_1 + [K_2] \bar{\alpha}_2,$$

где  $[K_1]$  и  $[K_2]$  – матрицы узловых координат.

Вектор деформации можно выразить через базовые обобщённые координаты:

$$\bar{e} = [g] \{ [K_1]^{-1} \bar{Z} - [K_1]^{-1} [K_2] \bar{\alpha}_2 \},$$

где  $[g] = [\nabla_c] [\Delta]$ .

Применим определение внутренней энергии деформации элемента:

$$D = \frac{1}{2} \int_A \bar{e}^T \sigma dA - \frac{1}{2} \int_A \{ [g] ([K_1]^{-1} [K_2] \bar{Z} - [K_1]^{-1} [K_2] \bar{\alpha}_2) \}^T E \{ [g] ([K_1]^{-1} [K_2] \bar{Z} - [K_1]^{-1} [K_2] \bar{\alpha}_2) \} dA$$

Сделав некоторые преобразования подынтегрального выражения получим:

$$D = \frac{1}{2} \bar{Z}^T [C] \bar{Z} - \bar{\alpha}_2^T [K_2] [C] \bar{Z} + \frac{1}{2} \bar{\alpha}_2^T [K_2]^T [C] [K_2] \bar{\alpha}_2 \quad (9)$$

Здесь  $[C]$  является матрицей жёсткости элемента.

После этого, формируется модифицированная ячейка жёсткости конечного элемента:

$$[C_M] = [C] - ([C] [K_2]) ([K_2]^T [C] [K_2])^{-1} ([C] [K_2])^T \quad (10)$$

С её помощью записывается выражение для внутренней энергии деформации конечного элемента так, как принято в теории:

$$D = \frac{1}{2} \bar{Z}^T [C_x] \bar{Z}.$$

Применение конечных элементов в виде прямоугольника, впрочем, как и треугольника, неизбежно приводит к неточности результата. Это объясняется тем, что геометрия действительной оболочки и её КЭ модели разнятся. Однако применение этого метода расчёта позволяет получить наиболее достоверный результат.

#### Список используемых источников

1. Трещев, А.А. Изотропные пластины и оболочки, выполненные из материалов, чувствительных к виду напряженного состояния : монография / А.А. Трещев. – М.–Тула : РААСН : Изд-во ТулГУ, 2013. – 249 с.
2. Леденев, В. В. Оболочечные конструкции в строительстве. Теория, проектирование, конструкции, примеры расчета: учебное пособие для проектировщиков, бакалавров, магистров и аспирантов строительных специальностей / В.В. Леденев, А.В. Худяков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 272 с.
3. Золотов, А.Б. Численные и методы решения задач строительной механики. / А.Б. Золотов, В.П. Ильин, В.В. Карпов, А.М. Масленников. - М.: Изд-во АСВ, СПб.: СПбГАСУ, 2005. - 425 с.
4. Золотов, А.Б. Математические методы в строительной механике / А.Б. Золотов, П.А. Акимов, В.Н. Сидоров, М.Л. Мозгалева - М.: АСВ, 2008. - 336 с.

УДК 69.059

67.01.11: Современное состояние и перспективы развития

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И ЕВРОПЕЙСКИЙ ОПЫТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Малютин В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: vadim.malyutin.96@mail.ru*

**Малютин И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», бакалавр,  
e-mail: ilya.malyutin.1999@mail.ru*

**Киселева О.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент  
кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: kiseleva\_oa@rambler.ru*

Вопрос энергоэффективности зданий был и остается одним из приоритетных направлений в экономике России. Актуальность энергосбережения и повышение энергетической эффективности зданий обусловлена высокими затратами и постоянным ростом тарифов на энергоресурсы, который в разы опережает рост инфляции в нашей стране.

Львиная доля доходов предприятий и граждан России уходит на погашение расходов связанных с энергоресурсами, данные средства могли бы быть направлены на повышение заработной платы сотрудников и улучшение условий труда и жизни населения.

Огромное потребление энергии в свою очередь неблагоприятно сказывается на экологии. Россия находится в первой пятёрке стран в мире по выбросу парниковых газов в атмосферу

В странах Европейского Союза вопросам энергоэффективности уделяется огромное значение, поскольку стоимость энергоресурсов в разы превышает аналогичные показатели в нашей стране. За последние десятилетия был накоплен большой европейский опыт по повышению энергоэффективности в зданиях, в отдельных странах ЕС реализуется одновременно до 38 мер в жилищном секторе, а в среднем в одной стране около 10 мер:

- нормирование параметров энергоэффективности бытового оборудования с помощью стандартизации;
- госзакупки только зданий и оборудования высоких классов энергетической эффективности;
- предоставление бюджетных субсидий и льгот по налогам;
- финансирование с оплатой из счетов за энергоснабжение;
- сертификация и маркировка зданий и оборудования по уровням энергоэффективности. [1]

Для того чтобы грамотно реализовать все мероприятия по энергосбережению необходимо четкое понимание проблемы со стороны общества, а так же совместные действия законодательной и исполнительной системы власти.

В европейских странах общественность и бизнес широко заинтересованы в решение проблем энергосбережения, поскольку понимают огромную значимость и серьезность данной проблемы. Одним из последних нововведений в области энергосбережения в Европе является создание европейской комиссией «Энергетического союза». Главная задача данного союза – объединение государств-членов ЕС в решении проблем энергоэффективности и энергосбережения и обеспечение основных потребителей энергоресурсов в ЕС – домохозяйств и предприятий, доступной и безопасной энергией, также в Европе развернута большая информационная компания призывающая население экономить энергоресурсы. [1]

Для достижения высокого уровня энергоэффективности в строительстве, России необходимо перенять бесценный западный опыт и попытаться его применить в нашем государстве с учетом наших географических, политических и экономических реалиях. Это должен быть системный подход включающий в себе оптимальное сочетание архитектуры и конфигурации зданий, планировочное решение, а так же теплозащиту и теплоснабжение.

В данной статье мы рассмотрим основные способы повышения энергоэффективности зданий в России с учетом отечественного и зарубежного опытов.

Самым распространенным способом уменьшения потребления тепловой энергии является снижение теплопотерь здания. Для этого необходимо знать распределение энергетического баланса рассматриваемого объекта и связанные с ней возможности энергосбережения по различным составляющим баланса. На рисунке 1 представлен усредненный баланс тепловых потерь зданий в процентах, составленный по различным экспертным оценкам. [2]

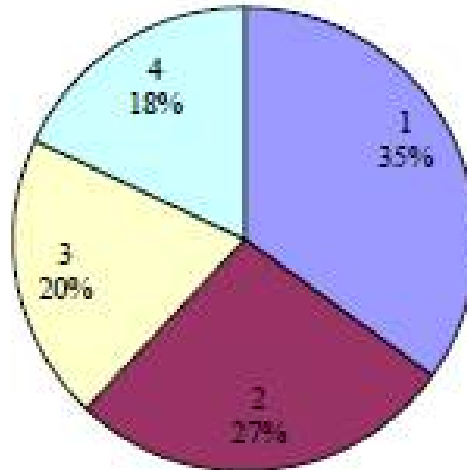


Рисунок 1 –Усредненный баланс тепловых потерь зданий: 1 - путем инфильтрации; 2 - через наружные стены; 3 - через оконные и дверные проемы; 4 - через перекрытия (1-го этажа и чердачное)

Как мы видим наибольшими потерями является инфильтрация, для того, чтобы снизить данные потери необходимо организовать современную энергоэффективную систему вентиляции.

Повсеместно воздухообмену не уделяется должного внимания, холодный воздух приходит по приточной вентиляции в дом, теплый воздух покидает дом по вытяжной вентиляции, тем самым мы «отапливаем» улицу. Самым простым и недорогостоящим способом является установка рекуператора-теплообменника, забирающий тепло у выходящего теплого воздуха и нагревающий входящий холодный воздух. Одним из самых энергоэффективных рекуператоров является роторный, представленный на рисунке 2.

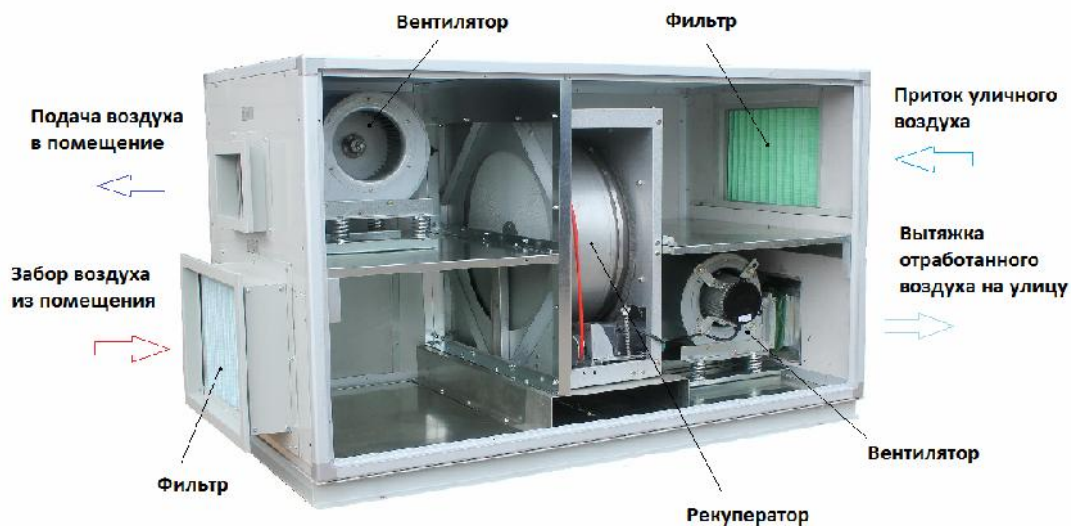


Рисунок 2 – Роторный рекуператор

Возврат тепла через данный механизм находится на отметке от 60% до 90%, из-за таких высоких показателей его окупаемость составляет до четырех лет.

На втором месте в процентном отношении тепловых потерь здания выступают потери через наружные стены. Объяснить это можно тем, что стеновые ограждения старых зданий обладают теплозащитными свойствами, которые почти в три раза меньше существующих нормативных требований. Это способствует увеличению энергопотребления и понижению уровня комфортности для жильцов. В настоящее время для снижения теплопотерь через ограждающие конструкции разработано множество технологий, связанных как с утеплением проектируемых зданий, так и улучшением теплозащитных свойств зданий старой застройки.

Утепление стен осуществляется двумя способами: снаружи и изнутри здания. Безусловно, внутреннее утепление используется гораздо реже, поскольку при этом значительно уменьшается площадь помещений, повышаются риски промерзания стен, а так же нарушается внутренний интерьер помещений. При использовании утепления стен снаружи получают следующие плюсы: наружные стены надежно защищены от сезонных и суточных температурных колебаний и воздействия осадков, точка росы смещена за конструкцию стены, а так же повышаются звукоизоляционные свойства стены. Но данный способ утепления более дорогой и требует тщательного продумывания конструктивного решения.

В настоящее время активно используются две системы наружного утепления: «мокрый» фасад и вентилируемый фасад. Первая система подразумевает под собой фасадную отделку, при которой ограждающая стеновая конструкция обшивается слоем из теплоизоляционных материалов, а в последствии отделяется различными финишными материалами. Основным недостатком такой системы является невозможность проведения работ в зимнее время года, так как технология не позволяет проводить работы при температуре наружного воздуха ниже отметки в 5°C

Альтернативой вышеуказанной системы является вентилируемый фасад, который занял свою нишу на отечественном рынке более 20 лет назад. В данном случае технология предусматривает специальную навесную систему, плиты утеплителя, ветровлагозащитную мембрану и облицовочные панели. Облицовочные панели крепятся таким образом, чтобы между ними и стеной был воздушный промежуток. Минусами таких фасадов является их значительно большой вес, что добавляет нагрузку на здание.

Порядка 20 % процентов тепловых потерь приходится на оконные и дверные проемы. На стадии проектирования многие архитекторы стараются подчеркнуть уникальность здания различным многообразием дверных и оконных проемов, делая их большими по площади и количеству, забывая про огромные теплопотери, которые они приносят зданию. Для того чтобы найти компромисс, необходимо использовать современные светопрозрачные конструкции с теплоотражающим пленочным покрытием, которое задерживает тепловое излучение и направляет его обратно в дом. Во многих существующих зданиях отсутствует остекление балконов и лоджий, что приводит к теплопотерям порядка 10% от общего количества. Также необходимо устанавливать датчики и доводчики подъездных дверей, которые являются дешевым, но достаточно действенным способом уменьшения теплопотерь через дверные проемы.

Для повышения энергоэффективности зданий необходимо устанавливать автоматизированные узлы управления отоплением, которые активно используются в странах ЕС, они не допускают «перетоп» здания и поддерживают определенную заданную температуру внутри помещений, как показыва-

ет практика, автоматизированный узел управления (АУУ) позволяет экономить около 25% – 37 % тепловой энергии и обеспечивать комфортные условия проживания в каждом помещении.

Во многих европейских странах используются бытовые приборы с классом потребления А+ или А++, а также установлены энергосберегающие лампочки и датчики света, которые значительно снижают расходы на электроэнергию.

В заключении стоит отметить, что комплекс энергоэффективных мероприятий является финансово затратным процессом и нуждается в детальной проработке, в обязательном порядке необходимо провести обследование здания и составить технико-экономическое обоснование всех запланированных мероприятий и принять решение о целесообразности проведения данных мероприятий.

#### **Список использованных источников**

1. Свиридов Е. Европейский опыт энергосбережения и повышение энергоэффективности зданий в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/4588> (дата обращения: 18.09.2020).

2. Семенова Э.Е., Карманов А.В. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. – Самара, 2015. – С. 67-68 с.

3. Королев, Д. Ю. Современные методы повышения тепловой защиты зданий / Д. Ю. Королев, В. Н. Семенов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2010. — № 3 (14). — С. 26-29. — URL: <https://moluch.ru/archive/14/1280/> (дата обращения: 18.09.2020).

УДК 624.073.5

67.11.31: Бетонные и железобетонные конструкции

### **ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ С ОТВЕРСТИЯМИ ПОД МЕХАНИЧЕСКИЕ КРЕПЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛО- И ГИДРОИЗОЛЯЦИИ**

**Мамонтов С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: kardinal61@mail.ru*

**Мамонтов А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: sansanich1409@yandex.ru*

**Ярцев В.П.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: jarcev21@rambler.ru*

В соответствии с Техническим заданием была проведена оценка изменения несущей способности железобетонной ребристой плиты покрытия размерами 5650x1485 мм. с классом прочности бетона В15 после пробуривания в теле бетона отверстий под механические крепления для гидро- и теплоизоляции с глубиной заделки 25 мм. и насквозь полки.

Размеры и армирование плиты принимались по ГОСТ 21506-2013 и типовой Серии 1.042.1-5.94 «Сборные железобетонные ребристые плиты высотой 300 мм для перекрытий многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий», что в полной мере соответствовало Техническому заданию (рисунок 1) [1, 2].

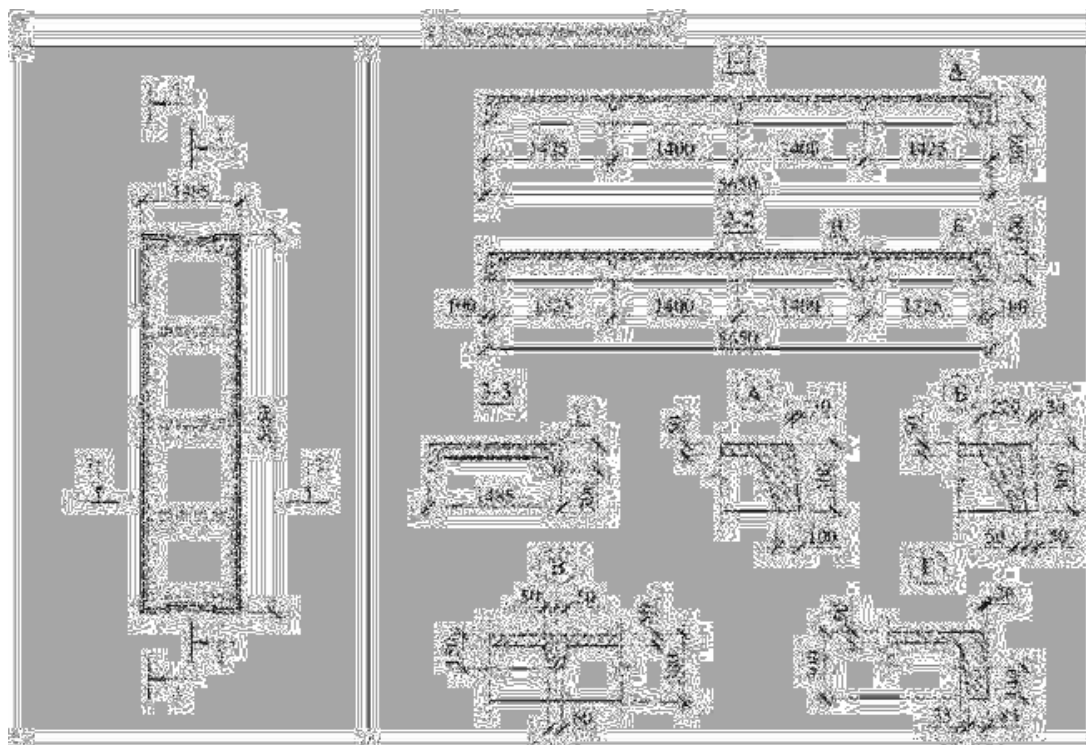


Рисунок 1 – Общий вид ребристой плиты по ГОСТ 21506-2013

Армирование плиты согласно типовой Серии следующее:

- полка плиты армируется сеткой из проволочной арматуры  $\varnothing 4$  В500 с шагом стержней 200 мм;
- армирование продольного ребра выполнено из напрягаемой арматуры 1 $\varnothing$ 12 А800;
- поперечное армирование продольного ребра выполнено в виде каркаса из стержней  $\varnothing 4$  В500 с шагом 150 мм. и 300 мм, соответственно на приопорных и средних участках каркаса;
- армирование поперечного ребра осуществляется каркасом, в котором продольный рабочий стержень выполнен из арматуры  $\varnothing 10$  А400, а поперечные стержни -  $\varnothing 4$  В500 с шагом 100 мм [3].

Согласно нормам по проектированию, оценка несущей способности железобетонной ребристой плиты покрытия проводилась по двум группам предельных состояний.

При расчете по первой группе предельных состояний оценивалась прочность нормальных сечений и прочность наклонных сечений при коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f \leq 1$  для следующих элементов: полка плиты, поперечное ребро и продольное ребро.

При расчете по второй группе предельных состояний производилась оценка трещиностойкости железобетонной ребристой плиты и определение её деформаций (прогиба) при коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1$ .

Нормативные и расчетные значения прочностных показателей бетона и арматуры представлены в таблице 1 и приняты по условиям Технического задания по СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Таблица 1

Расчетные значения прочностных показателей бетона и арматуры для предельных состояний первой и второй группы [4]

Показатель	Значение	
Бетон В15		
Расчетное сопротивление бетона для предельных состояний первой группы	$R_b = 8,5$ МПа	$R_{bt} = 0,75$ МПа
Расчетное сопротивление бетона для предельных состояний второй группы	$R_{b,ser} = 11$ МПа	$R_{bt,ser} = 1,15$ МПа
Начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении	$E_b = 20500$ МПа	
Арматура А800		
Расчетное сопротивление арматуры растяжению для предельных состояний первой группы	$R_s = 695$ МПа	



Расчетное сопротивление растяжению для предельных состояний второй группы	$R_{s,ser} = 800$ МПа	
Модуль упругости арматуры	$E_s = 200000$ МПа	
Арматура А400		
Расчетное сопротивление арматуры для предельных состояний первой группы	$R_s = 355$ МПа	$R_s = 365$ МПа
Арматура В500		
Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы	$R_s = 415$ МПа	$R_{sw} = 300$ МПа
Расчетные сопротивления растяжению для предельных состояний второй группы	$R_{s,ser} = 500$ МПа	
Модуль упругости арматуры	$E_s = 200000$ МПа	

Для сопоставления результатов оценки несущей способности плиты с прогнозируемой величиной действующих эксплуатационных нагрузок произведен сбор нагрузок на полку, поперечное ребро и продольное ребро плиты (Таблицы 2-4).

Таблица 2

Сбор нагрузок на полку плиты

Вид нагрузки	Нормативное значение нагрузки, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетное значение нагрузки, кПа
Гидроизоляция из ПВХ мембран	0,0135	1,2	0,0162
Теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС® Кровля плотностью 30 кг/м <sup>3</sup> , толщиной 150 мм	0,045	1,2	0,054
Вес полки плиты плотностью 2500 кг/м <sup>3</sup> , толщиной 50 мм	1,25	1,1	1,375
Снеговая (III район)	1,5	1,4	2,1
<b>Полная</b>	<b>2,81</b>		<b>3,545</b>

Таблица 3

Сбор нагрузок на поперечное ребро

Вид нагрузки	Нормативное значение нагрузки, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетное значение нагрузки, кПа
Конструкция кровли с теплоизоляцией	0,0585	1,2	0,0702
Вес ребра с полкой	1,321	1,1	1,453
Снеговая (III район)	1,5	1,4	2,1
<b>Полная</b>	<b>2,88</b>		<b>3,62</b>

Таблица 4

Сбор нагрузок на продольное ребро

Вид нагрузки	Нормативное значение нагрузки, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетное значение нагрузки, кПа
Конструкция кровли с теплоизоляцией	0,0585	1,2	0,0702
Вес плиты с замоноличенными швами [2]	2,7	1,1	2,97
Снеговая (III район)	1,5	1,4	2,1
<b>Полная</b>	<b>4,26</b>		<b>5,14</b>

Расчеты по первой и второй группам предельных состояний проводились по «Пособию по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004)» [5, 6].

В Техническом задании сказано, что крепление гидроизоляции и теплоизоляции осуществляется из расчета 9 анкеров на 1 м<sup>2</sup>. Площадь полки 1,3 x 1,245 = 1,62 м<sup>2</sup>, поэтому число креплений для полки принималось равным 15. Отверстия под анкера размещались самым невыгодным способом, чтобы как

можно больше креплений попало в расчетное сечение полки. Диаметр отверстий под крепление принимался равным 5 мм., а глубина отверстий 25 и 50 мм.

Схема размещения креплений и расчетное сечение полки плиты при заглублении анкеров на 25 мм представлены на рисунке 2.

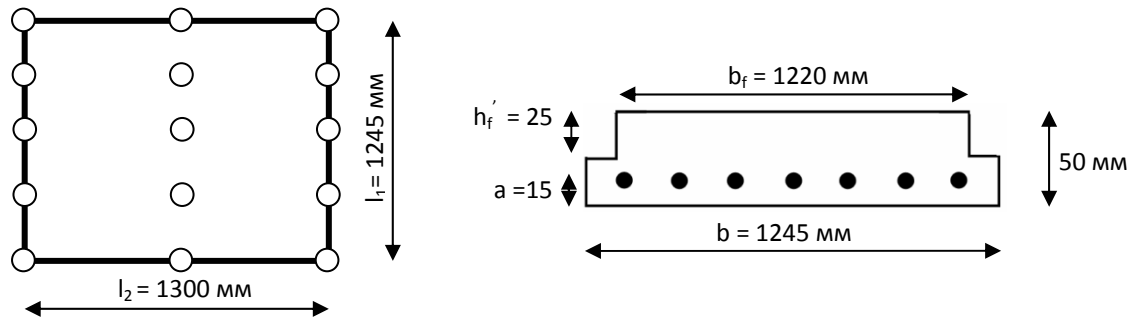


Рисунок 2 – Расчетная схема и расчетное сечение ослабленной полки

Из условия расстановки креплений для кровли в расчетное сечение поперечного ребра попадает 3 отверстия диаметром 5 мм., поэтому ширина полки будет меньше на 15 мм. (рисунок 3).

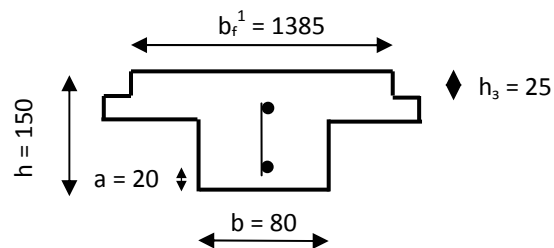


Рисунок 3 – Расчетное сечение ослабленного поперечного ребра при заделке креплений на глубину 25 мм

Расчетное сечение продольного ребра ребристой плиты представляет собой тавровое сечение с полкой в сжатой зоне, образованное двумя продольными ребрами соседних плит покрытия.

Исходя из самого неблагоприятного расположения отверстий под крепления с учетом их количества, было установлено, что в расчетное сечение продольного ребра попадает 6 отверстий диаметром 5 мм.

Принцип формирования расчетного сечения продольного ребра и расчетное сечение, ослабленное отверстиями насквозь, представлены на рисунке 4.

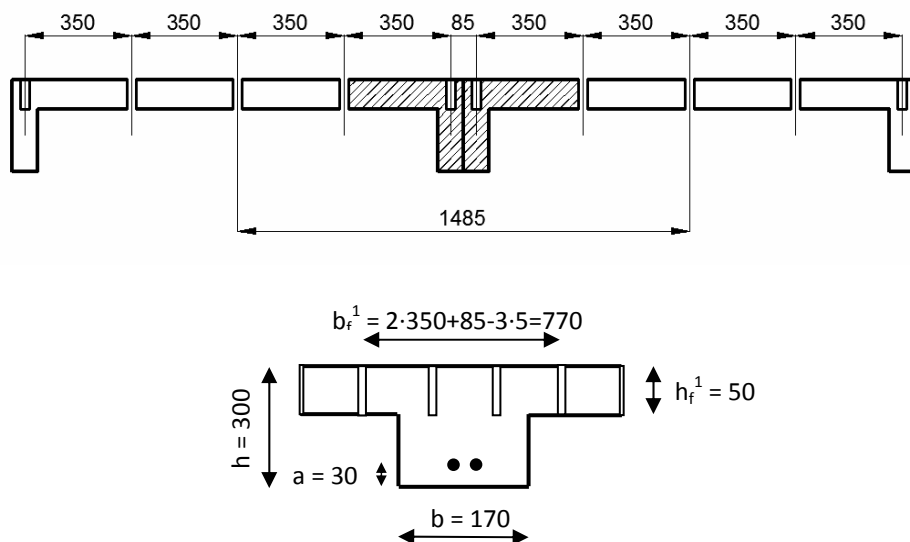


Рисунок 4 – Формирование расчетного сечения ослабленного продольного ребра при заделке креплений на глубину 50 м

Продольное ребро рассчитывалось как шарнирно опертая однопролетная балка, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой. Длина пролета  $l = 5450$  мм.

Обобщенные результаты по оценке несущей способности ребристой плиты покрытия после ослабления её сечения отверстиями под механические крепления с глубиной их заделки на 25 мм и насквозь полки представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты определения несущей способности элементов ребристой плиты

Несущая способность плиты без ослабления, кПа	Несущая способность плиты при заделке крепления на глубину 25 мм, кПа	Снижение несущей способности, %	Несущая способность плиты при заделке крепления насквозь, кПа	Снижение несущей способности, %	Расчетное значение эксплуатационной нагрузки, кПа	Нормативное значение эксплуатационной нагрузки, кПа
<b>Расчет прочности нормальных сечений полки плиты</b>						
34,22	34,16	менее 1	34,16	менее 1	3,545	2,81
<b>Расчет прочности нормальных сечений поперечного ребра</b>						
12,19	12,19	менее 1	12,19	менее 1	3,62	2,88
<b>Расчет прочности нормальных сечений продольного ребра</b>						
8,074	8,067	менее 1	7,88	2,4	5,14	-
<b>Расчет по трещиностойкости продольного ребра</b>						
4,53	4,37	3,5	4,22	6,8	-	4,26

Как видно из таблицы, снижение несущей способности в рамках первой группы предельных состояний не превышает 2,5%. При этом, исходя из планируемой величины эксплуатационной нагрузки, имеется значительный запас (около 50%) по несущей способности в случае ослабления тела бетона сквозными отверстиями.

Следует отметить, что прочность наклонных сечений при расчете по первой группе предельных состояний для всех случаев ослабления сечения плиты обеспечена.

Результаты расчета плиты по второй группе предельных состояний при действии планируемой эксплуатационной нагрузки показали следующее: для плиты без ослабления сечения прогиб составил 6,8 мм., а со сквозными отверстиями - 8,2 мм., что меньше предельного, равного 27 мм.

При расчете ребристой плиты по трещиностойкости несущая способность плит находилась через определение момента трещинообразования  $M_{cr,c}$  по геометрическим характеристикам приведенного сечения. Ширина раскрытия трещин не рассчитывалась. Видно, что снижение несущей способности в случае сквозных отверстий достигает 7%.

Несмотря на то, что планируемая величина нормативного значения эксплуатационной нагрузки практически равна несущей способности плиты со сквозными отверстиями, запас по несущей способности имеется, поскольку ребристые плиты относятся к конструкциям третьей категории трещиностойкости, согласно которой допускается образование и раскрытие трещин ограниченной ширины.

Представленные результаты теоретического исследования несущей способности ребристой плиты не позволяют в полной мере оценить реальную работу конструкции при ослаблении её сечения большим числом подобных дефектов, поскольку в расчетах принимался ряд допущений и упрощений.

Дать однозначное заключение о пригодности (непригодности) к дальнейшей эксплуатации плиты также довольно сложно, т.к. необходимо владеть информацией о её фактическом техническом состоянии на момент установки креплений для тепло- и гидроизоляции.

Уточнить результаты теоретического исследования по оценке несущей способности ребристых плит, ослабленных дискретными повреждениями, представляется возможным путем проведения натурных испытаний в соответствии с принятыми нормативными документами и регламентами.

**Список использованных источников**

- ГОСТ 21506-2013 «Плиты перекрытий железобетонные ребристые высотой 300 мм для зданий и сооружений. Технические условия».
- Серия 1.042.1-5.94 «Сборные железобетонные ребристые плиты высотой 300 мм для перекрытий многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий». Выпуск 1.

3. Серия 1.042.1-5.94 «Сборные железобетонные ребристые плиты высотой 300 мм для перекрытий многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий». Выпуск 2.

4. СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции».

5. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004).

6. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003.

УДК 69.059.7

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населенных мест

## **СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ 60-Х ГОДОВ XX ВЕКА ПРИ ЕЕ РЕКОНСТРУКЦИИ**

**Матвеева И.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: times02@yandex.ru*

**Воротилина А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: nelika98@icloud.com*

В России значительная часть населения (около 70%) является жителями городов и поселений городского типа. Жилищный фонд в РФ неоднороден по своей структуре. Существуют несколько классификаций зданий: по этажности, по материалу несущих стен, по периодам строительства и т.д. Эксплуатируемый жилой фонд составляет 2,5 млрд.кв.м, из них 10% - 4-5-этажные крупнопанельные, блочные и кирпичные жилые дома первого периода индустриального домостроения, так называемые «хрущевки» [1].

Жилой фонд в Тамбове составляет более 1962 домов, общей площадью более 5641011.22 м<sup>2</sup>, в которых зарегистрировано более 192130 человек. На основе исторического анализа застройки и натурных обследований зданий для г.Тамбова Клычниковым Р.Ю. была разработана классификация опорного жилищного фонда, в которой здания разделены на семь периодов строительства: дореволюционный (до 1917 г.); послереволюционный (с 1917 по 1932 гг.); довоенный (с 1932 по 1944 гг.); послевоенный (с 1944 по 1958 гг.); типовых домов с малогабаритными квартирами (с 1959 по 1970 гг.); домов по каталогам унифицированных изделий (с 1970 по 1990 гг.); современный (с 1990 по 2002 гг.). Согласно этой классификации, наибольшую площадь имеют здания, построенные в период с 1959 по 1990 гг., так называемый период индустриального домостроения, их общая площадь составляет 3118,1 тыс.м<sup>2</sup>, а наименьшая в дореволюционный, послереволюционный, довоенный и послевоенный периоды, суммарная площадь которых 252,5 тыс.м<sup>2</sup>.

Таким образом, многоквартирные жилые здания, составляющие опорный фонд г. Тамбова, имеют достаточно большую площадь застройки, в основном расположены в центральной его части, занимают престижные в градостроительном отношении городские земли [2]. В зданиях этой категории проживает около 120 тыс. человек, что составляет более 40% населения города. Остаточный срок службы таких зданий составляет 65-95 лет.

Актуальность обновления и реконструкции указанного жилищного фонда связана с необходимостью создания комфортных социальных условий проживания, более эффективного использования городских земель, сокращения энергопотерь, предотвращения преждевременного выбытия жилищного фонда из эксплуатации [3, 4].

Для анализа способов, повышающих плотность жилой застройки в процессе реконструкции, обследование жилой застройки вдоль ул.Мичуринской, сформировавшейся в 60-х гг. XX века. Предметом обследования являлись плотность жилой застройки, степень физического и морального износа жилых зданий, состояние благоустройства территории кварталов.

Анализ результатов проведенного обследования жилой застройки выявил следующее:

- плотность жилой застройки в среднем на 10-15% ниже нормативных величин, устанавливаемых СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений;

- благоустройство дворовых территорий имеет существенные недостатки: наблюдается потребность в «гостевых» стоянках автомобилей, на некоторых дворовых территориях отсутствуют оборудованные детские площадки и места организованного сбора бытовых отходов;

- уровень транспортного шума в дневное время в районе улицы Мичуринской составляет 60-72 дБА, что существенно превышает допустимую для жилой застройки величину 55 дБА [5, 6].

Таким образом, учитывая результаты выполненного обследования, при реконструкции 4-5-этажной застройки возможно проведение следующих мероприятий по улучшению жилой среды:

- существует возможность увеличения плотности жилой застройки за счет использования способов надстройки, увеличения ширины корпуса зданий, пристройки зданий-вставок [2];

- благоустройство дворовых пространств современными средствами архитектуры и дизайна [7, 8];

- организация «гостевых» автостоянок и мест хранения личного транспорта;

- проведение мероприятий по защите от шума на территории застройки (формирование замкнутого фронта зданий со стороны шумных улиц, устройство шумозащитных полос деревьев, создание в реконструируемых зданиях шумозащищенной планировки квартир).

Основу застройки обследуемой территории в районе ул. Мичуринской г. Тамбова составляют 4-5-этажные жилые дома типовой массовой серии 1-447. Основными несущими конструкциями зданий служат три продольные кирпичные стены и уложенные на них железобетонные многослойные панели перекрытий. Такая конструктивная схема позволяет при реконструкции получить в существующих габаритах здания квартиры, удовлетворяющие современным требованиям. В результате обследования жилой застройки было установлено, что физический износ большинства зданий не превышает 30%. Основные несущие конструкции зданий (фундаменты, стены, перекрытия) находятся во вполне удовлетворительном состоянии и имеют остаточный срок службы не менее 70 лет. Это позволяет использовать резервы несущей способности для увеличения их этажности [9].

Моральный износ зданий, составляющих опорный фонд обследуемых кварталов, превышает 30%. Основными недостатками всех квартир в домах первых типовых серий является малая площадь кухонь, совмещенные санузлы, проходные комнаты, недостаточная площадь прихожих и отсутствие кладовых. Общий моральный износ здания суммируется по совокупности перечисленных характеристик, не соответствующих действующим нормам [10]. Немаловажным является и тот факт, что районы массовой жилой застройки, сформировавшиеся в период с конца 50-х до середины 70-х годов XX века, имеют невыразительный архитектурный облик. Рассмотренные далее способы увеличения плотности жилой застройки при ее реконструкции позволят также улучшить внешний облик отдельных зданий и застройки в целом.

Основными методами реконструкции зданий, позволяющими увеличить плотность жилищного фонда и городской застройки, являются надстройка зданий, пристройки и здания-вставки. Пристройки и здания-вставки осуществляют для устранения разрывов между зданиями, либо для увеличения ширины корпуса отдельных зданий.

Существует три возможных способа, с помощью которых осуществляют пристройки к зданиям. Наиболее популярными являются методы, заключающиеся в том, что новый объем пристраивают в торец или сбоку здания. Также за счет пристройки увеличивают ширину корпуса. Виды пристроек к существующим зданиям представлены на рис. 1.

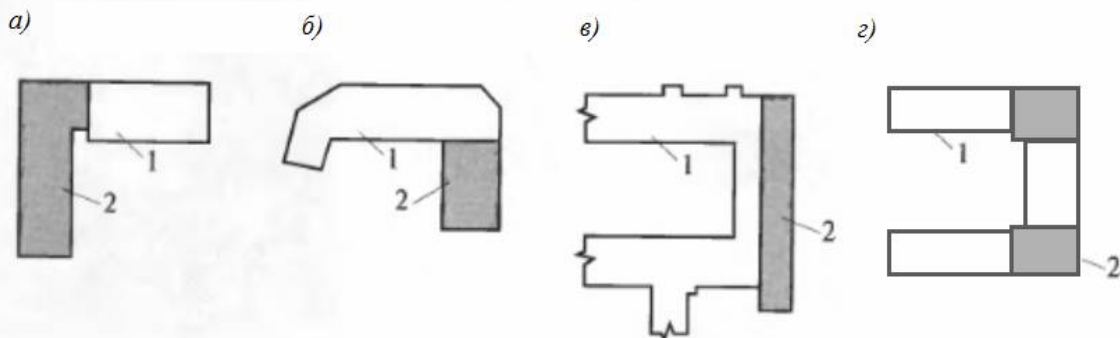


Рисунок 1 – Виды пристроек к существующим зданиям:

а) в торец здания, б) сбоку здания, в) расширение корпуса здания, г) пристройка;

1 – существующее здание; 2 – пристройка

Здание-вставка применяется при необходимости закрытия разрыва между зданиями. Вставки между жилыми домами позволяют получить дополнительные объемы жилых и нежилых помещений,

что может существенно увеличить плотность застройки. При реконструкции жилых зданий, построенных по типовым проектам первого поколения, могут использоваться следующие приемы формирования жилых групп с помощью зданий-вставок. Возможные варианты представлены на рис.2. Вариант «а» применяется в случае, когда плоскости фасадов обращены друг к другу. Если же плоскости фасадов смещены относительно друг друга, то применяются вставки по схемам «б» и «в». При близкой постановке зданий торцами друг к другу применяются схемы «г» и «д».

Выбор того или иного варианта зависит от характера существующей застройки и градостроительной ситуации в реконструируемом квартале. В случае удачного и обоснованного применения зданий-вставок и пристроек можно получить градостроительный комплекс, объединяющий старые и новые архитектурные формы, улучшающий качество и повышающий комфортность городской среды [4, 11].

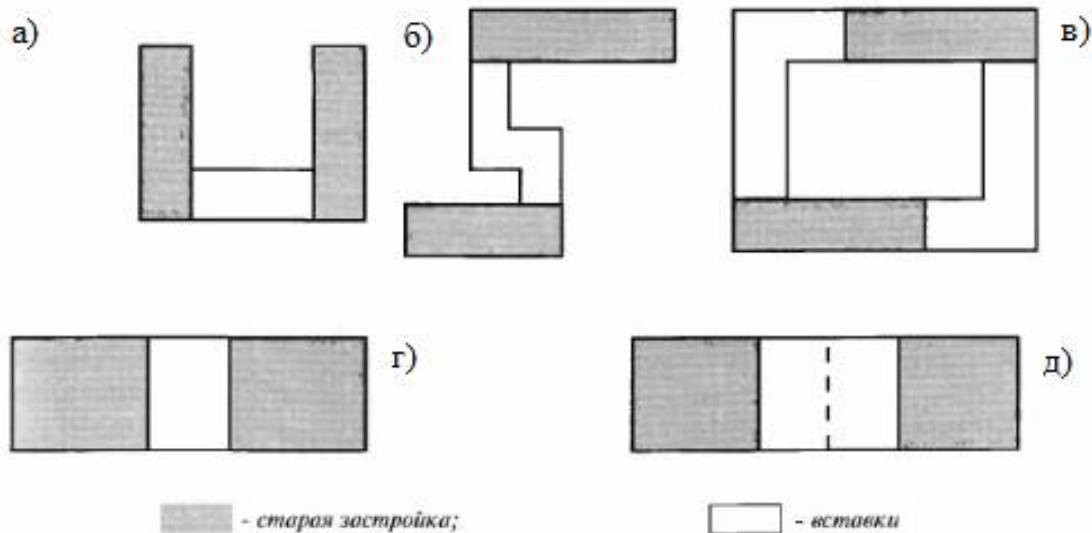


Рисунок 2 – Схемы использования зданий-вставок при формировании жилых групп:

- а) вставка для замыкания открытой стороны двора; б) Г-образная вставка; в) организация замкнутой жилой группы; г) вставка самостоятельного здания; д) удлинение существующих зданий

Увеличение объема здания и его общей площади возможно также с использованием надстройки. Различают два типа конструктивных схем надстроек. К первому относят реконструкцию с восприятием нагрузки от надстраиваемых этажей на старое здание, при этом количество надстраиваемых этажей ограничивается 1-2 или используется мансардные надстройки из-за их относительно небольшой нагрузки на нижележащие конструкции. Второй способ предполагает передачу массы надстраиваемых этажей на самостоятельные фундаменты или опирание на самостоятельные опоры по методу «фламинго».

Поскольку запас несущей способности пятиэтажных домов массовых серий первого поколения недостаточен для восприятия нагрузки от надстраиваемых этажей, целесообразно при реконструкции зданий использовать способ увеличения этажности домов без увеличения нагрузок на их несущие конструкции (обстройка существующего здания с устройством над ним платформы на самостоятельных опорах и фундаментах по методу «фламинго»). В результате использования этого приема можно добиться увеличения общей площади здания более чем в 2 раза без уплотнения застройки и запроектировать квартиры, соответствующие современным требованиям комфортности. Надстройка возможна даже на плотно застроенной территории, что способствует интенсификации использования дорогостоящей городской земли.

Еще одним способом, повышающим плотность застройки в существующих жилых кварталах, является создание так называемых «ширококорпусных» жилых домов. В отличие от принятых в строительной практике 60-70- гг. XX века зданий с шириной корпуса 11-12м, ширококорпусные здания ориентированы на ширину 18-20 м. Такая ширина корпуса позволяет сократить количество тепловых потерь из здания за счет увеличения площади здания при почти не изменившейся площади наружных стен, увеличить полезную площадь квартир путем использования неосвещенной центральной части квартиры для размещения холлов, коридоров, кладовых и т.п. Уширение корпуса существующего здания создается за счет обстройки его объема в монолитном или сборно-монолитном исполнении. Новая и старая части здания соединяются гибкими связями



и работают автономно с независимой передачей нагрузок на грунт, а планировочные решения становятся общими для всего здания.

При проектировании реконструкции жилых зданий типовых массовых серий необходимо использовать вышеперечисленные способы и приемы только после всестороннего анализа планировочных и конструктивных особенностей и технического состояния каждого конкретного здания, учитывая при этом градостроительные, климатические и экономические условия региона строительства.

Для зданий, составляющих основу обследованных жилых кварталов, нами предложено несколько вариантов реконструктивных мероприятий, способных повысить плотность жилого фонда городской застройки рассматриваемого периода (см. рис.3).

Как сказано ранее, одним из эффективных способов увеличения плотности застройки и создания замкнутых, защищенных дворовых пространств являются здания-вставки между существующими домами. Во «вставках» возможно организовать как предприятия социального обслуживания, так и квартиры увеличенной площади. Кроме того, здания-вставки благодаря их различным высотам и структуре плана позволяют разнообразить архитектуру жилой застройки и расставить объемные и высотные акценты. Нами предложен вариант 9-этажной «вставки» между зданиями, выполненной в монолитном железобетонном каркасе с поэтажно опирающимися на перекрытия самонесущими трехслойными стенами.

Достаточно высокий градостроительный и архитектурный эффект дает реконструкция зданий с увеличением этажности. Согласно предложенному нами варианту, надстройка 4-этажного кирпичного здания до 9 этажей выполняется по ненагружающей схеме, когда нагрузка от дополнительных этажей воспринимается отдельными монолитными пилонами и колоннами, установленными на собственные фундаменты, не связанные с несущим остовом реконструируемого здания. Перекрытие новой части дома, расположенное над покрытием существующего здания, отделено от него воздушным зазором, исключающим возможность передачи нагрузок от вышерасположенных новых этажей на старую часть дома при осадочных деформациях. Такое конструктивное решение дает возможность устройства надстройки с большей шириной корпуса, чем основной объем реконструируемого здания.

Последним из предлагаемых вариантов реконструкции массовой жилой застройки в районе ул. Мичуринской является увеличение ширины корпуса здания с пристройкой дополнительного пролета со стороны дворового фасада. Это позволит создать так называемое «энергоэкономичное» жилое здание, сократить потери тепла через ограждающие конструкции, увеличить общую площадь здания, разнообразить архитектурный облик жилой застройки за счет пристройки эркеров, лоджий, отделки фасадов. Каждая квартира в реконструируемом здании может иметь остекленную лоджию шириной не менее 1,2м, эркер, кухню площадью более 9 кв.м. Общая площадь квартир увеличивается в 1,5 раза. Кирпичные стены пристраиваемых объемов опираются на фундаменты из буронабивных свай, перекрытия железобетонные (сборные или монолитные).

а)



б)



Рисунок 3 – Проект реконструкция жилой застройки вдоль ул.Мичуринской в г.Тамбове  
а) развертка ул.Мичуринской до реконструкции; б) развертка ул.Мичуринской после реконструкции

Приведенные возможные варианты реконструкции жилых домов первых массовых серий показывают многообразие решений по модернизации зданий с изменением архитектурного облика застройки и значительным приростом жилых площадей. Но выборочная реконструкция отдельных

зданий не позволяет решить проблемы развития существующей застройки. Поэтому для создания комфортных условий проживания населения в районах массового строительства необходимо использовать концепцию реконструкции пятиэтажных жилых кварталов, предложенную акад. Булгаковым С.Н., суть которой состоит в комплексном градостроительном подходе с учетом физического и морального износа жилых домов, градостроительной и историко-культурной ценности участка застройки [1]. Применение данной концепции на территории г.Тамбова позволит сократить расширение границ города на ближайшие 15-20 лет, исключив тем самым затраты на отчуждение отдаленных территорий под жилищное строительство.

#### Список использованных источников

1. Булгаков С.Н., Виноградов А.И., Леонтьев В.В. Энергоэкономичные ширококорпусные жилые дома XXI века / Научное издание: М. Издательство АСВ, 2006 – 296 с.
2. Яковлева К.Е., Кузнецова Н.В. Реконструкция жилого квартала 60-70-х годов XX в. по ул. Пионерской г. Тамбова // Безопасный и комфортный город. Сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции молодых учёных. 2017. С. 66-68.
3. Монастырев П.В., Клычников Р.Ю., Кожухина О.Н. Проблемы термомодернизации зданий жилищного фонда Тамбовской области. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. - № 11(25). – С.161-165.
4. Петрянина Л.Н., Дерина М.А., Монастырев П.В. Реконструкция городской среды: новая и сложившаяся застройка // Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 4 (29). - С. 83-86.
5. Андрианов К.А. Изменения транспортных ситуаций в средних по численности городах России и оценка их воздействий на окружающую среду (на примере г. Тамбова) / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, В.И. Леденев // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. - Т.II. - С. 7 - 11.
6. Андрианов К.А. Исследование влияния шума от автомобильного транспорта на городскую застройку в местах транспортных пересечений с учетом их уровня загрузки / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства: междунар. науч.-практ. конференция. 2016. - С. 257-261.
7. Pakhomova, E.G., Jezersky, V.A., Monastyr, P.V., Kuznetsova, N.V. The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 789(1),012048.
8. Яковлева К.Е., Кузнецова Н.В. Проблемы организации общественно-коммуникативных точек в сложившейся жилой застройке города // Творчество и современность. 2018. № 1 (5). С. 102-107.
9. Леденев В.И. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: монография / В.И. Леденев, П.В. Монастырев, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. – 97 с.
10. Макаров А.М. Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбова / А.М. Макаров, В.М. Сафонова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 6-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. – С.460-462.
11. Афанасьев А.А. Реконструкция жилых зданий. Ч. 2. Технологии реконструкции жилых зданий и застройки. – М.: Стройиздат., 2008.

**ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТАМБОВА****Миронов Д.А.,***ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: dannilon@mail.ru***Умняков А.М.,***МБУ «Спецдорсервис», инженер,  
e-mail: andr-umnyak@yandex.ru*

Особенности географического положения Тамбова самым естественным образом вытекают из геологических условий формирования городской территории. Строение осадочных пород, место территории города в геологическом районировании ещё более усиливают зависимость города, жизни в нём от нормального функционирования всех систем водоотведения и, прежде всего, природных. Территория Тамбовской области находится на фундаменте Великой Русской Кристаллической Платформы, покрытой чехлом осадочных пород мощностью от 300 до 2500 м в направлении с юго-запада на юго-восток. По фундаменту территории области с северо-запада на юго-восток с поворотом на юг проходит глубокий прогиб, и территория города находится почти на линии излома.

Восточная половина Тамбовской области является западным склоном Приволжской возвышенности, по краю которой протекает река Цна, а также расположен город Тамбов (фактически у края её подошвы), именно этим и объясняется аномальная крутизна левого берега реки Цны. В настоящее время отмечается устойчивая тенденция опускания до 10 мм в год Тамбовской равнины и подъём на такую же высоту Приволжской возвышенности. Поэтому вместе с этим подъёмом происходит подъём 1-го водоносного слоя Приволжско-Хоперского артезианского бассейна, который значительно мощнее бассейна под территорией города. На территории города действуют 4 водосборных бассейна. Перепад высот рельефа местности от 176 до 108 м. Западная, северная и южная части города выше восточной, что и определяет направление движения водных масс по территории города: с севера, северо-запада, запада, и юго-запада на восток, юго-восток и северо-восток – к реке Цне.

На рисунке 1 представлена карта водосборных бассейнов г. Тамбова. Самую большую площадь водосбора (с перепадом высот до 55 м) имеет река Студенец [1, 2, 3]. Немного уступает ему водосборный бассейн реки Жигалки. Но здесь мы имеем дело фактически с тремя водосборными бассейнами: реки Жигалки и её притоков – реки Паники и ручья Ржавец. Каждый из них имеет свои особенности. Прохождение водных масс по Жигалке и Ржавцу носит достаточно спокойный характер ввиду не очень крутого перепада высот между истоками и устьем. Но этого нельзя сказать о реке Панике. Овраг русла реки (даже засыпанный) поражает мощностью и глубиной. Очень важен для города водосборный бассейн ручья Безымянный. Изначально он не был таким, как сейчас. Площадь бассейна приросла за счёт ливневых коллекторов, забравших часть водных масс от бассейна Студенца.

Урбанизация привела к сокращению водосборного бассейна реки Чумарса. Но важность работы реки для города только повышается. Огромные водные потери промышленного района выводятся из города через её долину. Строительство северной части города настоятельно требует решения вопроса о водоотведении поверхностных стоков через новый транзитный коллектор в виде оставшегося лога долины старинной реки Пяшкильки, выводящей водные массы через с. Донское в реку Цну. Без учёта роли водосборных бассейнов невозможно наметить верную стратегию по развитию систем водоотведения на городской территории.

Город Тамбов расположен и развивается в котловине, примыкающей к пойме реки Цны. При этом следует отметить, что перепад высот между кромками котловины, составляет с севера и запада от 40 до 70 метров, а с южной и юго-западной – от 28 до 55 метров на расстояниях от 3 до 7 км. Этим обуславливается важнейшее отличие котловины, в которой разместился город, от окружающих местностей. Все они сбрасывают на городскую территорию излишки воды, приходящую на их долю, как поверхностной (из атмосферных осадков), так и грунтовой (накопленной в результате инфильтрационных и глубинных геологических процессов).

Избежать образования на месте котловины огромного болота позволило действие трех взаимосвязанных и зависимых факторов-сил:

- 1) действие вод реки Цны, уносящих и увлекающих силой своего течения снисходящие в котловину воды;
- 2) сформировавшаяся за последующее время густая сеть дренажных каналов в виде речек и ручьев, с образованием мощных овражных русел-каньонов в силу структурной слабости как склоновых, так и продольных грунтов котловины;
- 3) огромный перепад высот на столь небольших расстояниях и относительно скромный масштаб по площади её, что позволяет достаточно быстро избавляться от излишнего обводнения [4, 5, 6].

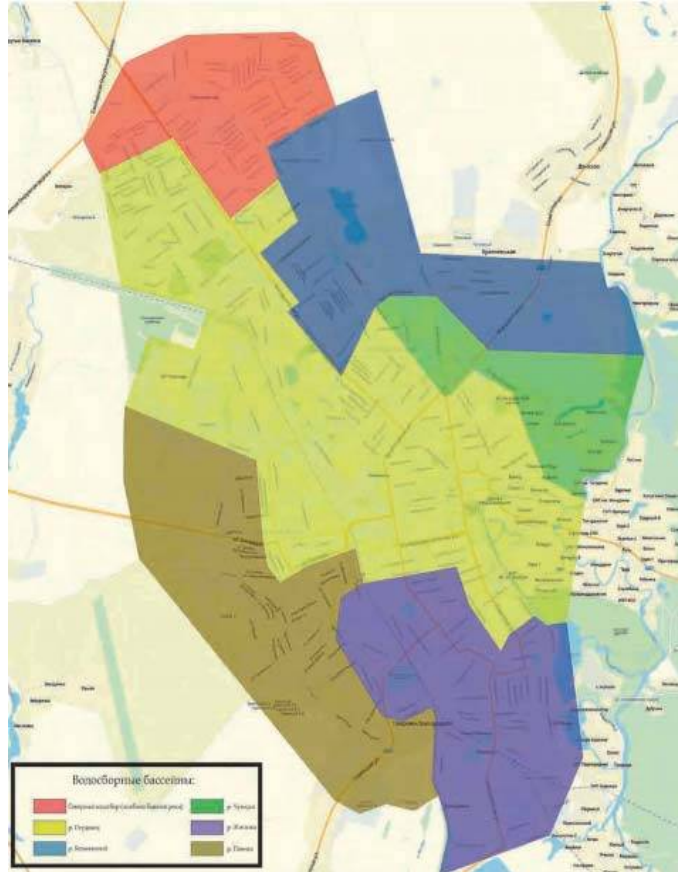


Рисунок 1 - Карта водосборных бассейнов г. Тамбова

Дополнительным фактором стало зарастание котловины густым лесом, с довольно небольшими болотно-кустарниковыми участками, в основном по глубоким низовым болотам и поймам речек. Обильная растительность не только стимулировала масштабное испарение вод, но и выступала мощной охранной силой существующего дренажа, не позволяя водам окончательно размыть слагающие грунты и сдвинуть их в пойму Цны.

Действие на с территории города (92 кв. км) 9 речек и более 60 ручьев в достаточной степени дренировало её для произрастания леса и обеспечению кормовой базой многочисленных диких животных и птиц. А пробитые водостоками огромные овражные русла, подобно каньонам рассекали котловинную местность. Глубиной от 3 до 28 метров (самые мощные на р. Чумарсе, Студенце, Гремянке, Студенце-Гремячке, ручьи Студенецких Вершин и притоках р. Гудни и Липовицы) и шириной долин до 200 метров, кое где сохранившиеся в почти первозданном виде до наших дней, сформировав сеть оврагов, превращали территорию в весьма своеобразное место: изломанное холмами и ровными участками, со всех сторон рассечёнными ложами и лощинами ручьев и речек.

Таким образом, город встал и вырос в очень живописном, но проблемном для любого масштабного устройства месте. Дополнительным затруднением стало уклонение вод реки Цны от стен города по происшествии немногим более века от основания. Речной насос, откачивавший воды, сброшенные в котловину окрестностями, стал работать с перебоями, что породило застойность вод и дополнительное заболачивание как самой котловины, так и поймы р. Цны у города и проявилось в распространении печально известных тамбовских малярийных лихорадок, от которых страдали и люди и животные.

Первые меры, направленные на отведение поверхностных сточных вод с территории города, были предприняты в 90-х годах 18 столетия, когда по всем улицам, но прежде всего, по главным – Долгой, Астраханской, Широкой – были проложены каналы. Постепенно формировалась рукотворная дренажная сеть, работавшая в дополнении к природной. С Державинских времен стали уделять внимание очистке русел рек и ручьев, протекающих через городскую территорию, было запрещено сваливать навоз и разный мусор в р. Цну и малые водоемы. В то же время стали планомерно засыпать многочисленные болота, как в черте города, так и окрестности. Заработал канализационный обвод. Главными объектами отсыпок стали болота на Сенной площади и вокруг её, за Моршанской и Московской Заставами.

В 1839 году было проведено нивелирование городской территории относительно поверхности реки Цны. Были выявлены самые высокие и низкие местности города. Это позволило усовершенствовать действующую сеть сточных канав, спроектировать уклоны тротуаров и дорог. В этом же году архитектор губернского строительного отделения М.Ф. Мейшер составил «План осушения грунта губернского города Тамбова, а равно устройство тротуаров и мостовых». Была прекращена практика засыпки русел ручьев для переездов и переходов без водопропусков. Повсеместно стали сооружаться мосты и мостики, деревянные водопропускные трубы.

Тамбов начали мостить с 1822 года, но первые результаты проявились лишь во второй половине 40-х годов 19 века, когда в дополнение к действующей и постоянно совершенствовавшейся системе городского водоотведения были проведены сложные и масштабные работы по сооружению Обводной канавы по Валу (ул. Обводная / Пролетарская), названной впоследствии Центральным водоотводным каналом Тамбова. Общая длина канала равнялась 3014 п.м., средняя глубина – 3м, ширина по дну – 4,3м, а по верху от 12 до 14м. На дне канала работали родники. Сброс излишков воды осуществлялся в двух направлениях: на юг от моста Воронежской Заставы вдоль ложины р. Ржавец до моста Астраханской Заставы в общее русло всех ручьев Ржавца, превращавшихся в том месте в полноводную речку, и на север по восточной стороне Вала (в южном направлении канал был проложен по западной стороне Вала) в р. Студенец.

Поворотным моментом в развитии города явилось сооружение трассы железной дороги и станционного вокзала. Однако трасса и обслуживающие станционные сооружения, и производства сломали природную гидрологическую систему местности. Водостоки западной и северо-западной части котловины были частично отрезаны от своих старых русел и их воды поставлены на подпор (ручей Ласковский, речка Студенец-Гремячка, ручей Полинковский/Знаменский), а частично перенаправлены на иные маршруты (ручьи Лесной, Ямской, Малый Ржавец, Ржавчик и др.). В результате городская территория получила дополнительные объемы воды в районе Успенского кладбища и большей части ул. Знаменской, а также в пойму, и без того переувлажненную, ручьев Ржавца, что осложнило сток с улиц Дворянской, Обводной, Базарной.

Первая система ливневой канализации (по проекту архитектора Мейшера) появилась в городе в 1869 г. От угла ул. Знаменской/Октябрьской с Дворцовой/Советской по Дворцовой до Державинской была оборудована с замощением открытая канава, а далее по направлению к улице Дворянской/Интернациональной проложена подземная труба с выходом в острожный ров у Горбатого моста.

Несмотря на все сложности по устранению последствий нарушения гидрологии местности в результате строительства трассы ж/д и прироста города западными и южными участками, ежечасное внимание, со стороны городского правления и неустанные труды всего сообщества, к 1914 году наступила определенная балансировка. Градостроители знали слабые места и стремились развивать город с учётом местных реалий. Нарботанный опыт позволял успешно купировать проблемы излишнего обводнения территории. Переход на качественно новый уровень благоустроительных работ являлся всего лишь делом времени. Но все планы сломала I мировая война, а окончательно свела на нет революция с последующим Октябрьским переворотом и уничтожением всего прежнего общества, в том числе и того, что наладило обустройство Тамбова.

Индустриализация, пришедшая в город во 2-ю пятилетку, открыла процесс урбанизации территории, в ходе которого её гидрология претерпела радикальные изменения. Урбанизация территории города началась с отсыпки припойменной части реки Цны искусственной площадки, известной сегодня как Северная Промзона. К 1938 году индустриальная площадка была соединена с трассой ж/д своей промышленной ж/д веткой, которая и стала главной причиной слома прежнего гидрологического режима. Отсыпка полотна промышленной ж/д линии нарушила циркуляцию важнейших гидростокков территории. Перестал функционировать мостовой переход по пропуску вод правостороннего притока Студенца – Студенца-Гремячки, им «предложили» движение на юг и на север вдоль полотна ж/д – в трубопроводные переходы для потоков Знаменского и Лесного ручьев и ручьев Гремячки соответственно. Долину реки Студенец насыпь разрезала на две части, с

организацией, правда, тоннельного перехода, но это не спасло от подпора северных вод и потери ими энергии для самоочищения речного русла.

Позднее построили ещё одну локальную промышленную ветку ж/д в Западной части города, которая еще в большей степени ухудшила естественные и рукотворные водоспуски по лощинам ручьёв Верхового, Полынковского, Нагорного и других, сливавшихся в общий водосток Знаменского ручья (почти параллельно ул. Товарной/Гастелло). Ветка отсекла истоки реки Паники по ул. Светлой и прекратила процессы самоочищения русла ниже по течению (завышение пропускных труб под ул. Гастелло и Воронежской окончательно заблокировало свободный водоспуск поверхностных вод из этого водосборного бассейна, что немедленно сказалось на заиливании реки Периксы/Жигалки и заболачиванию юго-западных окраин). А само прохождение по верховьям многих ручьёв и, прежде всего, речки Студенец-Гремячки, где в древние времена стоял Бастион, превратило водообразование потоков в беспорядочные исходы в разные стороны, ломая всю традиционную (природную) систему их схода по рельефу местности. Пострадал и водооборот ручья Гремянки, поскольку была полностью перекрыта южная часть отрогов оврага, а глиняный карьер, с изъятием слоёв суглинков с верхней части местности, стал практически огромным водовсасывающим колодезем.

К 50-летию Великого Октября на русле речки Студенца, главного дренажа города, встала плотина в виде стадиона «Ревтруд» («Спартак»). Уже в ноябре 1967 года грунтовые воды во всей старинной части города пошли вверх, к поверхности, затапливал подвалы и цокольные этажи. Проработка последствий этого подъёма грунтовых вод привела к разработке и осуществлению комплексной городской программы по строительству систем ливневой канализации и дренажа наиболее проблемных участков, осваиваемых сооружениями производств. Таких, например, как заводы «Полимермаш» и Тамбовмаш, «Ревтруд» и Нефтебаза.

Урбанизация территории в эти годы привела к массовым отсыпкам грунтов и изменению природного рельефа местностей. Были снесены сотни мостов, засыпаны десятки километров канав, множество болот и озёр. Шло самое масштабное в истории города выравнивание его старинной части территории. Её прорезали дороги и инфраструктурные сети. И те и другие практически не считались с гидрологическими и грунтовыми особенностями местности, повсеместно создавая заторы и водяные застои. Уничтожение природных дренажных каналов территории пришлось компенсировать строительством сложных систем ливневой канализации, как общегородской, так и локальных систем на предприятиях. Но сравняться с естественным дренажом эти системы не могут в принципе: у них отсутствует в полном объёме сбор поверхностных вод на подконтрольной площади, и они не в состоянии принимать боковые и низовые водостоки.

В настоящее время по территории г. Тамбова [1, 2, 3] проходит около 51 км сетей ливневой канализации закрытого типа, а также более 23 км открытых водостоков. Следует отметить, что на балансе организации, занимающейся содержанием уличной дорожной сети г. Тамбова, числится около 47 км сетей с общим числом смотровых и дождеприемных колодцев, а также выпусков в водные объекты более 1500 штук. Водоотводные канавы и лотки преимущественно располагаются в частном секторе города (около 90%). Также на городской территории функционирует более 10 км промышленных линий ливневой канализации, в данный момент уже ликвидированных предприятий, около 10 км не переданных в эксплуатацию и бесхозных объектов. Общая протяжённость действующих промышленных ливневых сетей канализации не известна, так как схемы сетей, как и сами предприятия, находятся в частной собственности или собственности министерства обороны.

Следует отметить, что фактическое обеспечение городских улиц ливневой канализацией составляет менее 12%, а существующая сеть трубопроводов практически не развита. Большая часть (около 60%) ливневых коллекторов эксплуатируется с неудовлетворительным качеством и зачастую заилена, что не позволяет их использовать на проектных мощностях.

Для решения проблемы подтопления территорий города Тамбова необходима разработка и реализация общегородской программы реконструкции и нового строительства искусственных водоотводных систем – ливневой канализации и открытых водостоков. При этом следует обратить особое внимание на излишнее оводнение южной части города, а также всего водосборного бассейна системы ручьёв Ржавец. В дополнительной проработке по избавлению от излишков поверхностного стока нуждается вся осваиваемая северная часть города.

#### **Список использованных источников**

1. Белов, С.В. Проблема водоотведения грунтовых и поверхностных вод / С.В. Белов, А.В. Воротилин, К.А. Андрианов // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Тамбов. 2019. С. 182-188.



2. Белов, С.В. Тамбов – город на Цне. Особенности формирования и развития территории в условиях котловины на старице реки Цны / С.В. Белов, В.И. Торговченков, Ю.И. Попов, А.Г. Юрин; МБУ «Спецдорсервис»; 2-е изд., испр. и доп. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм; Буаке; Варна: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2019. – 248 с.

3. Белов, С.В. Тамбов – город на Цне. Проблемы водоотведения в истории формирования и развития городской территории / С.В. Белов, Ю.И. Попов, А.Г. Юрин; МБУ «Спецдорсервис». – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2017. – 188 с.

4. Белов, С.В. Текущее состояние работ по ремонту и содержанию улично-дорожной сети г. Тамбова / С.В. Белов, А.В. Воротилин, К.А. Андрианов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. - С. 415-417.

5. Крайний, В.А. Предложения по развитию улично-дорожной сети г. Тамбова в условиях роста автомобилизации / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. - Пенза. 2019. С. 143-146.

6. Сальников, С.А. Основные направления развития улично-дорожной сети г. Тамбова / С.А. Сальников, К.А. Андрианов, Ю.А. Зарапин // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов. 2017. С. 339-344.

УДК 699.844

67.03.05: Строительная физика

## **ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ЛЕГКИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

**Монич Д.В.,**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,*

*канд. техн. наук, профессор кафедры архитектуры*

*e-mail: dmitriy.monich@mail.ru*

### **1. Требования, предъявляемые к ограждающим конструкциям зданий**

Ограждающие конструкции формируют объемно-планировочную структуру зданий и являются важнейшими конструктивными элементами. Наружные ограждающие конструкции можно назвать «внешней оболочкой здания», а внутренние ограждающие конструкции – «оболочками помещений». Данные «оболочки» должны защищать людей, находящихся в помещениях зданий, от неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе, от повышенных уровней шума.

Рассмотрим внутренние звукоизолирующие ограждения (стены, перегородки). При их проектировании необходимо учитывать комплекс требований безопасности и рациональности конструктивных решений. Он назначается с учетом общей функции здания и функций отдельных помещений:

1) выполнение комплекса требований Федерального закона №384 от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»:

1.1) выполнение основных требований к ограждающим конструкциям зданий:

- обеспечение прочности, устойчивости, долговечности (параметр П1);
- обеспечение огнестойкости (параметр П2);
- обеспечение звукоизоляции от воздушного шума (параметр П3);
- обеспечение влагостойкости (для влажных помещений), параметр П4;

1.2) Выполнение специальных требований к ограждающим конструкциям зданий, при необходимости:

- обеспечение звукопоглощения (для зальных помещений; для помещений с источниками шума), параметр П5;
- обеспечение радиационной защиты (для специальных помещений), параметр П6;

2) выполнение комплекса требований по рациональности конструктивных решений:

2.1) уменьшение нагрузок на несущие конструкции зданий:

- уменьшение поверхностной плотности ограждающих конструкций,  $\mu$ , кг/м<sup>2</sup>;

2.2) уменьшение площади, занимаемой ограждающими конструкциями:

- уменьшение толщины ограждающих конструкций,  $h$ , м.

Данный комплекс требований можно записать в виде выражения:

$$\begin{cases} \Pi_p (\Pi 1; \Pi 2; \Pi 3; \Pi 4) \geq \Pi_{тр} (\Pi 1; \Pi 2; \Pi 3; \Pi 4); \\ РКР = \Pi_p (\Pi 5; \Pi 6) \geq \Pi_{тр} (\Pi 5; \Pi 6); \\ КР_n (\mu; h) \leq КР_a (\mu; h), \end{cases} \quad (1)$$

где  $\Pi_p$  – расчетные значения основных и специальных параметров;  $\Pi_{тр}$  – требуемые (нормативные) значения основных и специальных параметров;  $КР_n$  – критерии рациональности новых конструктивных решений ограждающих конструкций;  $КР_a$  – критерии рациональности конструктивных решений существующих аналогов;  $\mu$  – поверхностная плотность ограждающей конструкции,  $кг/м^2$ ;  $h$  – толщина ограждающей конструкции, м.

На рисунке 1 представлена классификация звукоизолирующих вертикальных ограждающих конструкций (стены, перегородки), выполненная с учетом требований СП 275.1325800.2016 «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции», СП 51.13330 «Защита от шума». С учетом данной классификации был проведен анализ соответствия фактической звукоизоляции различных типов вертикальных ограждающих конструкций зданий нормативным требованиям. Для этого проводилось сравнение фактического индекса изоляции воздушного шума ограждениями ( $R'_{и}$ , дБ) с требуемыми значениями ( $R_{итр}$ , дБ). Фактические значения звукоизоляции были получены в результате натурных измерений, которые проводились сотрудниками кафедры архитектуры ННГАСУ в период с 1999 г. по 2020г. в г. Нижнем Новгороде и других населенных пунктах Нижегородской области.

По результатам проведенного анализа было установлено, что три типа вертикальных ограждающих конструкций имеют наибольшие отклонения фактической звукоизоляции от нормативных требований:

- 1) сэндвич-панели(перегородки и наружные стены): для 75% – 84% исследованных ограждений;
- 2) каркасно-обшивные ограждения (перегородки и наружные стены): для 62% – 74% исследованных ограждений;
- 3) однослойные и двойные легкие ограждения со связью по контуру (однослойные межкомнатные перегородки и двойные межквартирные стены): для 100%исследованных ограждений.

Разброс значений по отклонениям звукоизоляции вызван различными типами зданий, в которых размещались исследованные ограждения (каркасные здания с железобетонным каркасом; каркасные здания с легким стальным каркасом (коттеджи); здания с несущими стенами).

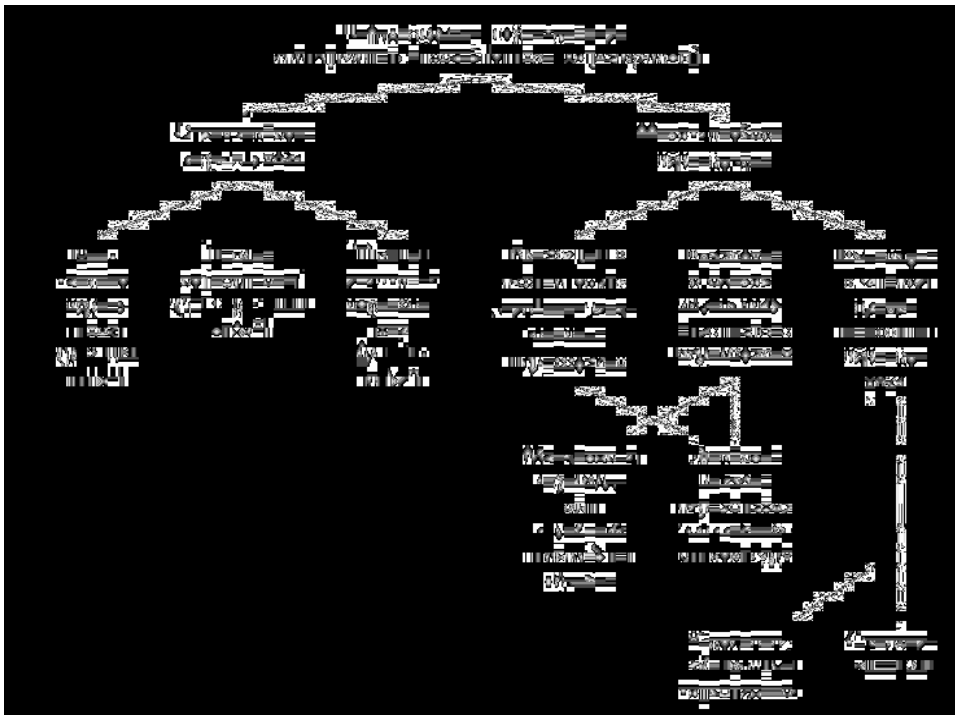


Рисунок 1 – Классификация звукоизолирующих вертикальных ограждающих конструкций зданий

В данной статье объектами рассмотрения являются два типа многослойных легких ограждающих конструкций: каркасно-обшивные перегородки и сэндвич-панели, применяемые в качестве перегородок между помещениями.

## 2. Звукоизоляция каркасно-обшивных перегородок

Рассмотрим прохождение звука через каркасно-обшивную перегородку с одинарным каркасом. Данный тип перегородок является наиболее распространенным в гражданском и промышленном строительстве. На рисунке 2 приведена конструктивная схема перегородки, имеющей шарнирное опирание по периметру.

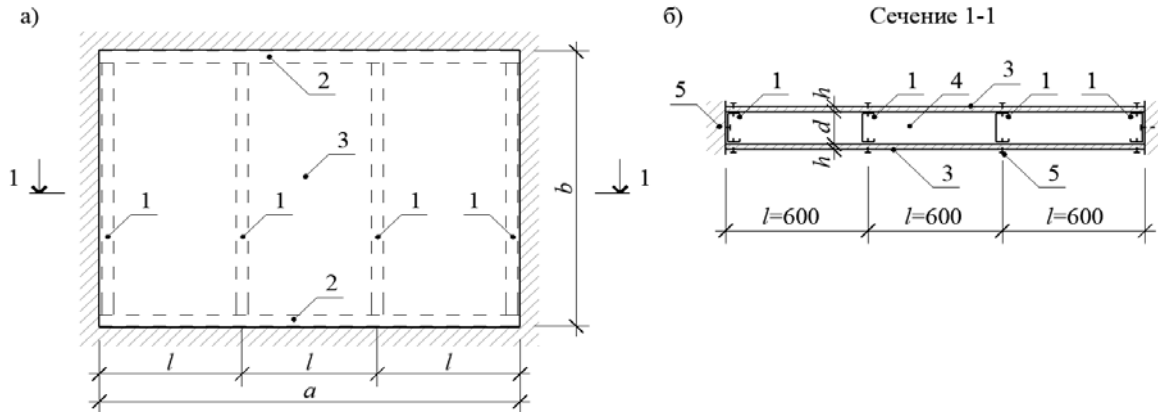


Рисунок 2 – Конструктивная схема каркасно-обшивной перегородки с одинарным каркасом: а) вид спереди; б) план (горизонтальное сечение); 1 – вертикальные стоечные профили каркаса; 2 – горизонтальные направляющие профили каркаса; 3 – наружные обшивки; 4 – воздушный промежуток без заполнения звукопоглощающим материалом или с заполнением; 5 – винты-саморезы для обеспечения крепления обшивок к профилям каркаса (шаг – 250 мм);  $a$  – длина перегородки;  $b$  – высота перегородки;  $l = 600$  мм – шаг установки вертикальных стоечных профилей каркаса;  $h$  – толщина обшивок;  $d$  – ширина воздушного промежутка между обшивками

Каркасно-обшивная перегородка является двойным ограждением, имеющим связи между обшивками в виде элементов каркаса (направляющие профили и вертикальные стоечные профили). Звукоизоляция двойных ограждающих конструкций рассматривалась в работах В. Пьютца [1], Л. Беранека [2], В.И. Заборова [3] и других ученых. Научной школой профессора М.С. Седова разработана теория самосогласования волновых полей, которая позволяет рассматривать прохождение звука через двойные ограждения с учетом резонансного прохождения (с собственными волнами) и инерционного прохождения (с вынужденными волнами)[4]:

$$R = 10 \lg \left( \frac{1}{\tau_r + \tau_i} \right), \quad (2)$$

где  $\tau_r$  – коэффициент резонансного прохождения звука через ограждение;  $\tau_i$  – коэффициент инерционного прохождения звука через ограждение:

$$\tau_r = \tau_{er} + \tau_{1r} \tau_{2r}, \quad (3)$$

$$\tau_i = \tau_{ei} + \tau_{1i} \tau_{2i}, \quad (4)$$

где индекс «e» означает прохождение звука через внешние обшивки с упругой связью между ними; индексы «1», «2» – порядковые номера обшивок перегородки (первая обшивка расположена со стороны помещения с источником шума, вторая обшивка – со стороны помещения, защищаемого от шума).

С учетом выражений (2) – (4) определены способы повышения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок[5] – см. рисунок 3.

Анализируя рисунок 3, можно видеть, что для снижения резонансного прохождения звука через каркасно-обшивные перегородки необходимо применять два основных способа:

- 1) подбор рационального отношения  $\mu/D$  для обшивок;
- 2) подбор рационального отношения  $\frac{\mu_1 + \mu_2}{D_r}$  для перегородки в целом.

Здесь использованы следующие обозначения:  $\mu$ ,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  – поверхностные плотности обшивок, кг/м<sup>2</sup>;  $D$  – цилиндрическая жесткость обшивки, Па·м<sup>3</sup>;  $D_r$  – приведенная жесткость перегородки в целом (с учетом совместного влияния обшивок и стоечных профилей каркаса), Па · м<sup>3</sup>.

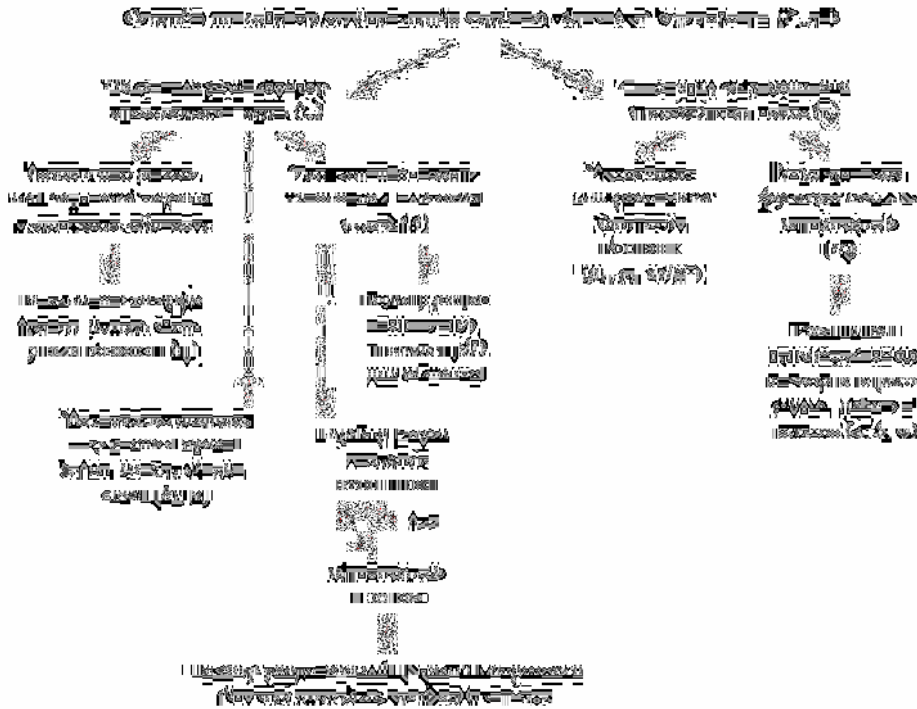


Рисунок 3 – Способы повышения звукоизоляции каркасно-обшивных перегородок

В таблице приведены значения отношения  $(\mu_1 + \mu_2)/D_r$  для девяти типов перегородок, определенные по результатам численного моделирования [9]. Исследования проведены для трех типов обшивок и для трех типов тонкостенных стальных стоечных профилей каркаса: 1) С-образный, широко применяемый в строительстве; 2) сигма-образный, имеющий стенку с изгибом; 3) сигма-образный перфорированный, имеющий стенку с изгибом, а также продольную перфорацию стенки (см. патент [6]).

Таблица 1

Отношение  $(\mu_1 + \mu_2)/D_r$  для исследуемых перегородок, кг/(Па·м<sup>3</sup>)

		Тип стоечного профиля каркаса		
		С-образный	Сигма-образный	Сигма-образный перфорированный
Тип обшивки	ГВЛ	0,420	0,495	0,472
	ЦСП	0,340	0,380	0,390
	ОСП	0,326	0,330	0,350

Характеристика самосогласования волновых полей ( $A$ ) находится в обратно пропорциональной зависимости от отношения  $(\mu_1 + \mu_2)/D_r$ . Отсюда можно сделать вывод, что наиболее рациональный вариант звукоизолирующей перегородки будет при использовании стоечных сигма-образных профилей каркаса с обшивками из ГВЛ. Данному конструктивному решению соответствует максимальное значение отношения: 0,495 кг/(Па·м<sup>3</sup>). Для проверки данного вывода был проведен комплекс экспериментальных исследований в лабораторных и натуральных условиях. На рисунке 4 приведены результаты натурных измерений звукоизоляции ( $R'$ , дБ) для двух типов исследуемых перегородок: 1) с применением С-образных стоечных профилей каркаса (кривая 1); 2) с применением сигма-образных стоечных профилей каркаса (кривая 2). На рисунке 4 обозначены граничные частоты областей резонансного прохождения звука через ограждение:  $f_{bmn0}$  – для области неполных пространственных резонансов (НПР);  $f_{bmn}$  – для области полных пространственных резонансов (ППР).

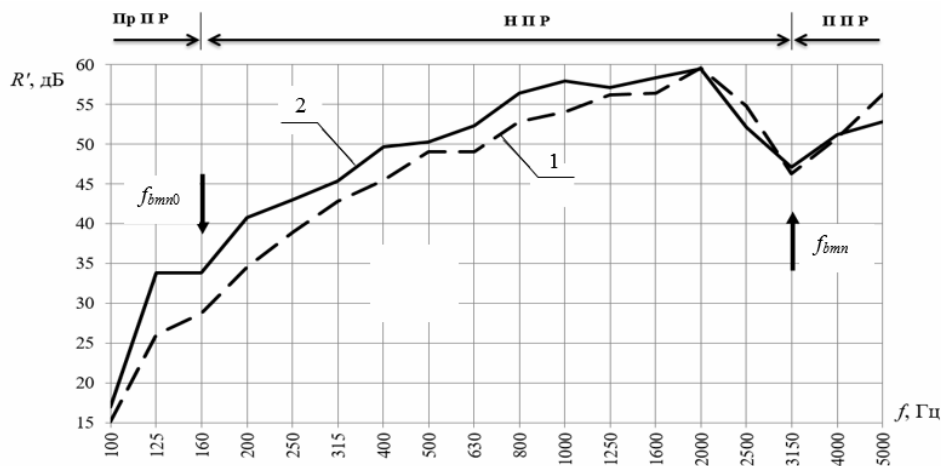


Рисунок 4 – Частотные характеристики фактической звукоизоляции ограждений (размер образцов 3,9 м × 2,5 м), воздушный промежуток 75 мм заполнен звукопоглощающим материалом: 1 – каркасно-обшивная перегородка на С-образных стоечных профилях каркаса с обшивками из ГВЛ толщиной по 12,5 мм с каждой стороны; 2 – каркасно-обшивная перегородка на сигма-образных стоечных профилях каркаса с обшивками из ГВЛ толщиной по 12,5 мм с каждой стороны

Измерения проводились в многоквартирном жилом доме с каркасной конструктивной системой. Анализируя полученные данные, можно видеть, что применение сигма-образных стоечных профилей каркаса позволило повысить звукоизоляцию перегородки от 1 до 8 дБ в широком диапазоне частот от 100 Гц до 1600 Гц (область простых пространственных резонансов (ПрПР) и область неполных пространственных резонансов (НПР)). При этом индекс изоляции воздушного шума перегородкой увеличился на 4 дБ:  $R_{w1} = 46$  дБ;  $R_{w2} = 50$  дБ.

### 3. Звукоизоляция сэндвич-панелей

Звукоизоляция сэндвич-панелей различных типов исследовалась К. Даймом [7], В.И. Заборовым [8], М.С. Седовым, В.И. Юлиным, А.А. Кочкиным [4], [9], [10] и другими учеными. Рассмотрим прохождение звука через сэндвич-панель с обшивками из гипсоволокнистых листов (ГВЛ). Данный тип перегородок широко применяется в гражданском и промышленном строительстве. Существующие конструктивные решения сэндвич-панелей имеют следующие недостатки: 1) необходимость установки каркаса для крепления панелей, что повышает стоимость и трудоемкость строительно-монтажных работ; 2) резкое снижение звукоизоляции в области частот вблизи резонансной частоты системы «масса-упругость-масса». Для решения данных проблем были проведены теоретические исследования звукоизоляции сэндвич-панелей по теории самосогласования волновых полей [4]. Используя выражения (2) – (4), определены способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей (см. рисунок 5).

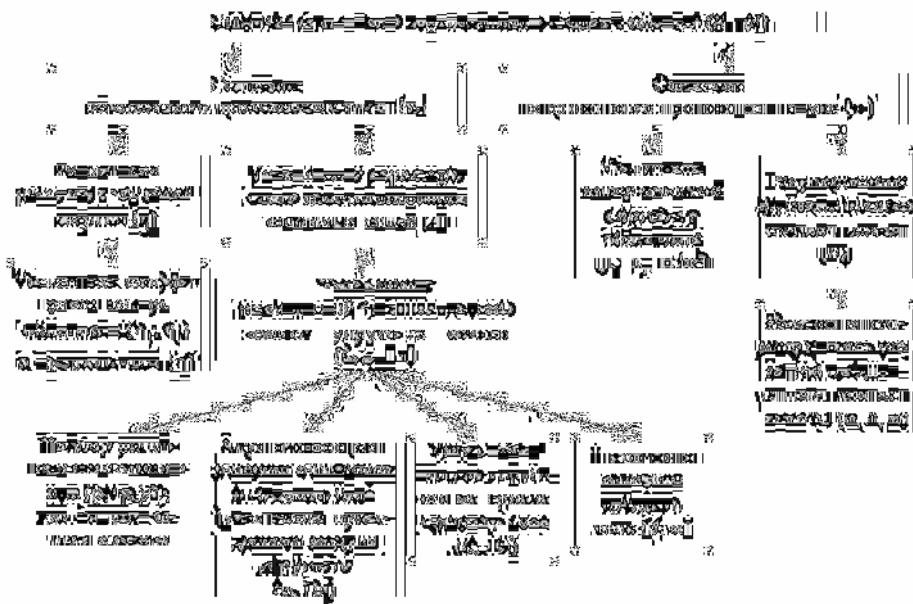


Рисунок 5 – Способы повышения звукоизоляции сэндвич-панелей

Анализируя рисунок 5, можно видеть, что для снижения резонансного прохождения звука через сэндвич-панели необходимо применять два основных способа:

- 1) подбор рационального отношения  $\frac{\mu_1 + \mu_2}{D_r}$  для сэндвич-панели в целом;
- 2) акустическое разобщение облицовок и среднего слоя (увеличение приведенного модуля упругости  $E_0$ , Па) [11].

Здесь использованы следующие обозначения:  $\mu$ ,  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  – поверхностные плотности облицовок, кг/м<sup>2</sup>;  $D_r$  – приведенная жесткость сэндвич-панели в целом (с учетом совместного влияния облицовок и среднего слоя), Па · м<sup>3</sup>.

Характеристика самосогласования волновых полей ( $A$ ) находится в обратно пропорциональной зависимости от отношения  $(\mu_1 + \mu_2)/D_r$ . Отсюда можно сделать вывод, что наиболее рациональный вариант звукоизолирующей сэндвич-панели будет при следующих условиях:

- 1) использование бескаркасного конструктивного решения – крепление облицовок сэндвич-панели выполняется непосредственно к стенам, полу и потолку помещений;
- 2) уменьшение приведенной жесткости сэндвич-панели в целом ( $D_r$ , Па · м<sup>3</sup>) путем применения пазогребневого соединения среднего слоя.

На кафедре архитектуры ННГАСУ разработан новый тип бескаркасных сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя – см. патент [12]. На рисунке 6 представлены конструктивные решения трех типов исследованных сэндвич-панелей.

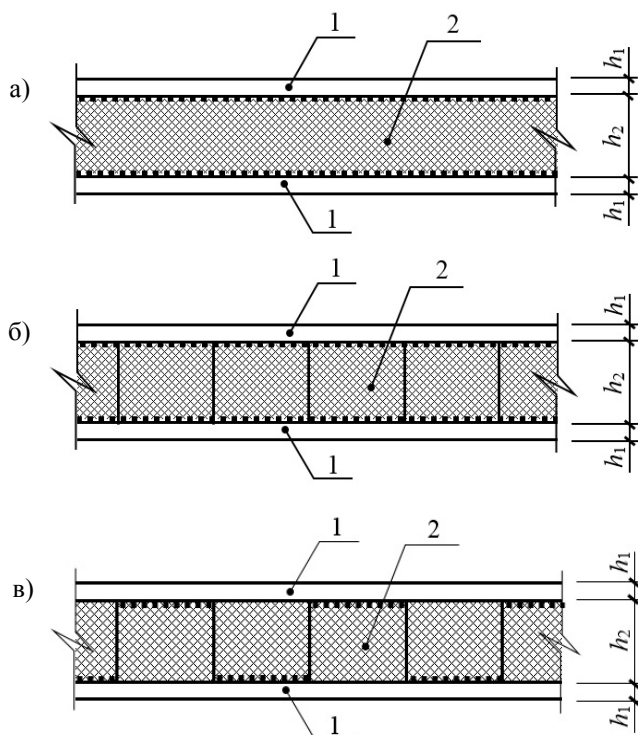


Рисунок 6 – Типы исследуемых бескаркасных сэндвич-панелей: а) со склеиванием облицовок и среднего слоя; б) со склеиванием облицовок и среднего слоя, при этом средний слой имеет поперечную разрезку; в) со склеиванием облицовок и среднего слоя, при этом средний слой имеет пазогребневое соединение. Здесь использованы следующие обозначения: 1 – листовые облицовки сэндвич-панели (толщина  $h_1$ ); 2 – средний слой сэндвич-панели (толщина  $h_2$ ); - - - - - сплошное склеивание слоев сэндвич-панели (полимерный клей)

Применение пазогребневого соединения среднего слоя (см. рисунок 2, в) позволяет полностью исключить сопротивление изгибу и сопротивление сдвигу в среднем слое сэндвич-панели. Для проверки данного вывода был проведен комплекс экспериментальных исследований в лабораторных условиях. На рисунке 7 приведены результаты измерений звукоизоляции ( $R$ , дБ) для трех типов исследуемых сэндвич-панелей. Резонансная частота системы «масса – упругость – масса» обозначена  $f_{msm}$ .

Анализируя представленные результаты, можно видеть, что резонансные частоты системы «масса – упругость – масса» ( $f_{msm}$ ) для сэндвич-панелей с поперечной разрезкой среднего слоя (кривые 2, 3) расположены ниже, чем для сэндвич-панели со склеиванием облицовок и среднего слоя (кривая 1):  $f_{msm2} = 100$  Гц  $< f_{msm3} = 200$  Гц  $< f_{msm1} = 250$  Гц. Также можно видеть, что звукоизоляция сэндвич-панели с пазогребневым соединением среднего слоя (кривая 2) превышает звукоизоляцию двойного ограждения с воздушным промежутком равной толщины (кривая 4) на 3 – 8 дБ в широком диапазоне средних и высоких частот 250 – 800 Гц, 1600 – 2000 Гц. При этом индекс изоляции воздушного шума сэндвич-панели с пазогребневым соединением среднего слоя (кривая



2) увеличился на 6 дБ по сравнению с сэндвич-панелью со склеиванием облицовок и среднего слоя (кривая 1):  $R_{w1} = 39$  дБ;  $R_{w2} = 45$  дБ.

#### 4. Выводы

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) при разработке конструктивных решений звукоизолирующих ограждающих конструкций зданий необходимо учитывать комплекс основных и специальных требований, установленных Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», а также комплекс требований по рациональности конструктивных решений (уменьшение нагрузок на несущие конструкции зданий и уменьшение площади, занимаемой ограждающими конструкциями);

2) при разработке конструктивных решений многослойных легких ограждающих конструкций необходимо снижать резонансное прохождение звука путем подбора рационального отношения поверхностной плотности к приведенной жесткости ограждения:

2.1) для каркасно-обшивных перегородок это возможно за счет применения рациональной формы поперечного сечения стоечных профилей каркаса [6];

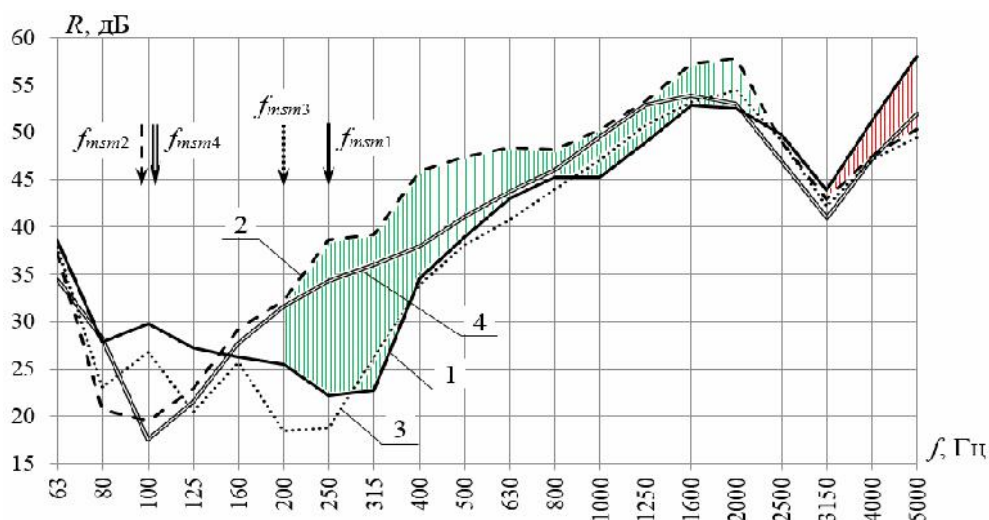


Рисунок 7 – Частотные характеристики собственной звукоизоляции сэндвич-панелей (размер образцов  $2,0 \times 1,2$  м; облицовки из ГВЛ,  $h_1 = 12,5$  мм; средний слой из жесткой минеральной ваты,  $\rho_2 = 110$  кг/м<sup>3</sup>,  $h_2 = 50$  мм; общая толщина ограждений 75 мм): 1 – со склеиванием облицовок и среднего слоя (см. рис. 2, а); 2 – со склеиванием облицовок и среднего слоя, при этом средний слой имеет пазогребневое соединение (см. рис. 2, в); 3 – со склеиванием облицовок и среднего слоя, при этом средний слой имеет поперечную разрезку (см. рис. 2, б); 4 – двойное ограждение с воздушным промежутком равной толщины

2.2) для сэндвич-панелей это возможно путем применения пазогребневого соединения среднего слоя [12], что позволяет полностью исключить сопротивление изгибу и сопротивление сдвигу в среднем слое сэндвич-панели.

#### Список использованных источников

1. Peutz V. Some fundamental measurements on single and double plate structures // *Acustica*, Vol. 4, № 1. – 1954. – S. 281-292.
2. Beranek L., Work G. Sound transmission through multiple structures containing flexible blankets // *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 21, 1949. – P. 419-428.
3. Заборов В.И. О звукоизоляции двойных ограждений со связью по контуру // *Акустический журнал*, Том XI, Вып. 2. 1965. – С. 160-167.
4. Седов М.С. Звукоизоляция // *Техническая акустика транспортных машин: справочник* / Под ред. Н.И. Иванова. – СПб: Политехника, 1992. – Гл. 4. – С. 68-106.
5. Бобылев В.Н., Ерофеев В.И., Дымченко В.В., Хазов П.А. Анализ влияния типа стоечного профиля на звукоизоляцию каркасно-обшивной перегородки с одинарным каркасом путем конечно-элементного моделирования // *Приволжский научный журнал*. 2019. №4. – С. 9-16.

6. В.Н. Бобылев, В.В. Дымченко, Д.В. Монич и др. Патент на изобретение №2566547 «Звукоизолирующая каркасно-обшивная перегородка с перфорированными стоечными профилями изогнутой формы» / Патентообладатель ННГАСУ, приоритет от 05.06.2014; опубл. 27.10.2015.

7. Dym C.L., Lang M.A. Transmission of sound through sandwich panels // Journal of Acoustical Society of America. 1974. Vol. 56, No.5, P. 1525-1532.

8. Заборов В.И., Клячко Л.Н., Новиков И.И. О звукоизоляции трехслойными конструкциями // Акустический журнал. 1984. Том XXX, вып. 4. С. 482-485.

9. Седов М.С., Юлин В.И., Кочкин А.А. Расчет звукоизоляции облегченных ограждающих конструкций / Учебное пособие, Горький: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 1985. – 55 с.

10. Кочкин А.А. Проектирование звукоизоляции слоистых вибродемпфированных панелей на основе гипсоволокнистых листов // Вестник МГСУ, Т. 1, № 3, 2011. – С. 93-96

11. Bobylyov V.N., Tishkov V.A., Monich D.V., Dymchenko V.V., Grebnev P.A. Experimental study of sound insulation in multilayer enclosing structures // Noise Control Engineering Journal. 2014. Vol. 62, 5, P. 354-359.

12. Бобылев В.Н., Гребнев П.А., Ерофеев В.И., Кузьмин Д.С., Монич Д.В. Бескаркасное звукоизолирующее ограждение / Заявка на патент на полезную модель Российской Федерации № 2020118493 от 26.05.2020 г.

УДК 699.84

85.55.29: Производственные, транспортные и иные шумы. Исследование шумов. Методы и средства борьбы с шумом

## **К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПОРИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УПРУГИХ ПРОКЛАДОК В ПОЛАХ МНОГОЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ СИРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПЫТА РОССИИ**

**Мохаммад Али,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», [gsiad@mail.tambov.ru](mailto:gsiad@mail.tambov.ru)*

**Макаров А.М.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», [gsiad@mail.tambov.ru](mailto:gsiad@mail.tambov.ru)*

В статьях [1,2] показано, что при обеспечении защиты от шума многоэтажных перекрытий в жилых домах Сирии возможно принять нормы, действующие в России [3]. В этом случае нормативный индекс изоляции воздушного шума перекрытия между квартирами в жилом доме будет равен  $R_w = 52$  дБ, а нормативный индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием –  $L_{nw} = 60$  дБ. В настоящее время в Сирии несущая часть перекрытий выполняется однослойной или двухслойной. Однослойные конструкции устраиваются в виде сплошно монолитной или сборно-монолитной плиты толщиной до 200 мм с объемной плотностью бетона от 1500 до 2200 кг/м<sup>3</sup> с опиранием по трем или четырем сторонам или из пустотных плит с опиранием по двум сторонам. Двухслойные являются часторебристые монолитные перекрытия с заполнением между ребрами пространства из легкогобетонных или керамических камней – вкладышей. Это могут быть несущие конструкции типа STALHTON, FIORIO, SOPREL, DSC и др. Вкладыши в перекрытия могут принимать участие в работе конструкции или быть лишь заполнением межреберного пространства.

Для обеспечения указанных выше требований при таких несущих конструкциях перекрытий необходимо устраивать перекрытия в виде «плавающих» полов с упругими прокладками из различных материалов. При проектировании конструкций «плавающих» полов необходимо использовать опыт России [4], накопленный с середины 20-го века и до настоящего времени. Выбор конструктивных решений полов должен основываться на теоретических и экспериментальных исследованиях, выполненных в этот период [4, 5, 6, 7, 8, 9].

В настоящее время нами произведен подробный анализ существующих в России рекомендаций и способов по устройству многослойных конструкций полов [10, 11, 12] с целью определения возможности их применения в конструкциях перекрытий многоэтажных жилых зданий, возводимых в Сирии. В результате анализа установлены наиболее эффективные конструктивные решения полов для использования в условиях Сирии, а также определены необходимые для этого строительные материалы.

Ниже в статье дана краткая характеристика этих материалов на примере их использования для упругих прокладок в полах.

Важным элементом в конструкциях многослойных «плавающих» полов является упругие прокладки.

В качестве таких прокладок широкое распространение в России имеют пористо-волоконистые прокладочные материалы из стекловолоконистых и из минеральной ваты. Подробные теоретические и экспериментальные исследования этих прокладочных материалов производились в России начиная с 70- годов 20-го века. В результате исследований были установлены необходимые характеристики материалов, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию перекрытий при различных эксплуатационных нагрузках на полы. В качестве примера ниже в таблице 1 приведены рекомендуемые Крупининым М.Н. характеристики прокладок, полученные им в результате многочисленных экспериментальных исследований [13].

В результате таких исследований разработаны практические методы расчета изоляции ударного шума перекрытием с полами по упругим прокладкам различного вида, учитывающие частотные характеристики, приведенные динамические жесткости материалов прокладок и фактора времени, который позволит обеспечить гарантируемый уровень и стабильность звукоизоляционных качеств конструкций в процессе эксплуатации.

В результате выполненного нами анализа разработаны конкретные предложения по использованию пористо-волоконистых материалов в качестве упругих прокладок в полах при различных вариантах их конструктивных решений, учитывающих возможности современной строительной индустрии Сирии.

При разработке рекомендаций рассмотрены полы с покрытиями из древесных материалов по лагам и с покрытиями из листовых полимерных материалов, укладываемых по монолитной бетонной плите.

Таблица 1

Рекомендуемые характеристики пористо-волоконистых прокладочных материалов для обеспечения стабильной звукоизоляции перекрытий с полами по упругим прокладкам

Наименование материала	Применение в качестве упругих прокладок при нагрузке, кг/м <sup>2</sup>					
	200		400-600		600-1200	
	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина материала, мм	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина материала, мм	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина материала, мм
Маты прошивные предварительно уплотненные:						
- из супертонкого волокна Ø1-3 мкм	90-100	8-10	100-110	10	110-125	10-15
- из непрерывного стекловолоконного Ø3-30 мкм	200-220	8-10	220-240	10	240-250	10-15
- из базальтового супертонкого волокна Ø1-3 мкм	145-155	8-10	155-165	10	165-175	10-15
- из длиноволокнистого минерального волокна Ø5-8 мкм	110-120	10	120-130	10-15	130-140	10-20
- из тонкого штапельного волокна Ø4-11 мкм	125-150	15-20	145-165	20-25	-	-
Стекловолоконистые материалы на синтетическом связующем Ø4-11 мкм	100-125	15-20	125-175	20-30	-	-
Минеральные материалы на синтетическом связующем Ø5-10 мкм	100-150	20-30	-	-	-	-
Маты минеральные прошивные Ø5-10 мкм	125-175	15-20	-	-	-	-
Синтетические волоконистые материалы	90-125	10-15	-	-	-	-

#### Список использованных источников

1. Мохаммад, Али М. Использование опыта России при проектировании звукоизоляции междуэтажных перекрытий гражданских зданий в Сирии / Али М. Мохаммад, А.А. Крокова, В.И. Леднев //

Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - 2019. – с.157-159.

2. Мохаммад, Али М. К вопросу о нормировании изоляции шума перекрытиями многоэтажных жилых зданий в Сирии / Али М. Мохаммад, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // Пенза, 2019.

3. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1) [Текст]. – Введ. 2011–05–20. – М.: ОАО «ЦПП», 2010.

4. Заборов, В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. - М.: Стройиздат, 1969 - 185 с.

5. Заборов, В.И. Звукоизоляция в жилых и общественных зданиях. // В.И. Заборов, Э.М. Лалаев, В.Н. Никольский. - М.: Стройиздат, 1979 - 254 с.

6. Ковригин, С.Д. Борьба с шумом в гражданских зданиях. // С.Д. Ковригин, А.В. Захаров, А.И. Герасимов. - М.: Стройиздат, 1969 - 328 с.

7. Горин, В.А. Гражданские здания. Звукоизоляция междуэтажных перекрытий с древесным покрытием полов. // В.А. Горин, В.В. Клименко. - Краснодар: Изд-во Дом – Юг, 2012. - 144 с.

8. Горин, В.А. Звукоизоляция междуэтажных перекрытий с прослойками из сыпучих материалов. // В.А. Горин, В.В. Клименко, А.М.М. Сенан. - Краснодар: КубГТУ, 2016. - 129 с.

9. Герасимов, А.И. Проектирование звукоизоляции междуэтажных перекрытий с рулонным покрытием пола. - Москва-Берлин: Директ - Медиа, 2019 - 107 с.

10. Клименко, В.В. Звукоизоляция многослойных междуэтажных перекрытий гражданских зданий. // В.В. Клименко, В.А. Горин. - Краснодар: ПринтТерра, 2019 - 166 с.

11. СП 275.1325800.2016 Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции [Текст]. – Введ. 2017–06–17. – М.: Стандартинформ, 2017.

12. Альбом технических решений по применению сшитого пенополиэтилена ТМ «Реформ» в конструкциях плавающих полов (стяжек) для улучшения звукоизоляции междуэтажных перекрытий. – М., 2013. – С.1-17.

13. Методическое пособие. Разработка методических указаний по проектированию типовых технических решений ограждающих звукоизолирующих конструкций. -М.,2016. -с.1-109.

14. Крупин, М. Н. Обеспечение звукоизоляционных свойств междуэтажных покрытий с полами по упругим прокладкам в процессе эксплуатации: (05.23.10): Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – М. 1979. 20с.

УДК 691.32:691.328:620.193.41

67.09.33: Бетоны. Железобетоны. Строительные растворы, смеси, составы

## **К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ФТОРИДНОЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА НА ПОЛЕВОЙ И ЛАБОРАТОРНОЙ СТАДИЯХ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Румянцева В.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,*

*e-mail: varrym@gmail.com*

**Гоглев И.Н.,**

*АО «Конструкторско-технологическое бюро бетона и железобетона»,*

*e-mail: azidplumbum00@mail.ru*

**Логина С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,*

*e-mail: sl79066171227@yandex.ru*

В процессе строительства, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений, которые находятся в местах добычи полезных ископаемых и основу которых составляют бетонные и железобетонные конструкции, нередко наблюдается частные случаи химической коррозии материалов [3]. Одним из таких видов коррозии бетонных и железобетонных конструкций является фторидная коррозия, относящаяся к коррозии II вида (кислотно-солевая коррозия, согласно классификации профессора В.М. Москвина) [5].

Фторидная коррозия бетона, как правило, наблюдается на поверхности незащищенных бетонных и железобетонных строительных конструкций, расположенных на производствах фторсодержащих веществ (плавиковая кислота, фторполимеры, фреоны) и в местах добычи и хранения полезных ископаемых, содержащих фтор [6,7]. Связано это с повышенным содержанием фтора в грунтовых водах, а

также с образованием промежуточных продуктов реакции, проявляющих к бетону значительную агрессивность.

Характер и особенности протекания данного вида коррозии бетона подробно рассмотрен в [6,7]. В зависимости от степени защищенности конструкции и времени эксплуатации, цементный камень теряет один из основных компонентов – «свободный гидроксид кальция», по терминологии академика РААСН С.В. Федосова, что приводит к его деградации и разрушению [6,7]. Примером этого является потеря массы и прочности бетонного образца (Рис.1), после испытания в растворе плавиковой кислоты [6,7]. Также были проведены испытания бетонных образцов в 20%-ом растворе фторида натрия, с целью наблюдения эффекта высаливания фторида кальция (Рис.2) на поверхности.

Кроме перечисленного, было исследовано влияние добавок-ускорителей твердения (на основе фторидов) (Рис.3) на свойства твердеющего бетона [8], подтвердивших ускоренный набор прочности цементного камня вследствие процесса управляемой фторидной коррозии [8,12].



Рисунок 1- Потеря массы бетонного образца, испытанного в 40%-ом растворе HF сроком 7 суток, вследствие процесса фторидной коррозии

В связи с возникновением подобного явления, необходимо оценить возможности полевого и лабораторного выявления фторидной коррозии при обследовании строительных конструкций предприятий, работающих с фторсодержащими веществами и смесями.

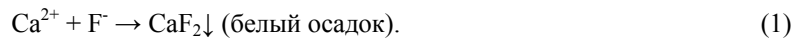
В нормативных документах, в частности в ГОСТ 31384-2017, можно обратить внимание на приложение Б (табл.Б.2, группа агрессивности газов), где одним из самых агрессивных газов является фторид водорода. Однако нет никакой конкретики касающейся содержания фтористых солей и водных растворов фтороводорода.



Рисунок 2 - Образование высолов фторида кальция на поверхности бетона после вымачивания образца в 20%-ом растворе NaF сроком 21 сутки

Поскольку основной продукт фторидной коррозии - фторид кальция, является малорастворимым соединением [6,7], то его можно обнаружить на поверхности бетонной конструкции визуальным способом (характерные белые высолы на поверхности бетона), но при этом задача осложняется тем, что высолы подобного цвета образуются от действия сульфатов [9, 13] или карбонатов [10,11].

Для полевого определения фторидов, в качестве экспресс-теста (визуальное определение с целью уточнения характера происхождения образованных высолов), путем использования водорастворимых солей кальция (например, раствора хлорида кальция) для проведения принудительного осаждения фторида кальция в растворе (пробе), по реакции (1):



Свободные фторид-ионы, содержащиеся в природной воде (в объеме отобранной пробы), вступают в реакцию обмена, благодаря чему возможно образование и выпадение характерного белого осадка фторида кальция. Однако такой метод не позволит определить концентрацию фторидов в растворе, а позволит лишь обнаружить их. Применение портативного рН-метра в данном случае также лишено смысла (в отличие от определения сульфатов в грунтовых водах) [11], поскольку фториды содержатся в основном в щелочных водах [2].



Рисунок 3 - Растрескивание бетонного образца, вследствие избыточного содержания фтористых солей-добавок

Таким образом, можно сделать вывод, что полевое определение фторидов с помощью ограниченного набора реактивов – простой и удобный метод, но с высокой погрешностью. Этот недостаток устраняется при наличии мобильной лаборатории с дорогостоящим специализированным оборудованием.

Наиболее точными методами определения фторидов в растворе, а также в бетоне являются лабораторные методы, предусмотренные [1, 4].

Из перечисленных [1,4] наиболее простыми и не требующими дорогостоящего оборудования (такого, как например спектрофотометр), являются потенциметрический метод определения фторидов и титриметрический комплексометрический метод определения фторида кальция [1,4]. Следует отметить, что данные методы позволяют с высокой точностью определить фториды в питьевой воде и флюсах. По выявленной концентрации фторида кальция можно будет сделать вывод о массовой концентрации фторид-ионов в растворе.

Особый интерес также представляет пирогидролизный метод определения фторида кальция [1], согласно которому при разложении фторида кальция парами воды (температура 1300°C в присутствии катализатора) выделяется фтористоводородная (плавиковая) кислота, которая с избытком пара увлекается в приемник, после чего титруется гидроксидом натрия. Метод достаточно точный, но требующий специфического оборудования (установка для определения содержания фторида кальция).

#### Выводы

Указанные методы применяются при определении фторидов в питьевой воде и флюсах [1,4], что делает также возможным их применение при определении концентрации фторидов в бетонах. Важно отметить, что наибольшая сложность состоит в создании доступного и простого метода определения фторидов в бетонах, ввиду малой растворимости фторида кальция и низкой распространенности фторидной коррозии.

#### Список использованных источников

1. Баранов А.Н., Тимкина Е.В., Тютрин А.А. Исследования по выщелачиванию фтора из углеродсодержащих материалов производства алюминия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 7 (126). С. 143-151.
2. Гладнева О.А. Определение фторид-иона в поверхностных водах московского региона // Наука на благо человечества - 2016. Материалы ежегодной всероссийской научно-практической



конференции преподавателей, аспирантов и студентов посвященной 85-летию МГОУ: Биолого-химический факультет. Ответственный редактор Д.А. Климачев. 2016. С. 65-72.

3. Гоглев И.Н., Логинова С.А., Каракотенко-Любимов А.И. Особенности процесса коррозии цементных бетонов, осложненного воздействием фторидов и фтороводородной кислоты // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2018. № 1. С. 48-49.

4. Краснов М.С. Фториды в воде. Золотая середина // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2010. № 11 (35). С. 42-49.

5. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.

6. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова А.Н., Воробьев И.В. Исследование влияния фтороводородной кислоты и фторидов на коррозионные свойства цементных бетонов // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Ответственный редактор Т.А. Низина. 2018. С. 142-147.

7. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А., Морохов К.В. Исследование влияния фтористых сред на коррозионные свойства цементных бетонов // Объектно-пространственное проектирование уникальных зданий и сооружений / Сборник материалов I научно-практического форума «SMARTBUILD», к 100-летию строительного образования в Ивановской области и создания инженерно-строительного факультета Иваново-Вознесенского политехнического института. 2018. С. 112-117.

8. Roumyantseva V.E., Goglev I.N., Loginova S.A., Truntov P.S., Burkov A.A. Development and research of properties cement concrete hardening accelerator additive based on a mixture of inorganic fluorine-containing salts // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019". 2020.

9. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Шестеркин М.Е., Чернова И.В., Воробьев И.В. Особенности процесса сульфатной коррозии бетона в агрессивных средах // Информационная среда вуза (см. в книгах). 2017. № 1 (24). С. 69-73.

10. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Трунтов П.С., Бурков А.А. Проблемы выявления карбонизации бетона на полевой стадии обследования и ее влияние на долговечность железобетонных строительных конструкций // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций. Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора В.П. Селяева. 2019. С. 286-291.

11. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А. Применение полевых и лабораторных методов определения карбонизации, хлоридной и сульфатной коррозии при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений // Строительство и техногенная безопасность. 2019. № 15 (67). С. 51-58.

12. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Коновалова В.С., Гоглев И.Н., Нармания Б.Е. Управление процессами коррозионной деструкции строительных материалов на основе законов массопереноса // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 3 (74). С. 106-111.

13. Федосов С.В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона. М.: АСВ, 2003. - 198 с.

## **СТАНОВЛЕНИЕ ТЕОРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Румянцева В.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», советник РААСН, д.т.н., профессор, директор института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, заведующая кафедрой естественных наук и техносферной безопасности  
e-mail: varrum@gmail.com*

**Красильников И.В.,**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», к.т.н., начальник отдела дополнительного образования, доцент кафедры архитектуры и строительства  
e-mail: korasb@mail.ru*

**Нармания Б.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», магистрант  
e-mail: borisfablee@gmail.com*

Одним из важнейших показателей качества строительных конструкций является долговечность. Данные обследований показывают, что фактический срок службы бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в самых обычных условиях, т.е. при воздействии углекислого газа воздуха и влаги, не всегда соответствует нормативному сроку. Поэтому, необходимо уметь рассчитывать срок службы, при котором проектирование конструкции с заданной долговечностью должно основываться на реальной физике процесса коррозии.

Инженерам, занимающимся проектированием строительных конструкций, известно, что все необходимые требования по защите строительных конструкций от коррозии установлены в СП 28.13330.2012. «Защита строительных конструкций от коррозии», в котором регламентирована защита от коррозии всех видов конструкций. Обеспечение долговечности для различных материалов опирается на ряд факторов, зависящих от вида среды и степени ее агрессивности, так например, для бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, коррозионная стойкость обеспечивается применением коррозионно-стойких материалов, добавок, повышающих коррозионную стойкость бетона и его защитную способность для стальной арматуры, снижением проницаемости бетона технологическими приемами, установлением требований к категории трещиностойкости, ширине расчетного раскрытия трещин, толщине защитного слоя бетона [1,2].

В тоже время, существуют статистические данные, свидетельствующие о том, что фактический срок службы бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в самых обычных условиях, т.е. при воздействии углекислого газа воздуха и влаги, не всегда соответствует нормативному сроку [3]. Следовательно, необходим подход по определению сроков службы, при котором проектирование конструкции с заданной долговечностью должно основываться на реальной физике процесса коррозии.

Целью настоящей публикации является систематизация математических моделей, описывающих процессы коррозии в бетонных и железобетонных конструкциях, что позволит проанализировать достижения науки в данной области и сформулировать проблемы, решение которых внесет вклад в развитие инженерных методик расчета при коррозионном массопереносе.

Прогнозирование долговечности любого объекта - сложный аналитический процесс. К этому процессу существует множество подходов: энергетический, механический, физический, химический, реологический, эмпирический, феноменологический и др. Эти подходы рассматривают проблему деградации бетонных и железобетонных конструкций во времени с разных позиций и с различной вероятностью.

Определение скорости коррозии бетона вызывает значительные трудности, в связи с тем, что на кинетику процесса воздействуют многочисленные факторы (свыше 10). При решении таких задач используют теорию математического моделирования, в результате чего получают безразмерные комплексы, выражающие химическую и физическую сущность явлений, позволяющие свести экспериментальные работы к изучению всего 2-3 комплексных факторов [4,5].

Один из первых исследователей, предложивший количественное описание закономерностей сульфатной коррозии бетона был Дементьев Г.К. Он на основе стехиометрических соотношений установил, что долговечность бетонного сооружения  $N$  (годы) прямо пропорциональна расходу цемента в бетоне  $p$  (кг) и обратно пропорциональна концентрации агрессивного раствора  $m$  (кг/м<sup>3</sup>) [5]:

$$N = k \frac{p}{m} \quad (1)$$

Минас А.И. оценивал коррозионную стойкость бетона путем применения показателя скорости коррозии [6]. Зависимость толщины корродированного слоя бетона  $\delta_\tau$ , от времени  $\tau$  (для мало изменяющихся внешних условий) выражается уравнением вида:

$$\delta_\tau = k\tau^m, \quad (2)$$

где:  $k = 0,1$  мм/год - константа скорости коррозии, для неагрессивной среды;  $m$  - показатель степени, который может быть меньше, равен или больше единицы.

Согласно [7] глубину коррозии бетона  $\lambda$  можно выразить следующей формулой:

$$\lambda = A + \sqrt{K\tau}, \quad (3)$$

где:  $A$  - параметр, характеризующий скорость бетона в начальный период воздействия среды;  $K$  - константа скорости коррозионного процесса;  $\tau$  - время воздействия среды.

Однако в формуле (3) не раскрыта физико-химическая сущность параметра  $A$ , так как неясно от каких характеристик среды и бетона зависит его значение, кроме того следует заметить, что при  $\tau=0$  получается  $\lambda=A$ , т.е. к моменту начала коррозионных процессов в конструкции уже имеется слой какой-то толщины, поврежденный коррозией, чего не может быть.

Существует способ оценки глубины коррозии бетона  $\lambda$  через кинетику внутридиффузионного процесса с постоянным во времени коэффициентом диффузии [8]:

$$\lambda = A \cdot \sqrt{\tau}, \quad (4)$$

$$A = \sqrt{\frac{2 \cdot D_3 \cdot C_0}{m_0}}, \quad (5)$$

где:  $\lambda$  - глубина коррозионного повреждения материала;  $\tau$  - время;  $A$  - коэффициент, который зависит от свойств материала и агрессивной среды;  $D_3$  - эффективный коэффициент диффузии;  $C_0$  - концентрация агрессивного агента у поверхности образца;  $m_0$  - количество агрессивного агента, поглощенного единицей объема цементного камня, или объемное содержание связанного агрессивного агента в цементном камне.

В работе [9] для расчета глубины коррозионного поражения цементного камня используется формула:

$$\lambda = \frac{1}{\chi} \cdot \sqrt{\frac{d \cdot D}{K}}, \quad (6)$$

где:  $d$  - средний диаметр пор;  $\chi$  - извилистость пор;  $D$  - коэффициент диффузии;  $K$  - константа скорости реакции.

Из формулы (6) видно, что глубина проникновения вещества в капиллярно-пористое тело будет расти с увеличением среднего диаметра пор и коэффициента диффузии, а также уменьшением извилистости пор и константы скорости реакции.

На сегодняшний день многие исследователи разработали аналогичные по структуре формулы для расчета срока службы защитного слоя железобетонных конструкций  $T_{mt}$  в случае коррозии первого вида [10]:

$$T_{mt} = \frac{Q_{CaO}^{rel} \cdot h_d^2}{k_B \cdot D''} \quad (7)$$

где:  $Q_{CaO}^{rel} = 0,3$  - относительное количество вынесенного  $CaO$ , при котором происходит полная потеря прочности бетона;  $h_d$  - величина защитного слоя бетона;  $D''$  - эффективный коэффициент диффузии;  $k_B$  - коэффициент, зависящий от расхода цемента при изготовлении конструкции

При проявлении коррозии второго вида глубина повреждения бетона  $x_{AC}$  может быть рассчитана по формуле [10]:

$$x_{AC} = \frac{\sum P'_{CaO}}{m_{cem} \cdot P_{CaO}}, \quad (8)$$

где:  $\sum P'_{CaO}$  - количество прореагировавшего цементного камня в пересчете на  $CaO$ , отнесенное к единице площади реагирующей поверхности образцов, г/см<sup>2</sup>;  $m_{cem}$  - количество цемента (г) в 1 см<sup>3</sup>

исследуемых образцов;  $P_{CaO}$  - содержание  $CaO$  в цементе (%), определяемое по результатам химического анализа цемента.

В основу работы [11] положена особенность процесса коррозии - наличие фронта химических и фазовых переходов, которые характеризуются специальными условиями баланса веществ, а при составлении систем уравнений процессов коррозии особое внимание уделено следующим вопросам:

- обоснованию уравнений баланса (граничных условий) на перемещающихся фронтах химических и фазовых переходов;
- учету нестационарности влажностных и температурных полей.

Авторами работы [11] сделан вывод о том, что процессы не могут протекать в условиях равновесия. Именно неравновесный и необратимый характер определяет кинетику процесса коррозии. Выражение, связывающее скорость коррозии с основными количественными характеристиками процесса коррозии, имеет следующий вид:

$$\left( m_0 + 2 \cdot \varepsilon_n \cdot C_1^0 + \frac{\varepsilon_0 \cdot C_2^0}{2} \right) \cdot \alpha^2 + \varepsilon_0 \cdot C_2^0 \cdot \sqrt{D_2} \cdot \alpha - 2 \cdot \varepsilon_n \cdot C_1^0 \cdot D_1 = 0, \quad (9)$$

где:  $m_0$  – реакционная емкость бетона;  $\varepsilon_0$  и  $\varepsilon_n$  – коэффициенты начальной и конечной (полной) пористости;  $C_1^0$  – концентрация насыщения агрессивного компонента, г/м<sup>3</sup>;  $C_2^0$  – концентрация насыщения нейтрализуемого компонента, г/м<sup>3</sup>;  $D_1$  – коэффициент диффузии агрессивного компонента, м<sup>2</sup>/с;  $D_2$  – коэффициент диффузии нейтрализуемого компонента, м<sup>2</sup>/с;  $\alpha$  – коэффициент скорости коррозии, мм/год.

Полак А.Ф. разработал обобщенную математическую модель коррозии бетона [12]. Он рассматривает элементарный объем бетона в виде прямоугольной призмы с поперечником 1x1 см, вырезанной перпендикулярно к внешней поверхности конструкции. Элементарный объем, автор делит на три однородные по структуре области, в каждой из которых протекают характерные процессы. В результате он предложил модель для определения изменения глубины поражения бетона  $L$  и коэффициента остаточной пористости  $\omega$  во времени. Для определения глубины поражения  $L(t)$  капиллярно-пористого тела при воздействии агрессивных жидких сред была получена формула:

$$L_j = \sqrt{2a_j L t + l^2} - l, \quad (10)$$

где:  $l$  – глубина агрессивного фронта, зависящая от скорости растворения исходной фазы, измеряемая экспериментально;  $a_j$  – агрессивность внешней среды к данному пористому материалу, определяемая как скорость процесса коррозии 1-го вида в начальный момент времени, когда она максимальна:

$$a_j = \left. \frac{dL}{dt} \right|_{t=0} = \frac{k_j}{2l}, \quad (11)$$

С погружением бетона в жидкую среду, компоненты цементного камня растворяются и уносятся. В растворенном виде они взаимодействуют с агрессивной средой. Скорость процесса коррозии определяется скоростью поступления к поверхности бетона агрессивной жидкой среды, т.е. внешней массопередачей:

$$L = K_u \cdot \tau, \quad (12)$$

$$K_u = \frac{\varepsilon \cdot v_2 \cdot C_{20}}{\mu \cdot m}, \quad (13)$$

где:  $K_u$  - константа скорости коррозии во внешнедиффузионной области, м/с;  $\varepsilon$  - коэффициент, характеризующий полноту нейтрализации агрессивного вещества,  $\varepsilon \leq 1$ ;  $v_2$  - скорость поступления агрессивного вещества к поверхности бетона, мг/с;  $C_{20}$  - концентрация агрессивного вещества мг/л;  $m$  - реакционная емкость бетона, мг/л;  $\mu$  - стехиометрический коэффициент.

В результате дальнейшего развития процесса коррозии на поверхности бетона образуется прокорродированный слой. Далее процесс охватывает все более глубокие слои бетона, а диффузионное сопротивление буферного слоя возрастает и отток щелочи из бетона во внешнюю среду уменьшается.

$$L = \sqrt{K(\tau - 0,5\tau_k)}, \quad (14)$$

$$\tau_k = \frac{\mu \cdot m \cdot D_2^*}{C_{20} \cdot (\varepsilon \cdot v_2)^2} \cdot \left( 1 + \mu \frac{D_1^* \cdot C_{1\infty}}{D_2^* \cdot C_{20}} \right), \quad (15)$$

$$K = \frac{2 \cdot D_2^* \cdot C_{20}}{\mu \cdot m} \cdot \left( 1 + \mu \frac{D_1^* \cdot C_{1\infty}}{D_2^* \cdot C_{20}} \right), \quad (16)$$

где:  $\tau_k$  - время до наступления диффузионного ограничения, с;  $K$  - константа скорости коррозии во внутридиффузионной области, м/с;  $C_{1\infty}$  - растворимость цементного камня в поровой жидкости, мг/л;  $D_1^*$ ,  $D_2^*$  - эффективные коэффициенты диффузии щелочи бетона и агрессивного вещества в прокорродированном слое, м<sup>2</sup>/с.

Приведенные методики определения долговечности бетонных и железобетонных конструкций основаны на различных физико-химических факторах, в каждой модели приняты свои допущения и все они носят приближенный характер. Математическая теория процессов коррозии бетона, позволяющая расчетным путем определить скорость движения и глубину фронта коррозии, до настоящего времени не построена, что связано, прежде всего, с большой сложностью изучаемых процессов и длительностью во времени. В общем случае модель должна включать уравнения массопереноса, кинетику химических реакций и различных физических процессов.

Известно, что за прочность бетона, а, следовательно, и за долговечность бетонных и железобетонных конструкций отвечает гидроксид кальция [3, 8,9], который входит в состав основных минералов портландцемента, поэтому будет логично прогнозировать срок службы конструкции исходя из его количества в теле конструкции. Поля распределения концентрации «свободного гидроксида кальция» (по терминологии академика РААСН С.В. Федосова) опираясь на теорию тепло- и массопереноса, впервые разработанной Лыковым А.В. [13] Для создания математической модели переноса свободного CaO следует использовать дифференциальное уравнение молекулярной диффузии:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = \text{div}[k(x, \tau) \text{grad}C(x, \tau)] + q_v(x, \tau) / \rho_{\text{бет}}, \quad (17)$$

где:  $k(x, \tau)$  - коэффициент массопроводности (диффузии), м<sup>2</sup>/с;  $C(x, \tau)$  - концентрация свободного CaO в бетоне в момент времени  $\tau$  в произвольной точке с координатой  $x$ , кг CaO/кг бетона;  $q_v(x, \tau)$  - мощность объемного источника массы вследствие химических реакций, кг CaO/(м<sup>3</sup>·с);  $\rho_{\text{бет}}$  - плотность бетона, кг/м<sup>3</sup>.

Уравнение (17) дополняется начальными и граничными условиями. Начальные условия характеризуют значения полей концентраций в момент времени, принимаемый за начало отсчета. Для нестационарного поля концентраций начальные условия имеют вид:

$$C(x, \tau)_{\tau=0} = C(x, 0) = C_0(x), \quad (18)$$

где:  $C(x, 0)$  – заданная функция концентрации в начальный момент времени.

Граничные условия характеризуют значения потенциалов переноса концентраций на границах рассматриваемой области в любой момент времени, а также отражают условия взаимодействия на границах рассматриваемой среды с другими средами:

$$\frac{\partial C(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (19)$$

$$k \cdot \frac{\partial C(\delta, \tau)}{\partial x} = \beta [C_p(\tau) - C(\delta, \tau)]. \quad (20)$$

Здесь:  $k$  – коэффициент массопроводности в твердой фазе, м<sup>2</sup>/с;  $\beta$  - коэффициент массоотдачи в жидкой среде, м/с;  $C_p(\tau)$  - равновесная концентрация на поверхности твердого тела, кг CaO/кг бетона;  $\delta$  – толщина стенки конструкции, м.

Выражение (17) является граничным условием третьего рода, и показывает, количество вещества, подводимого к поверхности тела изнутри за счет массопроводности, равно количеству вещества отводимого от поверхности тела во внешнюю фазу конвективной диффузией.

Отличительной особенностью равновесной концентрации  $C_p$  является ее зависимость от концентрации компонента в жидкой фазе  $C_{ж}$ . На начальном этапе процесса, до достижения «пороговой» концентрации в жидкости  $C_{ж}^*$  равновесие подчиняется закону Генри:

$$C_p(\tau) = m C_{ж}(\tau), \quad (21)$$

где:  $m$  – константа Генри, кг жидкости/кг бетона; а после прохождения «пороговой» концентрации определяется выражением [14]:

$$C_p(\tau) = a + m^* C_{ж}(\tau). \quad (22)$$

Система дифференциальных уравнений переноса вместе с начальными и граничными условиями является математической моделью реального процесса переноса вещества в теле конструкции. Реше-

ние этой системы позволяет получить полную картину распределения вещества с течением времени и дать анализ кинетики и динамики процессов [15-20].

#### Список использованных источников

1. Федосов С.В. Нестационарный массоперенос в процессах коррозии второго вида цементных бетонов. малые значения чисел Фурье, с внутренним источником массы / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, Н.С. Касьяненко, И.В. Красильников // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. № 1. С. 97-99.
2. Федосов С.В. Теоретические и экспериментальные исследования процессов коррозии первого вида цементных бетонов при наличии внутреннего источника массы / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, И.В. Красильников, Н.С. Касьяненко // Строительные материалы. 2013. № 6. с. 44-47.
3. Иванов Ф.М., Розенталь Н.К. Оценка агрессивности среды и прогнозирование долговечности подземных конструкций // Бетон и железобетон. 1990. №3. С.44-46.
4. Федосов С.В. Моделирование массопереноса в процессах коррозии первого вида цементных бетонов в системе «жидкость-резервуар» при наличии внутреннего источника массы в твердой фазе / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, И.В. Красильников, Н.С. Касьяненко // Вестн. гражданских инженеров. 2013. №2 (37). С.65-70.
5. Дементьев Г.К. Условия устойчивости бетона в минерализованных водах// Нефтяное хозяйство. 1929, №9. С.11-14.
6. Минас А.И. Границы безопасной скорости коррозии бетона железобетонных конструкций. Известия СКНЦ ВШ. Техн. науки. 1974, №4. С. 32–40.
7. Руководство по определению скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона в жидких агрессивных средах / М.: Стройиздат, 1975. 32с.
8. Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость конструкций в агрессивной промышленной среде. / М.: Стройиздат, 1976. 205с.
9. Москвин В.М., Рубецкая Т.В., Любарская Г.В. Коррозия бетона в кислых средах и методы ее исследования // Бетон и железобетон. 1971, №10. С. 10-12.
10. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений при их реконструкции и восстановлении / Харьковский Промстройинициативный проект. М.: Стройиздат, 1990. 176с.
11. Гусев Б.В., Файвусович А.С., Степанов В.Ф., Розенталь Н.К. / Математические модели процессов коррозии бетона. М.: ИИЦ «ТИМР», 1996.
12. Полак, А.Ф. Коррозия железобетонных, конструкций зданий нефтехимической промышленности / А.Ф. Полак, В.Б. Ратинов, Г.Н. Гельфман. М.: 1971. 176 с.
13. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. М.: Гостехиздат, 1954. 296 с.
14. Смирнова Н.Н. Влияние природы и концентрации ионогенных групп на сорбционные и разделительные свойства ультрафильтрационных мембран на основе ароматических полиамидов по отношению к лизоциму/ Н.Н. Смирнова, И.А. Небукина // Сорбционные и хроматографические процессы. 2014. Т. 14. Вып. 1. С. 150-158.
15. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии / С.В. Федосов. Иваново: ИПК ПресСто, 2010. 364 с.
16. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С., Красильников И.В. Нестационарный массоперенос в процессах коррозии второго вида цементных бетонов. малые значения чисел Фурье, с внутренним источником массы // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2015. Т.58. № 1. С. 97-99.
17. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В. Логинова С.А. Исследование влияния процессов массопереноса на надежность и долговечность железобетонных конструкций, эксплуатируемых в жидких агрессивных средах // Строительные материалы. 2017. № 12. с. 52-57.
18. Федосов С.В. Математическое моделирование кольматации пор бетона при коррозии / Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Евсяков А.С. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 7 (83). С. 198-207.
19. Федосов С.В. Оценка влияния параметров массопереноса на кинетику и динамику процессов, протекающих при жидкостной коррозии первого вида цементных бетонов / Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2018. № 1. С. 14-22.
20. Федосов С.В. Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки / Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Караваев И.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 268-276.



## МЕРОПРИЯТИЯ И СПОСОБЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАТЕГОРИИ СПОРТИВНОГО СООРУЖЕНИЯ

**Святкина Е.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», магистр по направлению 08.04.01*

*«Строительство»*

*e-mail: katsvyt@yandex.ru*

Мероприятия и способы для повышения категории спортивного сооружения необходимы для зданий, которым требуется проведение соревнований, спартакиад более высокого уровня, осуществление которых невозможно в условиях существующего спортивного сооружения. В результате необходимо выполнение полной или частичной реконструкции здания, которая будет удовлетворять эксплуатационным требованиям новой, повышенной категории спортивного объекта и позволяет организовывать более масштабные спортивные и культурно-массовые соревнования и мероприятия на его основе.

Самая главная особенность реконструкции зданий спортивного назначения - индивидуальность практически всех объектов данного типа. Объекты, подлежащие реконструкции, имеют индивидуальные особенности, как эксплуатационные, так и различные степени морального и физического износа несущих и самонесущих конструкций. В связи с данными особенностями определяется организационно-техническая схема проведения работ по реконструкции. Замена отдельных конструкций здания, потерявших прочность, может привести к повреждению других находящихся рядом конструкций. Металлические конструкции, которые очень часто применяются в зданиях спортивного назначения, в процессе эксплуатации здания подвергаются многочисленным силовым и температурным воздействиям, действию агрессивной окружающей среды. В следствии их несущая способность может постепенно снижаться. Это может привести к частичному или полному разрушению здания.

Одна из главных причин реконструкция зданий и сооружений спортивного назначения - это повышение его категории. Увеличение количества мест на трибунах, площади спортивной зоны, которая должна соответствовать новой, повышенной категории здания. Все эти критерии невозможно воплотить в существующем здании, поэтому здание подвергается реконструкции. Реконструкция здания с изменением его габаритных размеров влечет за собой изменение конструктивной схемы здания и как следствие полная или частичная замена или усиление существующих конструкций.

Существует три основных категории спортивных сооружений (таблица 1) по СП 332.1325800.2017.

Таблица 1

Уровень спортивно-массовых мероприятий	
Категория спортивного сооружения	Уровень спортивно-массовых мероприятий, проводимых на спортивном сооружении
А	Международные и всероссийские физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия
В	Межрегиональные физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия, а также физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия субъекта Российской Федерации
С	Иные физкультурные мероприятия и спортивные мероприятия

Одними из основных мероприятий для увеличения объема спортивного объекта является пристройка дополнительных объемов к существующему зданию, увеличение основного пролета здания, перепланировка здания, включение территории занятой существующем благоустройством в единую систему реконструируемого спортивного объекта и т.д.

Все мероприятия и способы увеличения и изменения габаритных размеров здания (увеличение объема здания невозможно без изменения его плановых размеров) непосредственно связаны с существующими несущими конструкциями здания, которые в ходе проведения реконструкции будут иметь новую систему нагруженную с новой, возможно, большей нагрузкой, чем до реконструкции.

Основные несущие конструкции в зданиях спортивного назначения - металлические конструкции. В результате одним из мероприятий по повышению категории спортивного сооружения будет усиление этих конструкций.

Усиление металлических конструкций наиболее распространенное явление при реконструкции спортивных сооружений. Причины усиления металлических конструкций:

- Увеличения нагрузки на конструкции;
  - Изменение расчетной схемы;
  - Моральный или физический износ;
  - Неправильная эксплуатация;
  - Поражение конструкций коррозией;
  - Ошибки при проектировании, производстве и в ходе строительно-монтажных работ.
- Одними из наиболее нуждающихся в усилении являются:

- Колонны;
- Стропильные и подстропильные конструкции;
- Фермы;
- Балки;
- Стойки;

Для их усиления в большинстве случаев применяют традиционные методы:

- Увеличение сечения;
- Изменение конструктивной схемы;
- Установка дополнительных связей, ребер жесткости;
- Подведение новых дополнительных конструкций;
- Усиление соединений элементов;
- Частный случай усиления - предварительное напряжение конструкций.

Данные методы очень распространённые, но имеют недостатки:

- Уменьшение свободной площади помещения;
- Возникновение дополнительного ряда деформаций;
- Большое количество сварных работ;
- Утяжеление конструкций в связи с установкой дополнительных элементов.

Перепланировка спортивного сооружения также необходима для повышения его категории. Все помещения должны удовлетворять современным требованиям эксплуатации, безопасности и доступности маломобильных групп населения. Исходя из назначения спортивного сооружения, основным типом объемно-планировочного решения является большезальный, перекрытый большепролетной конструкцией. Данному типу присущи следующие варианты реконструкции:

- Изменение спортивного ядра;
- Изменения трибун;
- Изменения типа кровли;
- Изменения пространства сооружения.

Реконструкция спортивного ядра предполагает формирование планировочных решений с перемещением основных элементов здания. В спортивных объектах рационально использование смещающегося поля в горизонтали и дающего возможность проведения в спортивном сооружении различных мероприятий. Трансформация спортивного ядра дает возможность использования множества вариантов функционального использования помещения, зависящего от действия в нем людей.

Примеры спортивных объектов с трансформирующимся спортивным ядром:

- Ледовый дворец «Большой» в г. Сочи;
- Футбольный стадион «Гаосюн Нэшнл Стэдиум», Тайвань;
- Конькобежный трек в Инцеле, ФРГ.

Модификация трибун позволяет проводить мероприятия для различного количества людей. При реконструкции трибун необходимо максимальное использование помещения с обеспечением видимости спортивной площадки.

Адаптивность спортивных сооружений необходима в современном мире. Она позволяет максимально задействовать здание и дает возможность проведения различных спортивных, а также культурно-массовых мероприятий.

Примером необходимой реконструкции спортивного объекта служит Центральный стадион в городе Екатеринбург. Устаревшее здание постройки 1957 г. вмещало в себя 16 тыс. зрителей. После масштабной реконструкции 2006–2011 гг. вместимость увеличилась до 27 тыс., но, будучи введенным в эксплуатацию в 2011 г., здание, не просуществовав и двух лет, снова должно было быть полностью реконструировано для проведения Чемпионата мира по футболу в 2018 г. По требованиям FIFA вместимость должна быть увеличена до 44 тыс.

#### Список использованных источников

1. Аристова Л.В., Мохов А.И. Методология формирования инвестиционной стратегии в сфере физической культуры и спорта // Вестник Государственного Университета Управления: сер. Развитие отраслевого и регионального управления. №6 (6) - 2007. - С. 154-155.
2. Гончаренко Л.П., Аристова Л.В. Мохов А.И. Комплексный объект инвестирования в сфере физической культуры и спорта // Вестник Государственного Университета Управления: сер. Развитие отраслевого и регионального управления. №6 (6) - 2007. - С. 41-42.
3. Минкович Б.М., Яковлев В.П. Теория синтеза антенн. - М.: Советское радио, 1969, - 298 с.
4. Мохов А.И. Системотехника и комплехсотехника строительного переустройства / в кн. «Современные проблемы строительного переустройства» под ред. В.О. Чулкова. – М.: АСВ, 2005. – С. 65-101.
5. Мохов А.И. Инновации в технической эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений // Сборник докладов Деловой программы 5-и Международной выставки «Спорт '8». – С. 67-98.
6. Чулков В.О., Мохов А.И., Казарян Р.Р., Раков В.И., Фахратов М.А. Разработка концепции интеллектуального здания при решении проблем безопасности жизнедеятельности // Промышленное и гражданское строительство. - 2003. - №7. - С. 52-53.

УДК 624.01

69.059.22: Повреждения, разрушения и ремонт зданий и сооружений

### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КРЫШ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

**Соломатин Е.О.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры "Городское строительство и автомобильные дороги"  
e-mail:soloevg@yandex.ru*

**Бучнев И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: buchne68@mail.ru*

Долговечность строительных конструкций жилых зданий должна быть обеспечена правильным учетом воздействия на конструкции внешних факторов среды, правильной эксплуатацией жилого здания, своевременным выполнением защитных мероприятий и ремонтных работ [1].

Начиная с 80-х годов, при строительстве ряда панельных зданий в Тамбове стали возводить крыши из железобетонных лотковых панелей. В основном для 5-этажных домов проектировались двускатные кровли с наружным неорганизованным водостоком, для 9-этажных - с внутренним водостоком и установкой водосборных лотков. Для осушающей вентиляции утеплителя и обеспечения доступа к элементам кровли проектировались холодные или теплые чердаки и вентилируемые воздушные прослойки. Так же предусматривалась пароизоляция и утепление чердачного перекрытия.

Чердачные крыши с холодным чердаком имеют утепленное чердачное перекрытие, неутепленные тонкостенные железобетонные кровельные и лотковые панели, железобетонные опорные элементы, однослойные фризвые панели. Железобетонные элементы чердачного покрытия (кровельные и лотковые панели) проектируют с опиранием по двум сторонам. Кровельные панели опираются на наружные фризвые и лотковые панели. Лотковые панели, расположенные в средней зоне чердака, закрепляют к опорным рамам, устанавливаемым вдоль поперечных осей здания.

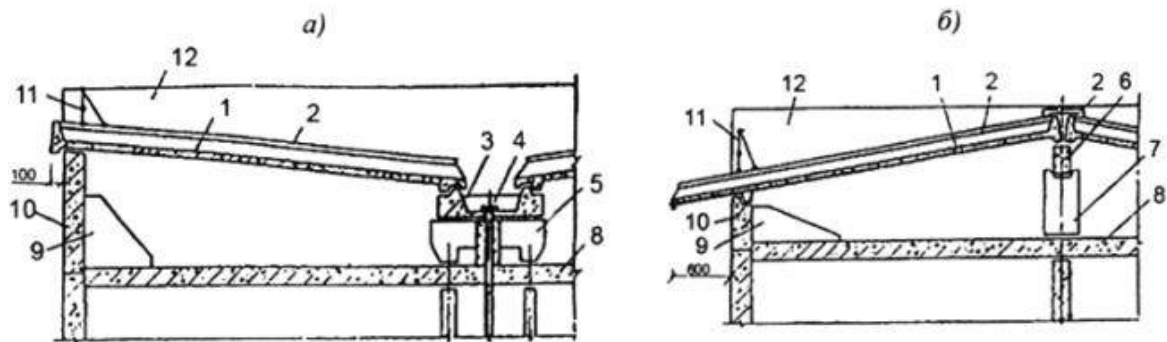


Рисунок 1 - Конструктивные схемы кровель из железобетонных лотковых панелей:

а - с внутренним водоотводом; б - с неорганизованным водоотводом;

1 - железобетонная кровельная панель; 2 - железобетонный П-образный нащельник; 3 - железобетонный водосборный лоток; 4 - водосточная воронка; 5 - подкладочная балка под лоток; 6 - опорная балка; 7 - опорный столик; 8 - утепленная панель перекрытия; 9 - треугольный анкерный элемент; 10 - опорная фризовая панель;

11 - ограждение крыши; 12 - торцовая фризовая панель

Для опирания кровельных панелей при ненесущих наружных стенах в плоскости фризовых панелей устанавливают железобетонные балки, опирающиеся на расположенные вдоль поперечных осей здания опорные рамы. Опирание лотков на опорные рамы и кровельных панелей на уступ наружных фризовых панелей и лотковые панели фиксируется сваркой закладных элементов [2].

Другим конструктивным решением чердачных крыш крупнопанельных жилых зданий является решение, представленное на рисунке 2, при котором несущими конструкциями являются наружные фризовые панели и центральный водосборный лоток, опирающийся на панели и опорные рамы, установленные вдоль поперечных осей здания. На фризовые панели и центральный лоток опираются кровельные железобетонные лотки, устанавливаемые с шагом 3,9 м. На лотки, в свою очередь, опираются плиты покрытия толщиной 0,12 м. Таким образом, отвод воды с кровли осуществляется по лоткам и плитам покрытия в поперечном направлении в сторону центрального лотка. По центральному лотку вода отводится в продольном направлении в сторону водоприемных воронок. Чердачное перекрытие утепляется слоем керамзитового гравия, а чердак является «холодным». Однако вентиляционные каналы на данных крышах не выводятся за пределы чердачного пространства, а вентиляция чердака осуществляется за счет пространства между фризowymi панелями и плитами покрытия, а также за счет отверстий в самих панелях.

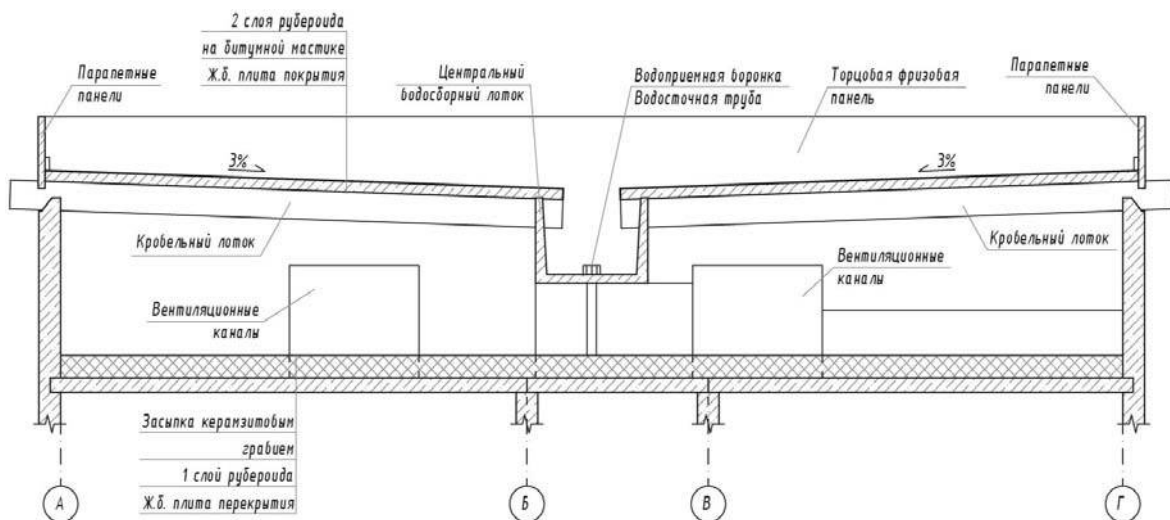


Рисунок 2- Конструктивное решение крыши крупнопанельных жилых зданий

В настоящее время в городе Тамбове насчитывается более 20 многоэтажных панельных жилых домов, с подобным конструктивным решением крыши. Спустя 30-40 лет с начала эксплуатации данных зданий, у них наблюдаются следующие повреждения и дефекты несущих конструкций крыши (рисунок 3), свидетельствующие об их неудовлетворительном техническом состоянии:

- образование трещин;
- прогибы плит покрытия и кровельных лотков;
- отслоение защитного слоя бетона;
- коррозия арматуры и закладных деталей, поверхности бетона, металлических элементов и соединений.



Рисунок 3- Дефекты и повреждения несущих элементов крыши

Выявление причин и механизмов разрушения железобетонных конструкций дает возможность грамотно и эффективно применять меры по их защите и повышению долговечности.

Наиболее существенное влияние на степень физического износа крыш оказывают принятые в проекте конструктивные решения, качество строительно-монтажных работ и условия эксплуатации.

К основным недостаткам проектирования, влияющим на долговечность железобетонных крыш, относятся:

- недостаточное утепление чердачного перекрытия;
- слабая пароизоляция;
- недостаточный уровень вентиляции чердачного пространства и воздушной прослойки в бесчердачных кровлях;
- вывод оголовков вентиляционных каналов внутрь «холодного» чердачного пространства;
- в бесчердачных кровлях отсутствие доступа в пространство между кровельными плитами и перекрытием;
- несоответствие конструкции кровельных элементов нагрузкам и воздействиям, влияющим на них;

Особо следует выделить конструктивные недостатки плит покрытия, зачастую они приводят к значительным разрушениям вплоть до аварийных ситуаций.

Ниже приведены наиболее часто встречающиеся:

1. Недостаточная площадь поперечного сечения продольного ребра плиты в коньковой части, отсутствие или недостаточность распределительной арматуры в этом месте. В основном этим недостатком отличаются некоторые плиты ранних серий домов. Возможно, при проектировании не были учтены воздействия поперечных сил, максимально развивающиеся именно в этом месте. Так же на слабость данного участка мог повлиять производственный фактор. Этот недостаток при уменьшении поперечного сечения из-за разрушения бетона приводит к быстрой потере несущей способности и обрушению плиты.

2. Отсутствие арматуры, связывающей между собой продольные ребра и плоскость плиты. В основном все кровельные плиты проектировались с предварительным напряжением рабочей арматуры, находящейся в ребрах. Плоскость плит армировалась только сеткой. Из-за разности напряжений в бетоне плоскости и ребра на границе их соединения создается повышенное напряжение, что является дополнительным фактором, усиливающим деформации. Арматурная сетка в большинстве подобных

плит не связана со средними продольными ребрами. Бетон в данном сечении работает на растяжение и при значительных нагрузках на плоскость или при дефектах бетонирования происходит отрыв плоскости от ребра.

3. Недостаточный защитный слой бетона вокруг рабочей арматуры продольного ребра плиты. В большинстве случаев это приводит к отслоению бетона вокруг арматуры и исключению ее из работы. Чаще всего это проявляется в верхней части ребра. При этом рабочая площадь поперечного сечения конструкции уменьшается. В дальнейшем это ведет к увеличению прогиба и повышенному трещинообразованию.

Часть рассмотренных дефектов могут являться результатом производственного брака и недостаточного технического контроля.

По сравнению с другими железобетонными конструкциями здания кровельные элементы находятся в наиболее неблагоприятных условиях с точки зрения внешних атмосферных и погодных воздействий. Кровли подвергаются воздействию атмосферных осадков, которые, учитывая загрязненность атмосферы города, часто являются слабыми растворами различных кислот. В районах с близким расположением промышленных предприятий, производящих выбросы в атмосферу загрязненного воздуха, по требованиям нормативных документов, проектирование кровель необходимо производить с учетом антикоррозионной защиты железобетонных конструкций. Так же на железобетонные конструкции воздействует солнечная радиация, температурные колебания. Попеременное увлажнение – высыхание, нагрев – остывание бетона приводит к образованию температурно-влажностных деформаций в структуре бетона. В осенне-весенние периоды и в оттепели зимой под слоем снега происходит обледенение конструкций кровли, накопление льда на свесах, карнизах и лотках. Практически циклическое замораживание – оттаивание бетона происходит в водонасыщенном состоянии в слабом растворе различных кислот и других разрушающих бетон химических соединений [1].

Значительное влияние на долговечность крыш оказывают условия их эксплуатации. Контроль за состоянием кровель со стороны эксплуатирующих организаций за последние годы существенно снизился. Основными недостатками при эксплуатации кровель являются:

- неудовлетворительный уровень содержания, некачественные и несвоевременные ремонтные работы кровельного ковра и накрывных элементов;
- отсутствие решеток на водосливных воронках приводящее к засорению канализационных стояков;
- отсутствие утепления водоотводящей канализации в чердачном пространстве, приводящее к промерзанию стояков и отсутствию отвода воды в период оттепелей;
- не герметичность сообщения между лестничной клеткой и чердачным пространством, приводящая к повышению влажности воздуха на чердаке;
- заделка вентиляционных отверстий в чердачном пространстве;
- отсутствие или разрушение пароизоляции чердачного перекрытия.
- неравномерность, недостаточность, уплотнение или разложение утеплителя чердачного перекрытия, приводящее к значительному повышению температуры в чердачном пространстве, смещению точки росы в утеплитель, промерзанию чердачного перекрытия.
- некачественные и несвоевременные ремонты несущих конструкций крыши.

Часть вышеперечисленных дефектов существует со времени строительства зданий, что не освобождает эксплуатирующую организацию от ответственности за состояние конструкций.

Наряду с повреждениями железобетонных конструкций крыш, возникающих по причине неудовлетворительного состояния кровельного ковра, одной из самых распространенных причин появления повреждений является существенное повышение температуры и влажности внутри чердачного пространства. Это может быть связано с повреждением или полным отсутствием пароизоляции, снижением теплотехнических свойств утеплителя чердачного перекрытия, а также наличием в «холодном» чердаке избыточного теплого и влажного воздуха вентиляционных каналов. При данных обстоятельствах начинает оказывать существенное влияние недостаточность вентиляции чердачного пространства. Причем влажность воздуха имеет решающее значение в ускорении деструктивных процессов. Учитывая, что внутренняя поверхность плит в отличие от наружной имеет меньшую плотность и ничем не защищена, конденсирующаяся влага легко проникает в толщу бетона плиты. Вода конденсата практически не имеет примесей и при проникновении в бетон происходит выщелачивание и разрушение цементного камня. Под действием этих процессов прочность бетона значительно снижается. Обычно конденсат выступает при понижении температуры воздуха ниже нуля градусов и за этим следует замерзание воды в толще бетона. Приданной схеме воздействий разрушение бетона конструкций начинается с внутренней стороны плит. При визуальном осмотре наружная поверхность плит имеет вид плотного работоспособного бетона, в тоже время с внутренней стороны наблюдаются значительные разрушения, следы карбонизации и протечек. Если плиты изготовлены из высокоплотного бетона, то



возможно развитие повреждений другого характера. Влага конденсата скапливается под наружной поверхностью бетона плиты, имеющую наибольшую плотность и слабую паропроницаемость и там замерзает. При этом наибольшему разрушению подвержен верхний слой бетона. Отмечено что иногда под нормальной с виду поверхностью плиты при простукивании обнаруживается полностью потерявший свои свойства бетон. Во всех описанных случаях разрушение бетона происходит из-за конденсации влаги на внутренней поверхности плит со стороны чердачного пространства. Таким образом разрушающее воздействие влаги на железобетонные конструкции крыши может оказываться с внешней и внутренней стороны чердака одновременно [3, 4, 5, 6].

Зачастую при изготовлении кровельных плит использовались бетоны низкой плотности часто с введением порообразующих добавок. По сравнению с обычными бетонами они выглядят рыхлыми и пористыми. Однако при больших сроках эксплуатации у многих из них состояние значительно лучше, чем у железобетонных элементов из высокоплотных бетонов. Причиной долговечности таких бетонов является их более высокая морозостойкость за счет микропор, образованных введением добавки. Вода в таких порах не имеет возможности замерзнуть и в то же время пористость позволяет компенсировать температурные деформации. Недостатком таких бетонов является высокое водопоглощение. В нормативной литературе при эксплуатации данных кровель рекомендовалась периодическая их гидрофобная обработка. Что редко выполняется в современных условиях. Ногидрофобизация таких бетонов имеет большую эффективность и значительно сокращает водопоглощение. При отсутствии защитных мероприятий при эксплуатации таких кровель бетон разрушается в основном за счет поверхностного вымывания и воздействия агрессивных растворов городской среды. Свидетельством этого является разрушение в первую очередь поверхностного наружного слоя.

Таким образом при проведении работ по капитальному ремонту крыш крупнопанельных зданий необходимо проводить комплекс мероприятий, направленных на устранение перечисленных выше причин появления повреждений несущих железобетонных конструкций:

- максимально снизить тепловыделения в чердачное пространство со стороны теплых помещений и снизить влажность воздуха на чердаке, путем замены существующего утеплителя и пароизоляции на новые;
- исключить попадание воздуха из вентиляционных каналов внутрь чердачного пространства и на несущие конструкции, а также конденсацию влаги на их внутренней поверхности;
- обеспечить необходимый режим вентиляции чердака для удаления теплого и влажного воздуха за пределы чердачного пространства;
- полностью заменить кровельный ковер и систему водоотвода крыши, согласно современным требованиям;
- при необходимости выполнить весь перечень работ, связанных с усилением и восстановлением несущей способности железобетонных конструкций крыши.

#### Список использованных источников

1. Балалаев, Г.А. Защита строительных конструкций от коррозии / Г.А. Балалаев, В.М. Медведев, Н.А. Мошанский. - М.: Стройиздат, 1966.
2. Проектирование крыш многоэтажных жилых зданий : метод. указ. / сост. Н.В. Кузнецова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 32 с. – 75 экз.
3. Андрианов, К.А. Температурно-влажностный режим скатных чердачных крыш гражданских зданий в условиях умеренного климата г. Тамбова / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 35-летию института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. - 2014. С. 63-69.
4. Макаров, А.М. Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбова / А.М. Макаров, В.М. Сафонова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. - 2019. С. 460-462.
5. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий / В.И. Леденев, П.В. Монастырев, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов – Тамбов. - 2016.
6. Тихонова, М.А. Проблемы эксплуатации бесчердачных покрытий гражданских зданий и пути их решения при реконструкции и капитальном ремонте / М.А. Тихонова, И.В. Матвеева // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2016. № 1 (22). С. 176-182.

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА****Умнов А.Е.,**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистр

e-mail: pfl65@yandex.ru

**Худяков А.В.,**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры

«Конструкции зданий и сооружений»

e-mail: chudajkov@mail.ru

Наиболее эффективное использование капитальных вложений в строительстве может быть достигнуто за счет применения рациональных объёмно-планировочных решений. Это прежде всего объёмно-планировочные решения зданий с укрупненной сеткой колонн. Применение такой сетки колонн позволяет сократить количество промежуточных опор и, тем самым, несколько сократить расход материалов, существенно увеличить коэффициент использования производственной площади.

Однако возникает вопрос оптимального конструктивного решения покрытия таких зданий. В нашей работе выполнен сравнительный анализ двух вариантов покрытия здания торгового центра с укрупненной сеткой колонн в плане 36 x 36 м.

Первый вариант принят из типовых традиционных железобетонных плоских конструкций - арок пролетом 36 м, установленных на колонны с шагом 6 м, и ребристых плит покрытия шириной 3 м.

Второй вариант - пространственная тонкостенная оболочка положительной гауссовой кривизны с контурными конструкциями из железобетонных арок пролетом 36 м и плит размером 3x6 м (рис.1).

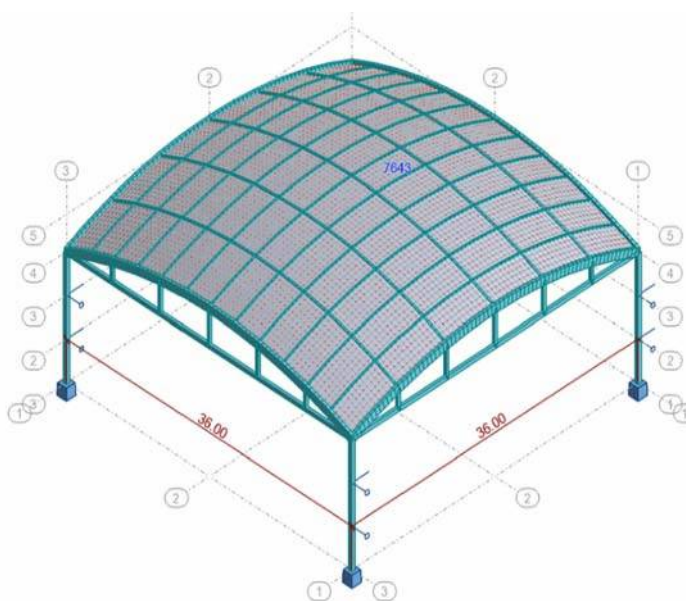


Рисунок 1 – Общий вид оболочки положительной гауссовой кривизны

Расчет конструкций первого покрытия выполнен традиционными методами, второго - посредством программного комплекса autodeskrobotstructuralanalysis 2017. По результатам расчета установлены значения усилий (M, Q, N), деформаций, армирования. Значения усилий M, Q, N возникающих в оболочке относительно оси x-x приведены на рис. 2-4.

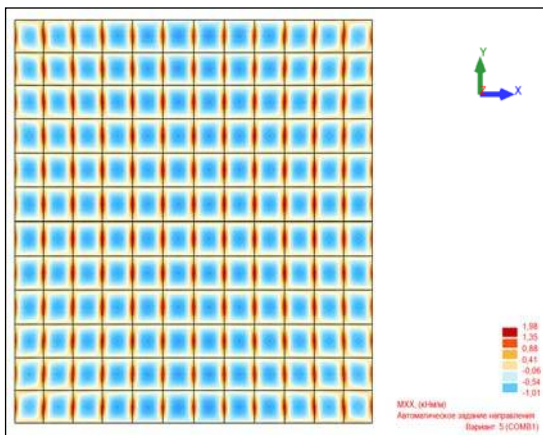


Рисунок 2 - Максимальные изгибающие моменты в элементах пластин покрытия вдоль оси x ( $M_{xx}$ , (кН·м/м))

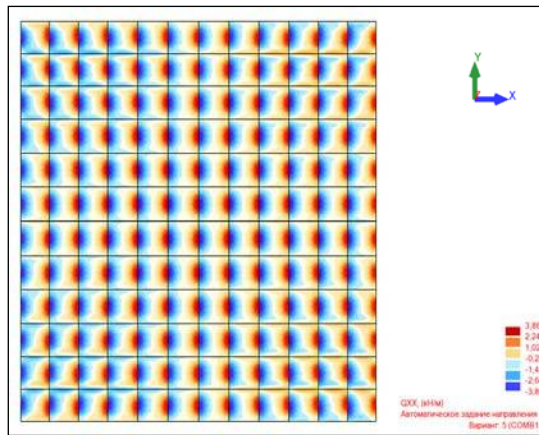


Рисунок 3 - Максимальные поперечные усилия в элементах пластин покрытия вдоль оси x ( $Q_{xx}$ , (кН/м))

По ним можно отметить, что значения изгибающих моментов и поперечных сил по сравнению с мембранными (продольными) сжимающими усилиями незначительны, что подтверждает теорию расчета оболочек по безмоментной теории. Прогобы оболочки по всей поверхности около 4см, и только в угловых зонах они намного меньше- приблизительно 1см. Это позволяет наиболее эффективно использовать надежную работу бетона на сжатие, что позволяет снизить расход арматуры

Практически арматура по всей площади оболочки устанавливается по конструктивным соображениям. Только в угловых зонах, где действуют главные растягивающие напряжения, количество устанавливаемой арматуры удваивается (рис.5). На практике в этих зонах устанавливают арматуру перпендикулярно диагоналям оболочки по верху сборных плит оболочки и затем укладывают слой бетона[6].

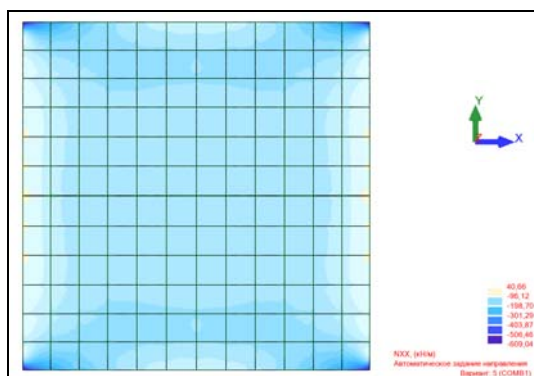


Рисунок 4 - Максимальные мембранные усилия в элементах пластин покрытия вдоль оси x ( $N_{xx}$ , (кН/м))

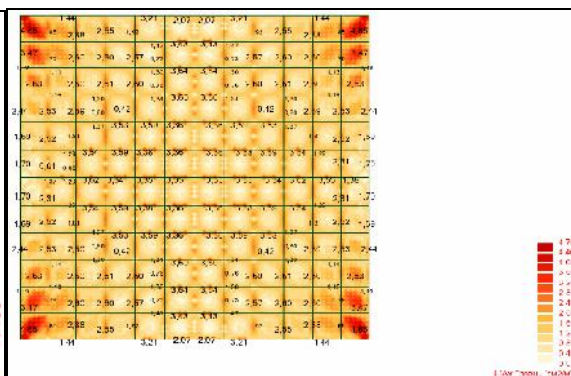


Рисунок 5 - Армирование элементов пластин покрытия (нижня по x)

По результатам расчетов проведен технико-экономический анализ рассмотренных вариантов покрытия, приведенный в таблице, из которого видно, что наиболее экономичным по расходу бетона и арматуры является оболочка положительной гауссовой кривизны. В данной статье приведен анализ вариантов только по покрытию, а с учетом дополнительных промежуточных опор для плоского покрытия это преимущество возрастет.

Однако преимущества оболочки по расходу бетона и стали не являются решающими в определении эффективности конструктивного решения. Ключевыми факторами в оценке пространственных конструкций являются показатели их стоимости и трудоемкости по сравнению с существующими плоскими покрытиями.

Таблица 1

Вариант	Приведенная толщина бетона, см	Расход стали, кг/см <sup>2</sup>
1.Оболочка положительной Гауссовой кривизны с плитами 3×6 м	7,8	10,6
2.Плоские плиты покрытия 3х6 по железобетонным аркам	11,3	15,6

Стоимость и трудоемкость монтажа, как правило, выше аналогичных параметров установки плоских покрытий, так как пространственные покрытия всегда требуют дополнительных операций: установка временных опор при сборке и монтаже- кондукторов или поддерживающих подмостей, ответственное заделывание всех швов и соединений, в то время как в плоских покрытиях выполняют только их заполнение. Недостатком конструктивного решения первого варианта(оболочка положительной Гауссовой кривизны), также является значительный внутренний объем зданий, зачастую не обоснованный функционально-технологическими требованиями, усложнение устройства кровли, криволинейные элементы менее технологичны в изготовлении, чем плоские. Однако с архитектурной точки зрения такие сооружения более выразительны, эстетичны, улучшают и разнообразят внешний облик любого населенного пункта.

Т.е. можно сделать вывод, что пространственные и плоские конструкции покрытий имеют свои достоинства и недостатки. Применение каждого из них должно быть обосновано и мотивировано в каждом конкретном случае.

#### Список использованных источников

1. Виноградов Г.Г. Расчёт строительных пространственных конструкций. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1990. – 264 с.
2. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. СП 52-117-2008. Часть 1. Методы расчета и конструирования, ФГУП НИЦ «Строительство», 2008.
3. Инструкция по проектированию железобетонных тонкостенных пространственных покрытий и перекрытий. Примеры расчёта и конструирования пологих оболочек, оболочек вращения и свода. Изд-во литературы по строительству. Москва, 1964. – 71 с.
4. Колчунов В.И. Пространственные конструкции покрытия. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие. / В.И. Колчунов, К.П. Пятикрестовский, Н.В.Клюева. –М.: АСВ, 2008. -352с.
5. Руководство по проектированию железобетонных пространственных покрытий и перекрытий.- М.: Стройиздат,1979.-421с.
6. Сперанский Н.М. и др. Примеры расчёта железобетонных конструкций: Учеб. Пособие для вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство» / Н.М. Сперанский, С.Г. Сташевская, С.В. Бондаренко – М.: Выш. шк., 1989. - 176 с.

УДК 69.059.3

67.13.51: Работы по ремонту, восстановлению и реконструкции зданий и сооружений

### СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

**Черкасов А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: boom6800@mail.ru*

**Анрианов К.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент,  
зав.кафедрой «ГСиАД», e-mail: konst-68@yandex.ru*

В условиях плотной существующей застройки, в первую очередь в центральной части г.Тамбова, увеличение площади помещений эксплуатируемых зданий зачастую возможно только за счет использования подземного пространства. Устройство новых подвальных помещений производят путем увеличения глубины заложения фундаментов существующих зданий. Увеличение подвального пространства позволит использовать его, например, для устройства подсобных помещений, помещений административного назначения и стоянок автомобилей [1,3,4,7-9].

При изучении вопроса о возможности углубления подвалов или их устройства в существующих бесподвальных зданиях необходимо учитывать, прежде всего, условия работы, расчетную схему фундаментов и всего здания. Расчетная схема фундамента обычно включает действие следующих усилий: момента, продольной вертикальной силы и поперечной силы [2]. Для их восприятия необходима жесткая заделка фундамента в грунт, не менее чем на 600 мм (см. рис. 1). Пол устраиваемого подвала должен находиться на отметке выше подошвы фундамента на 700-800 мм.

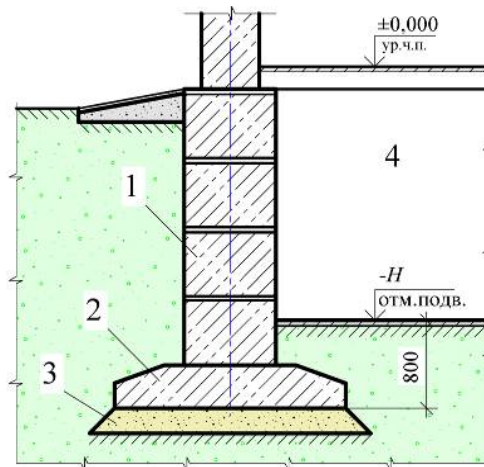


Рисунок 1 – Схема устройства подвала с обеспечением заделки фундамента в грунте: 1 - существующий фундамент; 2 – фундаментная подушка; 3 – щебеночная подготовка; 4 – подвал

Существует достаточно большое количество случаев, когда собственники зданий увеличивают высоту подвальных помещений, отрывая внутри здания грунт ниже подошвы фундаментов, что является недопустимым. Если при увеличении глубины подвалов не удастся сохранить заделку фундамента в грунт, т.е. пол будущего подвала планируется устроить ниже подошвы существующего фундамента, то в этом случае возможные следующие способы увеличения глубины заложения фундаментов [5,6,10, 11]:

- устройство «уступов» (берм) изнутри здания (применимо для большепролетных зданий). Ширина уступа принимается на основании расчета на сдвиг грунта по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения (см. рис. 2);
- устройство шпунтовой или подпорной стенки в виде «стена в грунте» (см. рис. 3).

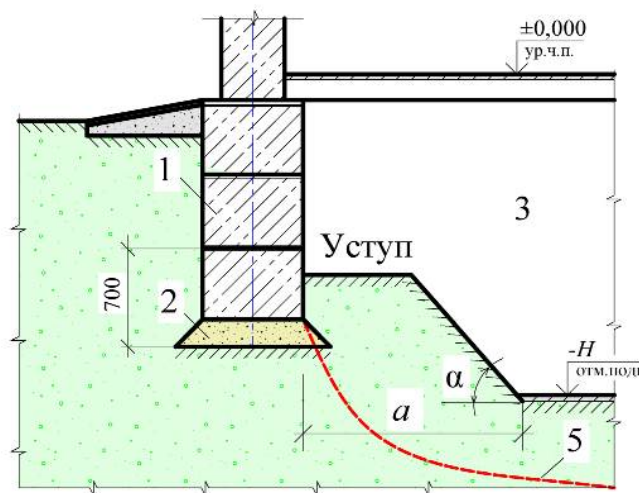


Рисунок 2- Устройство уступа (бермы) для увеличения высоты подвала: 1 - существующий фундамент; 2 – щебеночная подготовка; 3 – устраиваемый подвал; 5 – круглоцилиндрическая линия скольжения



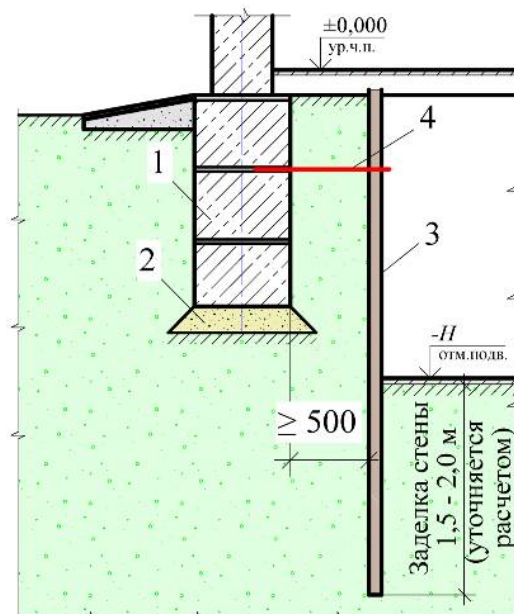


Рисунок 3- Устройство шпунтовой стенки с целью увеличения высоты подвала: 1 - существующий фундамент; 2 – щебеночная подготовка; 3 – шпунтовая стенка; 4 – анкер для крепления шпунтовой стенки к фундаменту, горизонтальная связь

С применением технологии статического погружения свай возможно устройство подземных этажей (1 – 5 этажей) под существующим зданием (рис.4). Технология предусматривает предварительное усиление существующих фундаментов сваями, выполняемыми по технологии статического погружения (вдавливания). В этом случае вся нагрузка от здания переносится на свайные фундаменты. После погружения свай выполняется их предварительное напряжение. После чего устраивается подводка стен, перекрытий и пола новых подземных этажей.

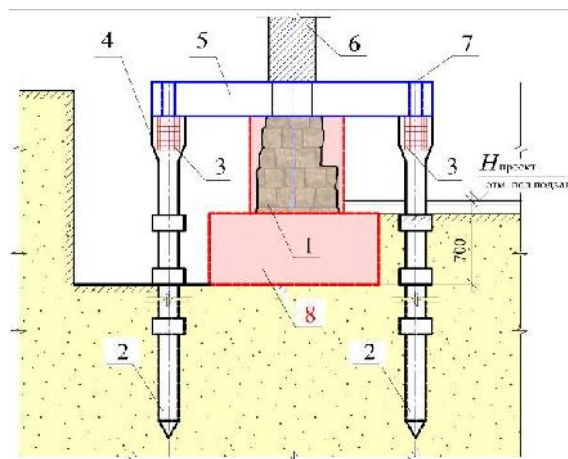


Рисунок 4 - Заглубление ленточного фундамента с помощью выносных вдавливаемых свай: 1 – существующий фундамент; 2 – металлические трубчатые сваи; 3 – арматурный каркас оголовка сваи; 4 – оголовок; 5 – железобетонная балка; 6 – стена; 7 – отверстие; 8 – проектируемый заглубленный фундамент

В случае увеличения глубины заложения фундаментов из бутовой кладки вначале разгружают фундаменты и при наличии ослабленных участков стен устанавливают рандбалки. Затем на отдельных захватках длиной 1,5...2 м в заранее намеченной очередности отрывают колодцы на проектную глубину с временным креплением стенок, разбирают нижнюю ослабленную часть фундамента (при необходимости) и удаляют грунт, подводя под фундамент временные крепления. Кладку нового фундамента выполняют с перевязкой швов, удаляя крепление снизу вверх. Зазор между верхним обрезом



новой кладки и нижним обрезом старого фундамента зачеканивают полусухим цементно-песчаным раствором состава 1:3.

Возможно увеличение глубины заложения фундаментов с применением монолитного бетона. Для этого разгружают фундамент, отрывают шурфы на 0,7...1 м ниже подошвы фундамента, стенки шурфов крепят щитами. У передней стенки устанавливают раму из бруса или круглого леса. Верхняя перекладина рамы должна находиться на 30...50 мм ниже подошвы фундамента. Между подошвой и верхней перекладиной рамы в грунт забивают доски, отрывают колодец, в который укладывают и уплотняют бетонную смесь, оставляя между подошвой фундамента и поверхностью бетона зазор 300...400 мм. После набора бетоном требуемой прочности с помощью домкратов производят обжатие основания новой части фундамента, используя при этом массу существующего здания. После этого бетонируют зазор, укладывая бетонную смесь на 100 мм выше подошвы старого фундамента с целью обеспечения плотного контакта.

Возможно выполнение работ по одновременному углублению и уширению фундамента. В этом случае не требуется разгрузка фундамента. На захватке отрывают траншею на глубину заложения фундамента. Затем устраивают подкоп под подошву существующего фундамента по всей длине захватки на половину его ширины. В боковую стенку подкопа забивают горизонтальные поперечные арматурные стержни диаметром 14...18 мм. Нижний ряд стержней устанавливают с шагом 200 мм на 100 мм выше дна траншеи, а верхний ряд - с таким же шагом на 50...70 мм ниже подошвы существующего фундамента. К поперечным стержням приваривают профильные стержни такого же диаметра с шагом 200 мм. В траншее устанавливают щит опалубки на уровне подошвы фундамента и на расстоянии 200 мм от его боковой поверхности, укладывают и уплотняют бетонную смесь, монтируют вертикальную арматурную сетку с размером ячейки 200x200 мм, диаметром вертикальных стержней 14...18 мм, горизонтальных - 6 мм. Сетку втапливают на 200...250 мм в свежеложенный слой бетонной смеси, устанавливают опалубку второго яруса, укладывают и уплотняют бетонную смесь. После набора бетоном требуемой прочности опалубку разбирают, выполняют гидроизоляцию и обратную засыпку траншеи. Затем аналогично выполняют работы с противоположной стороны, см. рис. 5.

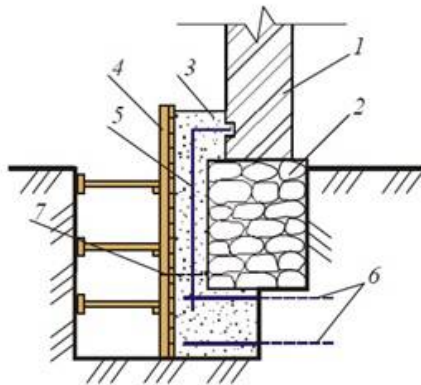


Рисунок 5 – Схема увеличения глубины заложения фундаментов из бутовой кладки: 1 – стена; 2- фундамент; 3 – монолитный бетон; 4 – опалубка; 5 – арматурная сетка; 6 – горизонтальные арматурные стержни; 7 – уровень первого яруса бетонирования

#### Список использованных источников

1. Аленичева, Е.В. Проблемы реконструкции городской застройки в современных условиях / Е.В.Аленичева, О.Н. Кожухина, И.В. Гиясова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2017. № 3 (65). -С. 122-128.
2. Андрианов, К.А. Расчёт усиления конструкций перед реконструкцией и капитальным ремонтом / учебное пособие для очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению 270800 "Строительство" / К. А. Андрианов, В. И. Леденев, И. В. Матвеева ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тамбовский гос. технический ун-т". Тамбов, 2012.
3. Еремин, А.В. Влияние стесненных условий городской застройки на производство ремонтно-строительных работ / А.В.Еремин, О.Н. Кожухина, В.В.Попов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ, 2019.- С. 181-183.

4. Кожухина, О.Н. Организационно-технологические аспекты реконструкции городской застройки в стесненных условиях / О.Н. Кожухина, Д.В.Шляпникова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 2-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2015.- С. 139-141.

5. Леденев, В.И. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: монография / В.И. Леденев, П.В. Монастырев, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. – 97 с.

6. Леденев, В.И. Физико-технические основы эксплуатации наружных кирпичных стен гражданских зданий/ учеб. пособие для студентов специальности 270105 "Гор. стр-во и хоз-во" / В.И. Леденев, И.В. Матвеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Тамб. гос. техн. ун-т". Тамбов, 2005.

7. Макаров, А.М. Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбова / А.М. Макаров, В.М. Сафонова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 6-ой Междунар.науч.-практ.конф. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. – С.460-462.

8. Панихин, Д.А. Способы реконструкции жилых зданий типовых массовых серий /Д.А.Панихин, И.В.Матвеева //В сборнике: актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С. 105-109.

9. Соломатин, Е.О. Способы защиты стен исторических зданий от капиллярного подъема влаги / Е.О. Соломатин, А.В. Туева / Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Пенза. - 2019. - С. 116-119.

10. Тарасеева, Н.И. Проектирование конструкций свайных фундаментов жилого дома в сложных грунтовых условиях /Н.И.Тарасеева, И.В.Калашникова //Моделирование и механика конструкций. 2019.-№ 9. -С. 18.

11. <http://helpiks.org/7-76079.html>.

УДК 691.491-3

67.09.45: Строительные материалы и изделия на основе полимеров

#### **СПЕЦИФИКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЙ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ НА ЭТАПЕ ИХ ВВОДА В ПЕРВЫЙ ПОСЛЕ МОНТАЖА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**Ярцев В.П.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: jarcev21@rambler.ru*

**Струлев С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: wolk231184@mail.ru*

**Мамонтов А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: sansanich1409@yandex.ru*

Проблему устойчивого развития человечества, страны, региона, предприятия, безусловно, можно назвать важнейшей проблемой современности. Данный вопрос тесно связан с решением экологических и энергетических задач. Строительные объекты являются одними из основных потребителей энергии, большая часть которой расходуется на обеспечение требуемых параметров микроклимата помещений. Очевидно, что сокращение тепловых потерь через ограждающую оболочку за счет применения современных конструктивных решений и теплоизоляционных материалов является эффективным способом повышения энергоэффективности зданий.

В связи с этим на кафедре "Конструкции зданий и сооружений" ФГБОУ ВО "ТГТУ" группой ученых под руководством доктора технических наук профессора Ярцева Виктора Петровича реализуется проект «Повышение энергетической эффективности ограждающих конструкций», направленный на проведение в

реальных условиях эксплуатации прикладных натуральных исследований в области энергоэффективности стеновых и кровельных ограждений различного конструктивного решения.

Для реализации проекта был возведен испытательный полигон из шести натуральных стендов. Стенды типов 1.1, 1.2, 2.1 и 2.2 представляют собой модели малоэтажного дома с бесчердачным покрытием, а стенды типов 3.1 и 3.2 – модели чердачного помещения (рисунок 1).

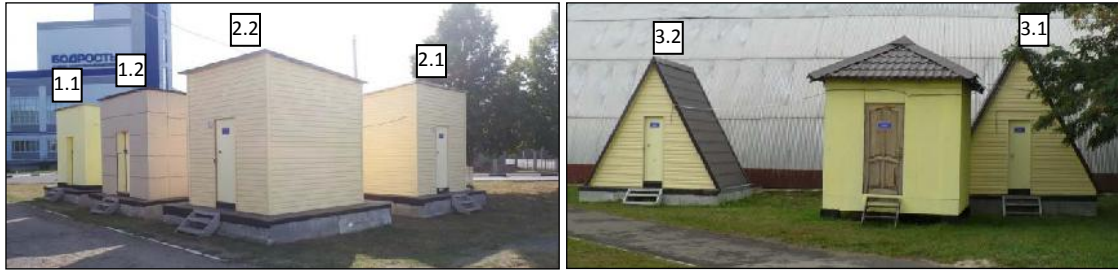


Рисунок 1 – Общий вид испытательного полигона: слева - стенды типов 1.1, 1.2, 2.1 и 2.2; справа – стенды типов 3.1 и 3.2.

Строения испытательного полигона отличаются видом используемых теплоизоляционных материалов (минераловатные плиты и плиты экструзионного пенополистирола) и конструктивными решениями ограждений, схемы которых представлены на рисунке 2.

На этапе проектирования испытательных стендов для обеспечения чистоты натурального эксперимента предусматривалась локализация тепловых потерь в области исследуемых конструкций. Стенды типов 1.1, 1.2, 2.1 и 2.2 оснащены тепловыми барьерами в основании и кровле в виде мощных подушек толщиной 400 мм из плит экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС®. Такое решение позволяет оценивать и сравнивать энергоэффективность именно стеновых ограждений с различной конструкцией и утеплителями. В стендах 3.1 и 3.2 для испытания кровельных ограждений тепловой барьер устроен аналогично, но только в уровне основания. При этом фронтонные стены выполнены по аналогичной конструкции с одинаковым теплоизоляционным материалом.

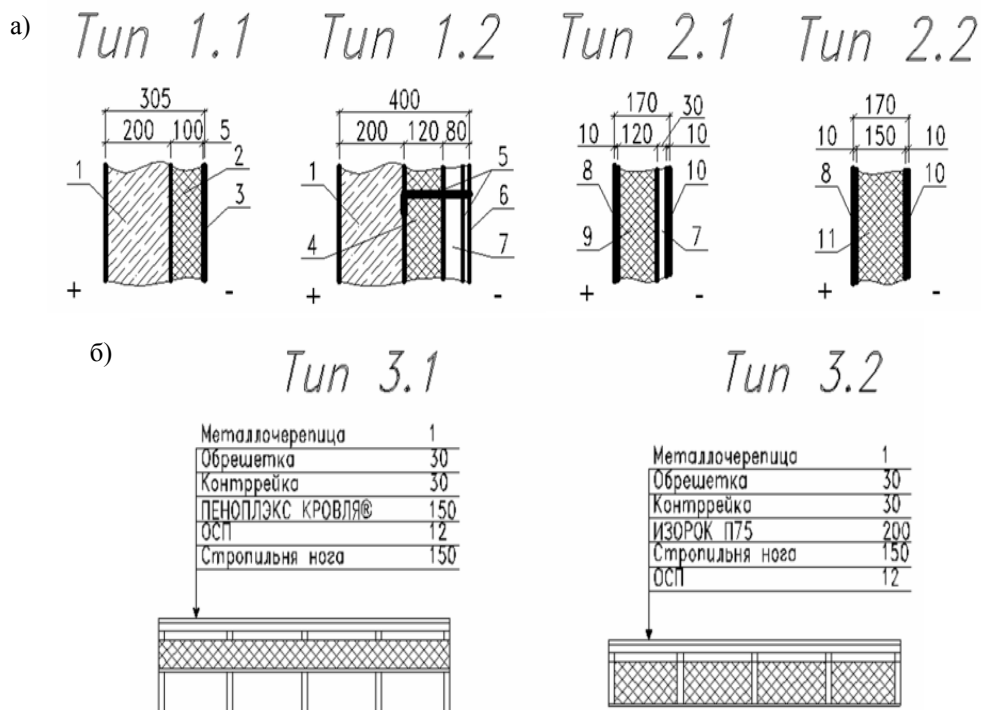


Рисунок 2 – Ограждающие конструкции стен (а) и кровли (б) натуральных испытательных стендов: 1 – газосиликатный блок марки Д400; 2 – ПЕНОПЛЭКС® ФАСАД; 3 – штукатурная фасадная система CERESIT; 4 – ИЗОРОК ПП-60; 5 – система крепления вентилируемого фасада «Металлопрофиль»; 6 – керамогранит; 7 – воздушный зазор; 8 – ЦСП; 9 – ПЕНОПЛЭКС ОСНОВА® и деревянный каркас; 10 – ПВХ сайдинг; 11 – ИЗОРОК П75; 12 - ПЕНОПЛЭКС ОСНОВА® и деревянный каркас

Каждый объект оснащен оборудованием для поддержания и контроля постоянной температуры и влажности воздуха внутри помещений на заданном уровне (22<sup>0</sup>С и 50% соответственно): масляным радиатором, терморегулятором, автоматическим увлажнителем. Установлены датчики измерения температуры теплоизоляционных слоев в характерных точках по площади и толщине ограждающих конструкций. Для фиксации климатических параметров и дополнительного контроля состояния воздуха внутри и снаружи стендов используются автоматические метеостанции с дистанционными датчиками.

Подробнее о конструктивном решении испытательных стендов, их оборудовании и некоторых проводимых испытаниях сообщается в работах [1-4].

Испытательный полигон был введен в эксплуатацию в сентябре 2017 года, а экспериментальные исследования начались с 1 октября - за две недели до начала отопительного периода в городе Тамбове.

Анализ полученных за IV квартал результатов позволил сделать следующие выводы.

В течение первых двух-трех недель после включения отопления происходила интенсивная сушка и удаление избыточной влаги из стендов. При этом в стендах, в которых в качестве утеплителя использовался экструзионный пенополистирол, процесс протекал значительно медленнее в связи с его высокой воздухопроницаемостью. Данный факт привел к увеличению затрат на отопление (рисунок 3).

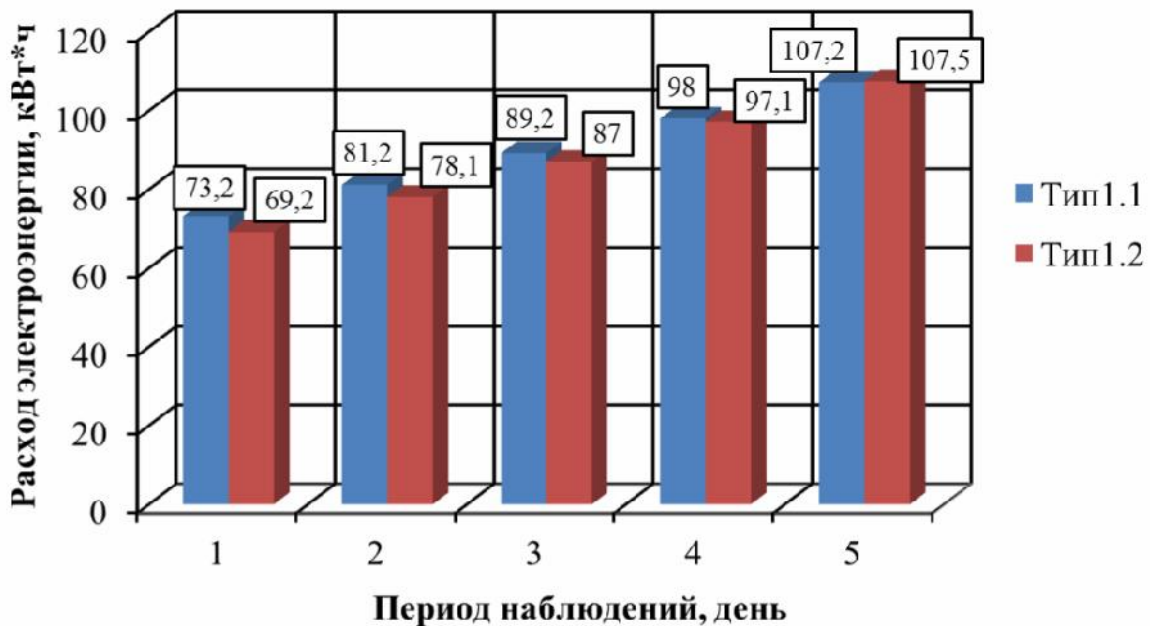


Рисунок 3 – Энергопотребление при отоплении стендов типа 1.1 и 1.2 в течение пяти дней второй недели наблюдений

Из рисунка 3 видно, что преимущество, накопленное стендом типа 1.2 за первую неделю эксплуатации, составляет 4 кВт\*ч. Однако, уже в течение второй недели картина существенно меняется, и к концу рассматриваемого периода стенд типа 1.1 имеет немного меньшее интегральное энергопотребление.

В процессе проведения натуральных испытаний выявлен ряд непредвиденных обстоятельств, которые необходимо учитывать при анализе полученных результатов:

- установленные автоматические увлажнители не отличаются надежностью: из шести приобретенных приборов один оказался бракованным, из-за чего стало невозможно поддерживать одинаковый уровень влажности в одной из пар стендов на период ремонтных работ;

- в результате тепловизионного обследования объектов типа 3.1 и 3.2 были выявлены тепловые аномалии в стенде 3.1, утепленном плитами экструзионного пенополистирола, обусловленные ненадлежащим выполнением строительного-монтажных работ (рисунок 4);



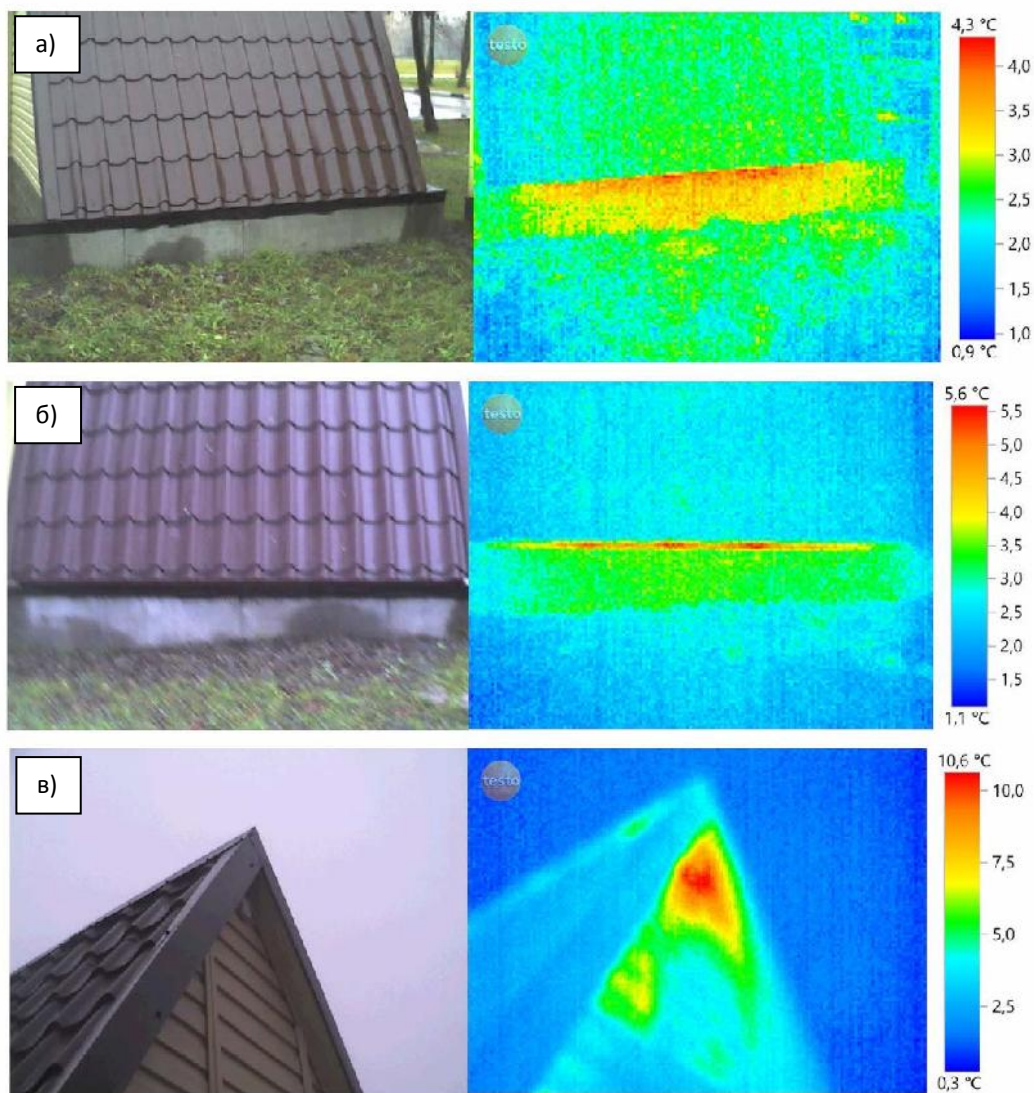


Рисунок 4 – Термограммы ограждений стенда 3.1 с тепловыми аномалиями в нижней части левого ската кровли (а), нижней части правого ската кровли (б), в коньковой части заднего фасада (в)

Стоит отметить, что обнаруженные конструктивные нарушения, приводящие к разрыву теплозащитной оболочки здания, были устранены, о чем свидетельствуют полученные после ремонтно-восстановительных работ термограммы, представленные на рисунке 5.

- отапливаемый объем стендов типа 3.1 и 3.2 при одинаковых внешних габаритах существенно отличается в виду их конструктивных особенностей, что усложняет сравнительный анализ получаемых данных, лишая их наглядности.

Все выше упомянутые факторы привели к нестабильному поведению рассматриваемых конструкций как в плане теплового и влажностного режима ограждений, так и в плане конечного энергопотребления.

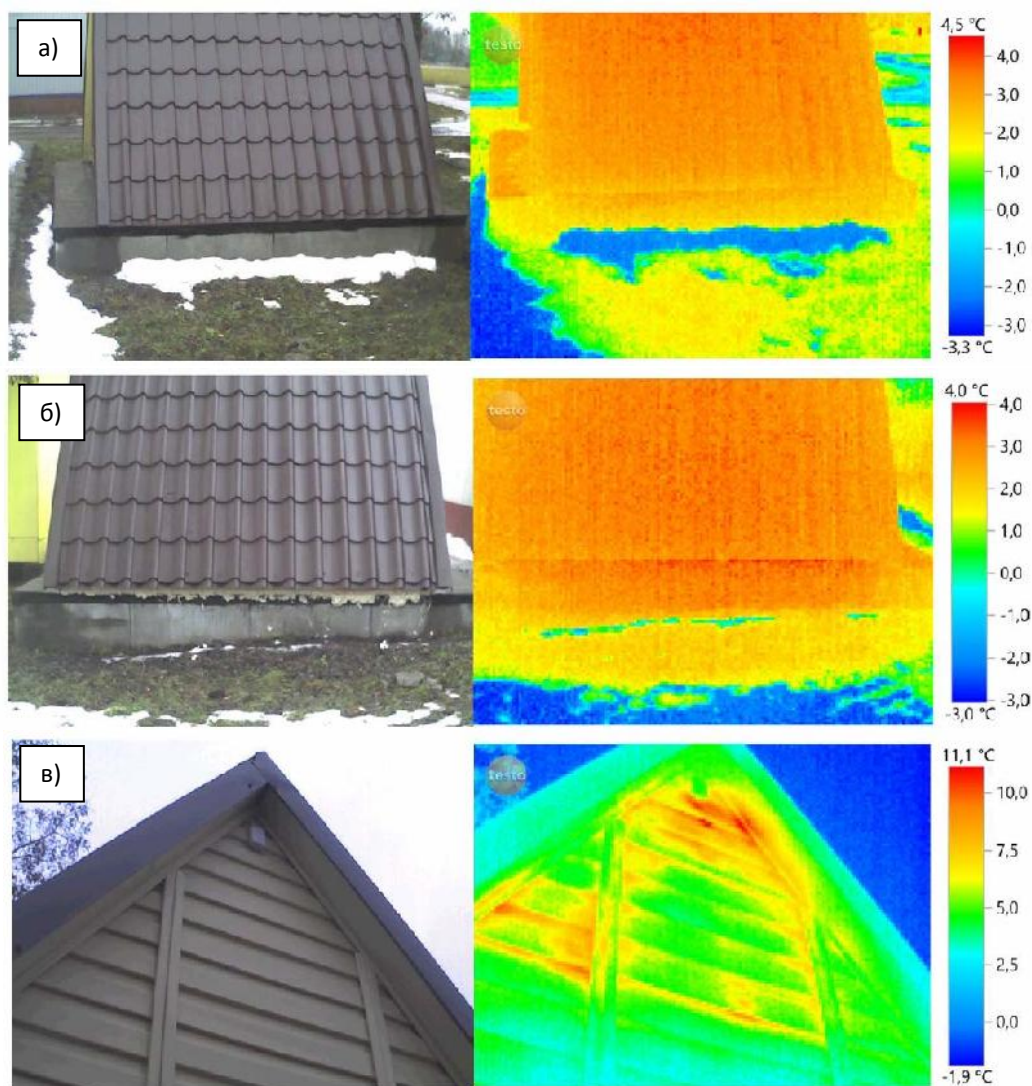


Рисунок 5 – Термограммы ограждений стенда 3.1 после ремонтно-восстановительных работ: в нижней части левого ската кровли (а), нижней части правого ската кровли (б), в коньковой части заднего фасада (в)

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для сравнения результатов энергопотребления стендов типа 3.1 и 3.2 необходимо использовать удельные показатели, отнесенные к отапливаемому объему помещений;
2. Низкая паропроницаемость теплоизоляции из плит экструзионного пенополистирола может негативно сказываться на энергетической эффективности ограждений на начальном этапе их эксплуатации. О влиянии данного фактора в масштабах всего отопительного периода, а тем более срока службы изделия, говорить рано, но, скорее всего, с увеличением продолжительности эксплуатации оно будет нивелироваться.
3. Несмотря на все выше перечисленные факторы, по результатам испытания в течение первого квартала отопительного периода все стенды (1.1, 2.1 и 3.1), утепленные плитами экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС<sup>®</sup>, отличались более высокой энергоэффективностью (рисунок 6).



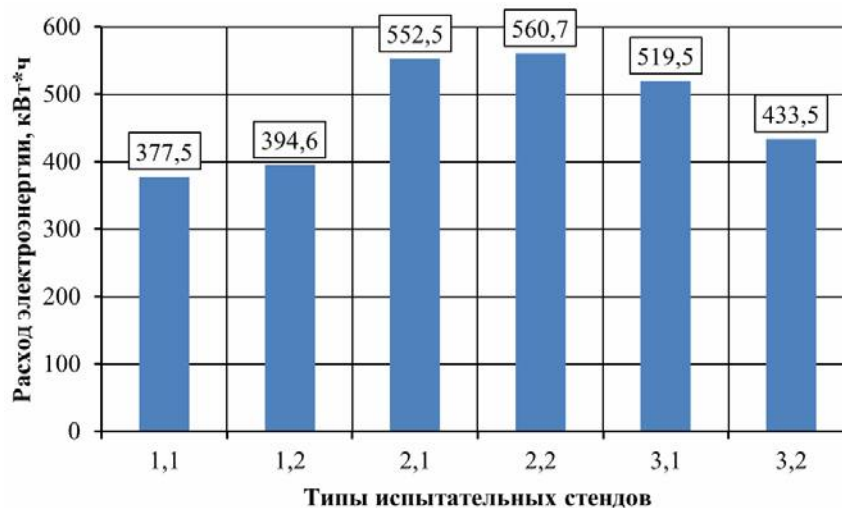


Рисунок 6 – Энергопотребление при отоплении испытательных стендов различного типа по итогам первого квартала испытаний

Эффективность стенда 3.1 в сравнении с аналогичным стендом 3.2 из рисунка 6 не очевидна, поскольку эти стенды отличаются отопляемым объемом. С целью приведения полученных данных к общему знаменателю, выполнялся обмер всех стендов и определялся объем внутренних помещений. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип стенда	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2
Отапливаемый объем $V_{от}$ , м <sup>3</sup>	16,39	16,39	17,90	17,97	16,98	12,41
Абсолютная разница, м <sup>3</sup>	0	0	0	0,07	0	-4,57
Относительная разница, %	0	0	0	0,4	0	-26,9

Как видно из таблицы 1, объем стендов типа 1 не отличается, а типа 2 отличается незначительно (различие составляет менее 1 %) и может не учитываться при подведении итоговых результатов. Разница объемов стендов типа 3 составляет почти 27 %. С учетом это получается, что потребление энергии на отопление стенда типа 3.1 значительно ниже, чем у стенда типа 3.2.

#### Список использованных источников

1. Ярцев В.П. Анализ экономической целесообразности применения различных ограждающих конструкций зданий / В.П. Ярцев, С.А. Струлев, А.А. Мамонтов, И.А. Струлева, А.В. Жеребцов, Е.О. Попинако // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2018. - № 7-8 (234-235). - С. 24-27.
2. Ярцев В.П. К вопросу оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций малоэтажных зданий / В.П. Ярцев, А.А. Мамонтов, С.А. Струлев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2019. - № 1-2 (240-241). - С. 24-27.
3. Ярцев В.П. Об энергетическом потреблении зданий в отопительный период / В.П. Ярцев, С.А. Струлев, А.А. Мамонтов, И.А. Струлева // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2019. - № 9-10 (248-249). - С. 30-32.
4. Ярцев В.П. Об эффективности работы ограждающих конструкций в летний период / В.П. Ярцев, С.А. Струлев, А.А. Мамонтов, И.А. Струлева, С.С. Гнипьюк // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. - 2019. - С. 504-509.

## **СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 691.3

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы

### **К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ДЛЯ КРУПНОФОРМАТНЫХ 3Д-ПРИНТЕРОВ**

**Агамов Р.Э.,**

*ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», аспирант кафедры «Строительного материаловедения и дорожных технологий»*

*e-mail: agamovr@inbox.ru*

#### **1. Актуальность**

В связи с современными тенденциями в мире актуальность аддитивных технологий растет с каждым днем и требует дальнейших исследований в этом направлении. Составы строительных смесей для 3д печати занимают центральное звено в производстве, которое строится на технологических приемах основанных на базе аддитивных технологий, так же данный вид производства выступает драйвером развития рециклинга в России.

В качестве показателя эффективности материалов должны приниматься не только их улучшенные свойства, но и простота технологических решений, невысокий уровень производственных затрат при изготовлении изделий и конструкций. Это является необходимым условием повышения доступности жилья за счет снижения стоимости [5].

Примеры: компания Aeditive развивает технологию 3д печати железобетонных конструкций [7], китайский 3д печатный мост [8], первый чешский 3д печатный дом [9], компания MightyBuilding предлагает 3д печатные дома по собственной технологии [10].

В семи из десяти случаях состав строительной смеси для 3д-печати имеет охранные документы, либо раскрывается при покупке дорогостоящего оборудования для 3д-печати. На сегодняшний день разработка строительной смеси с повышенными эксплуатационными свойствами для 3д печати является актуальной проблемой.

#### **2. Цель работы**

Цель настоящей статьи является разработка эффективного состава строительной смеси с повышенными эксплуатационными свойствами для применения в строительной 3д-печати. Для повышения технологических и эксплуатационных свойств строительной смеси для 3д-принтера в рецептуру строительной смеси вводят специальные добавки, способствующие ускорению отвердевания, повышения устойчивости к сползанию вновь нанесенного экструдером слоя на предыдущий, а также увеличения адгезионной способности при паузах, запроецированных в технологическом процессе производства посредством 3д-печати.

Таблица 1

Классификация и показатели основного эффекта действия модифицирующих добавок для СС

Вид добавок	Основа добавки	Эффекты действия
1	2	3
Регуляторы реологических свойств строительных растворных смесей		
1 Пластифицирующие 1.1 Суперпластифицирующие 1.2 Гиперпластифицирующие 1.3 Сильнопластифицирующие 1.4 Слабопластифицирующие	Поликарбоксилаты, полиакрилаты, меламинсульфонаты, нафталинсульфонаты лигносульфонаты	Замедление схватывания смесей и твердения бетонов и растворов в ранние сроки; увеличение расслаиваемости смесей; воздухововлечение; повышение деформаций усадки и ползучести растворов
2 Вододерживающие	Водорастворимые эфиры целлюлозы, поливиниловый спирт, полиэтиленоксид полисахариды, ксантан, сукциногликан	Снижение расслаиваемости смесей и проницаемости бетонов и растворов; повышение прочности, морозостойкости, снижение деформаций усадки и ползучести растворов

3 Стабилизирующие (структурирующие)	Водорастворимые эфиры крахмала, Тонкодисперсная аморфная окись кремния (аэросил), бентониты	Повышение водоудерживающей способности и однородности, улучшение перекачиваемости, замедление схватывания, изменение удобоукладываемости смесей; повышение однородности, замедление твердения растворов
Регуляторы схватывания и твердения		
4.1.Замедлители схватывания	Фосфаты, сахара, декстрин, соли лимонной и винной кислот, дигидросульфат калия	
4.2. Ускорители - схватывания- твердения	Алюминат натрия, фторид натрия, карбонат калия, хлорид кальция, аморфная окись алюминия, карбонат лития, формиат кальция, тонкодисперсный аморфный кремнезем	Повышение электропроводности смесей, растворов; увеличение скорости тепловыделения растворов; образование высолов; ускорение схватывания; ускорение набора прочности.
Регуляторы структуры		
5.1. Воздухововлекающие	Ионогенные и неионогенные поверхностно-активные вещества, лаурил сульфат натрия, алкенсульфаты натрия, этоксилированные жирные спирты	Повышение морозостойкости, непроницаемости, стойкости в агрессивных средах, снижение средней плотности. Улучшение удобоукладываемости, повышение морозостойкости, снижение опасности высолов.
5.2. Уплотняющие	Нитрат кальция, сульфат алюминия, хлорид железа, нитрат железа, аморфная окись кремния, бентонит	Улучшение удобоукладываемости, повышение морозостойкости, снижение опасности высолов.
Специального назначения		
6.1. Гидрофобизирующие	Стеараты кальция, цинка, алюминия, олеатнатрия, полисилоксаны	Снижение водопоглощения раствора, повышение морозостойкости и стойкости в агрессивных средах
6.2. Повышающие адгезию	Редиспергируемые порошки сополимеров винилацетата, этилена, акрилата, версата, виниллаурата и винилхлорида, бутадиенстирола, бутилакрилат-стирола	Увеличение прочности сцепления с основанием, повышение водонепроницаемости
6.3. Противоморозные	Карбамид, карбонат калия, формиат натрия, формиат кальция, нитрит нитрат кальция	Обеспечение твердения раствора отрицательной температуре; Повышение стойкости растворов в условиях многократного попеременного замораживания и оттаивания
6.4. Дисперсноармирующие	Асбест, стальная фибра, волокна целлюлозы, полиамида, базальта	Увеличение прочности, повышение нестойкости, улучшение тиксотропных свойств

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:  
- обосновать целесообразность применения РПП в составе строительной смеси на цементной основе.  
- выявить закономерности структурообразования цементной композиции в присутствии модификатора на основе РПП и фибры, так и отдельно друг от друга.

- разработать рецептуру строительной смеси и применения модификаторов на основе РПП и установить технологические и эксплуатационные свойства строительной смеси для 3д-принтера на его основе.

-подготовить нормативно-технологическую документацию для внедрения рецептуры с применением добавки на основе РПП в промышленное производство.

Для получения строительной смеси и прочных материалов из них, применяют двухкомпонентные системы, т.е. заранее приготовленную модифицированную смесь затворяют не в воде, а в разбавленной полимерной дисперсии. В настоящее время полимерные дисперсии широко применяются как самостоятельное вяжущее в производстве красок, лаков и строительных материалов.

В статье автор выдвигает гипотезу согласно которой при использовании аддитивных технологий в организации строительства, выращенная (напечатанная строительная конструкция) принимается за единое изделие, выполняющее несущие и ограждающие функции. На сегодняшний день строительные 3д принтеры в независимости от кинематики движения (портальная, и т.д.) имеют в своей конструкции экструдер с одним соплом для экструзии строительной смеси. У данной конфигурации строительных 3д принтеров есть значительные недостатки в части технологического процесса, связанного с укладкой строительной смеси, а именно: наличие одного подающего сопла.

Известно, что особенностью строительной смеси является практически постоянное изменение ее свойств (в большей или меньшей степени) от начала приготовления до затвердевания, что обуславливается сложными физико-химическими процессами, протекающими в строительной смеси и бетоне. В следствии наличия сил взаимодействия между дисперсными частицами твердой фазы и воды эта система приобретает связанность и может рассматриваться, как единое физическое тело с определенными реологическими, физическими и механическими свойствами [1]. В соответствии с вышесказанным, возникает следующая проблема при использовании строительной 3д печати, выражающаяся в неодновременном выращивании всего объема слоя, состоящего из оболочки и связей, вследствие которой возникают неоднородности структуры бетона выраженные в местах соединения. Возникает проблема, выражающаяся в неоднородности структуры бетона, так называемых холодных швов, вследствие неодновременной укладки бетонной смеси в проектное положение, предусматривающее места соединений оболочки и связей печатаемого объекта в пределах одного слоя, вызванного несовершенством оборудования, имеющего одно экструзивное сопло.

Решение проблемы видится в разработке экструдера с пакетом управляемых экструзивных головок, обеспечивающих одновременную сплошную укладку бетонной смеси в проектное положение за один проход экструдера в пределах слоя [4]. Кроме того предлагаемое техническое решение исключает повторные «холостые» проходы экструдера, в случае с экструдером имеющим одноэкструзивное сопло. Определяющим положительным фактором в пользу гипотезы выступает факт одновременного наступления процесса гидратации бетонной смеси во всем слое после экструзии в проектное положение, обеспечивающее однородность структуры выращиваемого объекта, и конструкции в целом. При проектировании топологической схемы 3д модели учитываем возможность одновременно либо в пост периоды заполнения пенобетоном или другим материалом запроецированных полостей. Таким образом выращивая элементы конструкции представляющие объект в виде сплошной оболочки и связей внутри нее по траекториям заложенным топологическим проектом.

Данная часть работы ставит задачу изучить возможность использования некоторых принципов геоники (принципы основанные на природных явлениях органического мира) при топологическом проектировании 3д модели для крупноформатных (строительных) 3д-принтеров [6]. Определяя топологическую схему 3д-модели сооружения с учетом действующих нагрузок важно определить места расположения холодных швов, которые так или иначе возникают в процессе возведения конструкции или сооружения. В этом месте остановимся на понятии адгезия. Так как технологический процесс 3д-печати состоит в том числе из пауз, взятых для набора прочности вновь уложенных слоев строительной смеси, достаточной для стабильного приема и удержания следующих слоев строительной смеси. В качестве одного из модификаторов, влияющих в большей степени на адгезию рассмотрим редиispersируемый полимерный порошок(РПП). Свойства РПП представлены в табл. 2

Таблица 2

Свойства РПП

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Внешний вид	Порошок белого цвета
2	Система стабилизации	Поливиниловый спирт
3	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	400-600
4	Содержание твердых частиц, %	90-100

РПП производится на базе сополимеров винилацетата, акрилатов и версотатов. РПП производится процессом сушки распылением латексной дисперсии с поливинилспиртом в качестве коллоида и данный состав легко повторно растворяется в воде.

### **3. Методика оценки реологических и технологических свойств строительной смеси.**

План в научно практическом исследовании строится следующим образом:

1. Определение предельного напряжения сдвига (пластичной прочности) проводим при помощи конического пластомера КП-3. [3] В этом эксперименте в исследуемую строительную смесь с заданным интервалом погружаем металлический конус, под нагрузкой с постоянной массой.

2. Определение изменения нормальной густоты и сроков схватывания бетонной смеси с помощью прибора Вика. Для определения норм густоты в чашу укладывается бетонная смесь и выравнивается, затем щуп прибора Вика доводим до контакта с бетонной смесью, отмечаем начальное значение по индикатору и опускаем стопорный механизм. Далее через пять минут отмечаем конечные показатели по индикатору. Определяем нормальную густоту бетонной смеси значением разности между начальным и конечным значением прибора.

3. Определяем жизнеспособность раствора, что есть время от момента затворения компонентов до момента потери способности состава к экструзии. Исследование выполняем следующим образом. Раствор затворили, затем четыре раза перемешиваем по 30 секунд через каждые 30 минут, производим замер подвижности. [2]

Вывод: Данная часть работы является теоретическим исследованием и подготовкой к практическим экспериментам.

### **Список использованных источников**

1. Баженов Ю.М. «Технология бетона» 1987 г.
2. ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
3. Ребиндер П.А. О методе погружения конуса для характеристики структурно-механических свойств пластично-вязких тел / П.А. Ребиндер, Н.А. Семенов // Доклады Академии Наук СССР.- 1949.-Т. LXIX.-№6.-С.-835-838.
4. Патент №198857, Печатающая головка для строительных 3D-принтеров.
5. Славчева Г.С., Чернышов Е.Н., Новиков М.В. Теплоэффективные пенобетоны нового поколения для малоэтажного строительства // Строительные материалы. 2017, №7. С.20-24.
6. Строкова В.В., Власов Д.Ю., Франк-Каменецкая О.В. Микробная карбонатная биоминерализация как инструмент природоподобных технологий в строительном материаловедении // Строительные материалы. 2019. № 7.
7. 3d today.ru/category/novosti?page=3
8. 3d today.ru/category/novosti?page=5
9. 3d today.ru/category/novosti?page=6
10. 3d today.ru/category/novosti?page=8

УДК 67.09.31

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы

## **ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА СИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ**

**Байсариева А.М.,**

*ТОО «Международная образовательная корпорация», магистр, старший преподаватель факультета «Строительных технологий инфраструктуры и менеджмента», г. Алматы, Казахстан*

Фазовый состав  $C_3S$  без добавки в возрасте 3 и 7 сут состоит в основном из  $Ca(OH)_2$ ,  $C_2S$ , тоберморитоподобного гидросиликата  $CSH_2$  и негидратированного  $C_3S$ . Наличие этих новообразований подтверждают также термографические анализы. При  $200^\circ C$  на термограмме появляется эндозффект, характерный для  $CSH_2$ . Эндотермические эфффекты при  $540$  и  $760^\circ C$  принадлежит соответственно и  $\alpha$ -гидрату  $C_2S$ .

В 28-ми суточном возрасте количество негидратированного значительно уменьшается, что сопровождается повышением степени гидратации  $C_3S$  через 3, 27 и 28 сут. соответственно на 50, 62,3 и 71,5% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние активных минеральных добавок на степень гидратации камня  $C_3S$ 

Добавка, в %	Степень гидратации, процент через, сут.:		
	3	27	28
Без добавки	50	62,3	71,5
Железосодержащая, 15	54	65,7	75,8
Карбонатсодержащая, 30	52,4	61,4	74,0
Кварцсодержащая, 20	58,4	66,7	70,4

При этом кроме  $Ca(OH)_2$ , - гидрата  $C_2S$  и  $CSH_2$  образуется также  $C_2S_2H_2$ . Линии портландита менее интенсивны и количество его через 3,7 и 28 сут составляет соответственно 11,5; 12,7 и 21,3%. (табл.2).

Согласно [1], анализу интенсивной линии дает возможность определять структуру кристаллов переменного состава, матричная структура имеет различные позиции, пригодные для размещения примесных элементов. Отсюда можно, полагать, что изменение интенсивности линий  $Ca(OH)_2$  вызвано образованием  $C_2S_3H_2$  в результате изоморфизма внутри портландитовой основы отдельных тетраэдров  $(OH)^{4-}_4$  на дискретных  $[SiO_2]^{4-}$ ,  $[Fe_2O_3]^{6-}$ .

С введением в состав  $C_3S$  кварцсодержащей добавки (до 20%), характерных для  $C_2S_3H_2$ , заметно увеличивается, что сопровождается уменьшением количества  $Ca(OH)_2$ . Количество портландита в камне  $C_3S$  в 28-сут возрасте твердения составляет 23%, а с 20% кварцсодержащей добавкой - 17,3 (табл.2).

Таблица 2

Влияние вида добавок на количество  $Ca(OH)_2$  в гидратированном  $C_3S$ 

Добавка, в %	$Ca(OH)_2$ , в процент через, сут.:			
	3	7	28	90
Без добавки	12,7	15	23,6	25,9
Железосодержащая, 15	11,5	12,7	21,3	23,96
Кварцсодержащая, 20	13,1	13,4	17,3	16,03
Карбонатсодержащая, 30	9,4	16,9	18,1	16,86

Степень гидратации  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой составляет 58,4, 66,7 и 70,4% соответственно через 3,7 и 28 сут. твердения. Следовательно, высокая степень гидратации  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой связана со способностью этих добавок вызывать образование портландита в более активной форме.

Карбонатсодержащая добавка существенно изменяет фазовый состав в продуктах гидратации  $C_3S$ . Введение карбонатсодержащей добавки (до 30% от массы) не изменяет степень гидратации  $C_3S$ . Степень гидратации  $C_3S$  с карбонатсодержащей добавкой через 3 и 7 сут твердения соответственно составляет 52,4% и 61,4%. Однако, в 28 сут возрасте твердения степень гидратации с добавкой, 74,0, а без неё 71,5% (табл. 1).

Повышение активности  $C_3S$  вследствие введения добавок происходит до определенных пределов (для железо-, кварц- и карбонатсодержащих соответственно 15,20,30% от массы) (табл.3).

Дальнейшее увеличение количества вводимой добавки (до 30-40%) приводит к понижению прочностных свойств камня  $C_3S$ .

При оптимальной дозировке железосодержащей добавки активность в возрасте 3 и 7 сут возрастает соответственно на 38 и 28,5% ИК - спектры показывает, что в процессе твердения в камне  $C_3S$  с железосодержащей добавкой и без нее в основном происходят те же изменения (широкие спектры поглощения в области 840-1150  $cm^{-1}$ ).

Стеклообразный шлак, имея в своем составе оксид железа, подвергается растворению и гидролизу при нормальной температуре [1]. Продукт гидратации  $C_3S$  - портландит катализирует процесс взаимодействия железосодержащей добавки с водой, повышающая pH среды. В результате этого частицы добавки покрываются тонкой пленкой гелеобразных гидроксида железа и кремниевой кислоты.

Большая удельная поверхность и высокая склеивающая способность геля, говорит о их цементирующей способности [3,4]. Электронно-микроскопические анализы показали, что при хранении во влажной среде в течение 180 сут камень  $C_3S$  с железосодержащей добавкой в основном представлен гелеобразной фазой и небольшим количеством кристаллической  $Ca(OH)_2$ .



При 15-20% дозировка кварцсодержащей добавки активность  $C_3S$  в возрасте 7 сут возрастает на 15-30%. Это, как уже отмечалось, связано с образованием портландита в более активной форме в различные сроки твердения. С увеличением срока твердения (да 90 сут) кварцсодержащая добавка существенно не изменяет активность  $C_3S$ . В этом возрасте твердения на поверхности камня  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой (при увеличении 500-1000 раз) различны беспорядочные распределенные участки с зернистой или глобулярной структурой, гладкие участки и области. Причём области с различным рельефом поверхности не являются изолированными элементами структуры. Встречается также сферические поры размером 2-3 мкм. В этих порах наблюдаются, портландитовые пачки с выраженной спокойностью.

Таблица 3

Влияние вида количество добавок на активность  $C_3S$

Вид добавки	Кол-во до- бавки,%	Предел прочности при сжатии (МПа) через сут.:			
		3	7	28	90
Без добавки	-	18	21	46	60
Железосодержащая	5	20	23	43	60,5
	20	16	24	44	57,5
	30	13	18	42	52
Кварцсодержащая	5	15	22	45	54
	20	16	24,8	46	57,0
	30	13	23	43	45
Карбонатсодержащая	5	16	20	40	50
	20	19	30	62,5	63,5
	30	16	26	52,5	70,5
	40	12	20	43	47

В возрасте 180 сут твердения на изломах камня  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой наблюдается плотная мелкоглобулярная структура геля. Плотный гель окаймляет непрореагировавшие зерна  $C_3S$ , образуя матрицу композиционного материала. А через 360 сут твердения в электронном микроскопе удалось различить лишь признаки присутствия в структуре пластинчатых агрегатов, погруженных в аморфный материал. При этом наблюдались отдельные квадратные и шарообразные частицы диаметром 0,9 и 1,5 мкм. Основной объект занят массой без определенной морфологии.

С увеличением срока твердения камень  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой уплотняется кристаллами вторичного портландита, а также взаимным прорастанием геля CSH с кристаллами СН, что и создает условия для получения структуры с наиболее плотной упаковкой. В результате этого процесса  $C_3S$  с кварцсодержащей добавкой в 90 сут возрасте по прочности равняется  $C_3S$  без добавки, и в 180 сут возрасте твердения обгоняет его на 20%.

Введение в состав  $C_3S$  карбонатсодержащей добавка в количестве 20-30% повышает его 28-суточную прочность на 5,5-15,5 МПа и 90 - суточную прочность на 3,5 и 10,5 МПа (табл.3). С увеличением срока твердения (до 360 сут) увеличивается количество гидросиликата типа CSH (I) (эндотермический эффект при 820°C с потерей массы и совпадающий с ним экзотермический эффект при 845°C). Кристаллы CSH (I) растут преимущественно в волокнистой форме, и количество их пропорционально возрастает возрасту твердения (табл.4).

Появление и увеличение CSH (I) сопровождается уменьшением количества  $Ca(OH)_2$ . Это показывает, что неустойчивый портландит, выделяющийся при гидратации  $C_3S$ , взаимодействует с  $SiO_2$  добавки, образует устойчивый гидросиликат типа CSH.

С увеличением срока твердения  $C_3S$  с добавками (до 360 сут) гель плотно срастается с кристаллическими фазами, образуя плотный камень, повышая его прочность.

Таблица 4

Дериватографический анализ камня  $C_3S$  с 30% карбонатсодержащей добавкой

Возраст твердения, сут	Эндоэффект, °С				Потеря массы при эффектах, процент				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
28	200	39	530	830	5,6	2,1	4,4	5,1	17,5
90	210	400	520	835	7,1	2,3	4,1	5,6	20,5
180	190	410	525	830	8,2	2,5	3,9	6,7	23,7
360	200	420	540	830	8,5	2,9	3,8	6,8	24,8

Полученные результаты показывают, что среди изученных добавок наибольший эффект достигается при введении карбонатсодержащей добавки. При этом 180 - суточная прочность  $C_3S$  повышается на 18%, а 360 - суточная - на 26%. Повышение прочности камня  $C_3S$  с карбонатсодержащей добавкой с увеличением срока твердения сопровождается ростом химически связанной воды.

Таким образом, введение добавок благоприятно действует на прочность образцов из  $C_3S$ . Это особенно заметно в начальные (3-28) и более поздние сроки твердения (180-360 сут).

Структуру  $\beta$  -  $C_2S$  формирует изолированные тетраэдры  $[SiO_4]^{4-}$  и ионы  $Ca^{2+}$ . Отсутствие "активных" атомов O резко замедляет  $\beta$ - $C_2S$ . Степень гидратации через 28 сут твердения составляет 20,1%, через 90 сут - 30,5%. Прочность камня  $\beta$ - $C_2S$  в этих же сроках соответственно равняется 22,5 и 35 МПа.

Таблица 5

Влияние вида и количества добавок на активность

Добавка	Кол-во добавки, %	Предел прочности при сжатии, МПа через сут.				
		7	28	90	180	360
Без добавки	-	5,2	22,5	35	40	48
Железосодержащая	2,5	7,9	24,0	32	41	45,5
	5	4,8	21,5	34	42	15,0
	10	5,0	13,0	22	32	36
Карбонатсодержащая	2,5	5,1	21,0	34	38	43
	10	4,2	16,5	30,5	33	35
Кварцсодержащая	2,5	5,6	19,5	36	41	43
	10	6,4	18,8	36	39	41

Введение 5% карбонатсодержащей добавки снижает 28-суточную прочность  $\beta$ - $C_2S$  на 14% и повышает 90-суточную прочность до 15% (табл.5). Оптимальной дозировкой железосодержащей добавки является 2,5%. При этом 3-суточная прочность камня  $\beta$ - $C_2S$  повышается на 31%, а 7 суточная - на 50%. При 5% содержании в составе  $\beta$ - $C_2S$  кварцсодержащей добавки так же повышается 7-суточная прочность на 34%. Дальнейшее увеличение количества добавок (до 10%) снижает активность  $\beta$ - $C_2S$ .

Введение железосодержащей добавки (2,5%) существенно увеличивает скорость гидратации  $\beta$ - $C_2S$  и при этом степень гидратации через 28 и 90 сут соответственно составляет 32,3 и 48,1%. Кварцсодержащая добавка в 2,3 раза повышает степень гидратации камня  $\beta$ - $C_2S$  в начальных сроках твердения (до 7 сут). В этом сроке твердения степень гидратации камня  $\beta$ - $C_2S$  с карбонатсодержащей добавкой (2,9%) ниже, чем без добавок, но с увеличением возраста твердения пропорционально возрастает и степень гидратации. При этом 28-суточном возрасте степень гидратации камня  $\beta$ - $C_2S$  увеличивается на 25%, а 90 суточном возрасте - на 33%.

Выводы по статье, Джеккаганская зола согласно данным имеет следующих минералогический состав –  $\beta$  - кварц, муллит, графит, кальцит, жисмондин, гематит –  $Fe_2O_3$ , магнетит  $Fe_2O_3$ , маггемит –  $\gamma$ - $Fe_2O_3$ , и филлипсит  $(K_2Ca)[AlSi_4O_{12}] \cdot 4\frac{1}{2}H_2O$ . Преобладающими фазами являются –  $\beta$ -кварц и муллит. Такое многообразие минералогических фаз свидетельствует о незавершенности процессов выгорания в топливе.

#### Список использованных источников

1. Алексеев С.Н., Ратинов В.В., Розенталь Н.К. Камурников К.М. Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях. –М.: Стройиздат, 2005.- 272 с.
2. Штольте Э., Боненкамп К. Коррозия арматуры железобетона /Атмосферная коррозия в промышленном и гражданском строительстве /Перевод с немецкого, под ред. М.Н. Фокина. –М.: Металлургия, 1981.-С.60-70.
3. Ратинов В.Б. и др. Основные аспекты использования ингибиторов коррозии арматуры /Бетон и железобетон, 2008, №8.-С.3-4.
4. Alonso C., Andrade C., Chloride threshold values to depassivate reinforcing bars embedded in standardized ORC mortar// Cem. Concr.Rec. 30 (2014).-pp. 1047-1055.

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

**Буланов В.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,  
доцент кафедры "Механика и инженерная графика",  
e-mail: 0212wladimir@mail.ru*

**Воробьев А.М.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,  
доцент кафедры "Техника и технологии автомобильного транспорта",  
e-mail: fvd56@mail.ru*

**Демидов А.С.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: sashademidov68@rambler.ru*

Цементно-стружечные плиты широко применяются в строительстве. Одним из крупнейших их производителей является АО «ТАМАК», продукция которого исследовалась в лаборатории кафедры «Механика и инженерная графика».

Для определения механических характеристик использовались листы толщиной 16, 20, 24 мм с линейными размерами 1000x1000 мм.

Работы проводились на испытательной машине УММ-10 и опытном стенде. Точность измерения приложенной нагрузки составляла  $\pm 5\text{Н}$ . Прогиб определялся микрометром с ценой деления 10 мкм.

Была поставлена задача: определить значения сосредоточенной, линейной и распределенной нагрузок, при которых прогиб листов ЦСП в точке пересечения диагоналей достигнет значения  $L_1/300$ , где  $L_1$  - расстояние между опорами. Таким образом, при  $L_1=200$  мм несущая нагрузка должна соответствовать прогибу  $y=200/300=0,67$  мм; при  $L_1=400$  мм  $y=400/300=1,33$  мм; при  $L_1=600$  мм  $y=600/300=2$  мм; при  $L_1=800$  мм  $y=800/300=2,67$  мм.

Сосредоточенная нагрузка при  $L_1=200$  мм прикладывалась через цилиндр диаметром 30 мм, а для расстояний 400-800 мм - через жесткую площадку размерами 50x50 мм. Линейная нагрузка прикладывалась через призматический стержень размерами 30\*30\*1000 мм.

При испытаниях ЦСП размерами 1000x1000 мм важным параметром, влияющим на точность измерений, являлась параллельность опорных роликов и точность прилегания к ним образцов. В связи с тем, что для отдельных листов ЦСП в виду их некоторой плоскостной деформации невозможно было обеспечить плотность прилегания листов к роликам, часть была порезана на образцы размерами 100x1000 мм и 200x1000 мм.

Испытания проводились следующим образом:

испытываемый образец укладывался на ролики и к нему прикладывалась небольшая предварительная нагрузка для выбора зазоров (устранения неточности прилегания листов к опорным роликам). После этого микрометр выставлялся на 0 и начиналось плавное нагружение образца. В процессе нагружения регистрировались действующая нагрузка и соответствующая ей деформация.

С целью получения достоверных сведений нагружение одного образца проводилось пять раз для каждого расстояния между опорными роликами как в продольном, так и в поперечном направлении.

После обработки экспериментальных данных в соответствии с ГОСТ [1] определялся продольный модуль упругости (модуль упругости при изгибе) при сосредоточенной и линейной нагрузках:

$$E = \frac{L_1^3 F}{4bh^3 y}, \quad (1)$$

где:  $L_1$  - расстояние между центрами двух опор, мм;  $b$  - ширина образца, мм;  $h$  - толщина образца, мм;  $y$  - прогиб в середине образца, соответствующий приложенной силе  $F$ .

В случае распределенной по площади нагрузке модуль упругости при расчете на ширину образца 1000 мм:

$$E = \frac{0,1563 * L_1^3 F}{bh^3 y}, \quad (2)$$

Величина прогиба связана с величиной возникающих в материале напряжений. При данном типе нагружения в материале возникают как нормальные, так и касательные напряжения. Если при расстояниях между опорами 600 мм и более - касательными напряжениями с точностью достаточной для инженерных расчетов можно пренебречь, то при расстояниях  $L_1=200$  мм определяющими прогиб образца напряжениями являются касательные напряжения, которые определяются через модуль упругости при сдвиге. Этим фактором объясняется значительное увеличение модуля упругости при изгибе при расстояниях между опорами соизмеримых с толщиной листа ЦСП. Таким образом, модуль упругости при  $L_1=200, 300, 400$  мм будет не истинным, а фиктивным.

Значение распределенной по площади нагрузки определялось по формуле (3):

$$q = \frac{F}{b * L_1}, \quad (3)$$

В связи с тем, что точно определить опытным путем величину нагрузки соответствующую прогибам не представляется возможным, зная величину фиктивного продольного модуля упругости при изгибе для каждого расстояния между опорными роликами, можно определить максимальную нагрузку.

Сосредоточенная и линейная нагрузки определялась по формулам (4) и (5):

$$F = \frac{E * h^3 * y * 4000}{L_1^3}, \quad (4)$$

где:  $E$ - модуль упругости при соответствующем расстоянии между опорами.

$$F = \frac{E * h^3 * y * b}{L_1^3 * 0,1563}, \quad (5)$$

где  $b$ -ширина листа, мм.

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны в программном комплексе «Excel 2010». Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения максимальных сосредоточенных нагрузок и модулей упругости

h, мм	L1, мм	E, Н/мм <sup>2</sup>	F, Н
16	200	8151	11128
	400	6291	2147
	600	5735	870
	800	6527	472
20	200	6158	11087
	400	5706	1948
	600	5658	1677
	800	5533	922
24	200	19788	91183
	400	8217	9466
	600	7297	3736
	800	8326	2394

На рисунке 1 показаны зависимости максимальной нагрузки от расстояния между опорами при различных толщинах плит.

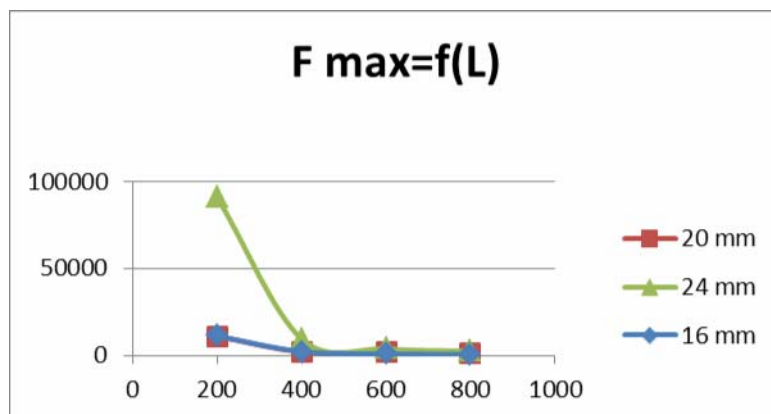


Рисунок 1 - Зависимость максимальной нагрузки от расстояния между опорами

Было проведено сравнение характеристик цементно-стружечных плит АО «ТАМАК» с плитами крупнейшего в Европе производителя CETRIS (Чехия), данные по которым приведены на официальном сайте [2].

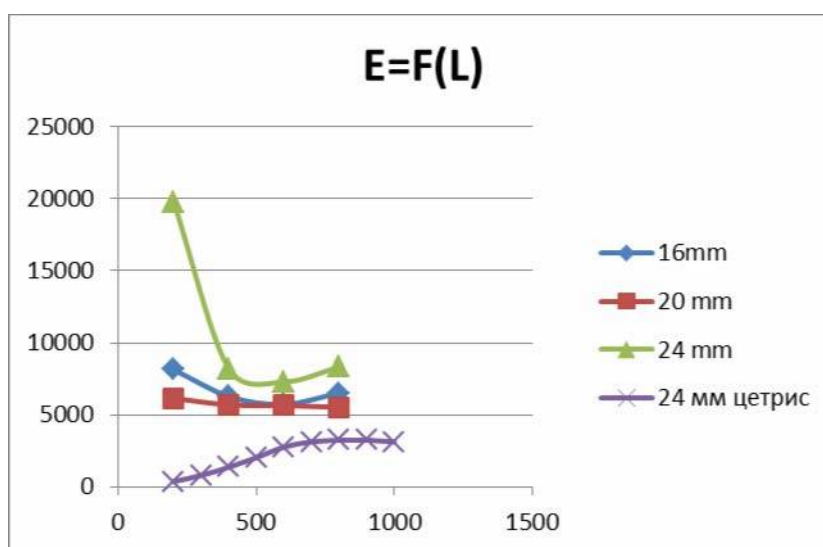


Рисунок 2- Зависимость модуля упругости от расстояния между опорами

Из рисунка 2 видно, что испытываемые образцы имеют большую жесткость и, соответственно, большую несущую способность, чем производимые в Чехии, однако следует отметить некоторую неравномерность свойств при увеличении толщины листа.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. - Введ. 1990-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 2011.- 9 с.
2. <http://www.cetris.cz>

**ПРИМЕНЕНИЕ ДОМЕННОГО ШЛАКА В РАСТВОРАХ И БЕТОНЕ****Бу Ким Зиен,***ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», аспирант кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов»**e-mail: kimdienxdtb@gmail.com***Баженова С.И.,***ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов», канд. техн. наук.**e-mail: sofia.bazhenova@gmail.com*

Исторически сложилось, что побочным продуктом металлургического производства являются шлаки. Ввиду особенностей выплавки стали и чугуна, начиная с XIX века доменные печи имеют побочный продукт в объеме до 1 т шлака на 1 т чугуна, что способствовало накоплению большого количества шлаковых отвалов, вызывающих потребность их утилизации. На сегодняшний день шлаки также преимущественно вывозятся в отвалы, где и накапливаются, что ведет к ухудшению экологической обстановки. В настоящее время, благодаря развитию технологии обогащения железных руд выход доменного шлака составляет 200—500 кг на 1 т чугуна [1].

Основной сферой применения такого отхода как шлак является строительная отрасль. Некоторые из первых известных попыток использования доменного шлака известны в дорожном строительстве Соединенных Штатах (с 1830 года), в качестве балласта железных дорог (с 1875 года), в качестве заполнителя в бетоне (с 1880 года) и в битумных покрытиях (с 1900 года) [2]. Именно с этого момента началось его массовое применение в качестве компонента бетонной смеси. Спустя полвека, в 1909 году, был опубликован первый немецкий стандарт, разрешающий использование шлака в производстве цемента, который нормативно закрепил возможность использования доменного шлака в гражданском строительстве [3,4]. Сегодня, в соответствии с действующими европейскими стандартами по производству цемента, доменный шлак содержится в составе 14 типов цемента.

С начала XX века производство шлака увеличивалось вместе с развитием металлургической промышленности. По данным ассоциации EUROSLAG [5], производство доменного шлака в Европе составило 25,2 миллиона тонн в 2018 году и почти столько же в 2019 году, когда было произведено 25 миллионов тонн.

Во Вьетнаме большая часть доменного шлака используется в производстве цемента или в качестве добавки к бетону. Еще одна возможность использования доменного шлака - это строительство дорог с его применением. Согласно [6] производство доменного шлака во Вьетнаме составляло около 750 000 тонн в год. Таким образом, использование доменного шлака в бетоне способствует защите окружающей среды.

**Характеристики доменного шлака.** Технические характеристики доменного шлака, используемого в гражданском строительстве, зависят от его химических и физических свойств. Химический состав шлака зависит от состава железной руды, которую выплавляют из горной породы, топлива и флюса, а также от особенностей самой технологической схемы получения металла.

Таблица 1

Основные химические составляющие доменного шлака [2,3]

Состав	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO	Cr <sub>2</sub> O
Wt (%)	32...45	5...15	32...42	7...16	1...2	0,1...1,5	0,2...1	≤ 1	≤ 1

Химические реакции гранулированного доменного шлака с водой протекают медленно и могут быть ускорены в присутствии гидроксида кальция, щелочи и цемента. Из-за своей способности к гидратации гранулированный доменный шлак часто используется в качестве активной минеральной добавки к цементу, вводимой непосредственно в портландцемент для производства шлакопортландцемента. Его также можно добавлять в бетон в качестве минеральной добавки. Типичные физические свойства доменного шлака приведены в таблице 2



Типичные физические свойства доменного шлака [2]

Свойство	Шлак с воздушным охлаждением	Вспученный шлак	Гранулированный шлак
Удельный вес	2,0-2,5	-	-
Масса уплотненного блока, кг/м <sup>3</sup>	1120-1360	800-1040	840
Поглощение, %	1-6	-	-

**Применение доменного шлака в бетоне.** Бетон является наиболее часто используемым материалом в гражданском строительстве, поэтому применение доменного шлака широко исследуется с целью устойчивого развития и защиты окружающей среды. Шлак можно использовать в бетоне как компонент вяжущего или как заполнитель. В качестве вяжущего он может заменить примерно 70–80 мас.% портландцемента, при этом выбросы CO<sub>2</sub> при производстве бетона сокращаются на 9–10% на каждые 10% замененного портландцемента [7]. Шлак, используемый в качестве заполнителя, обычно заменяет мелкий заполнитель и может улучшить свойства бетона.

Использование шлака в бетоне зависит от его свойств. Есть данные что замена цемента доменным шлаком приводит к получению более удобоукладываемого бетона, который, т.к. добавка шлака приводит к меньшему количеству захваченного воздуха [8]. Из-за более высокого содержания мелких частиц бетон с низким содержанием шлака легче укладывать, но при повышенной дозировке шлака и низких температур окружающей среды (<15 °C), время схватывания может быть увеличено на 1-2 часа. Также в этом случае могут потребоваться дополнительные меры, чтобы предотвратить потерю влаги. Согласно данным [9], 50% замена цемента доменным шлаком приводит к улучшению механических свойств и прочности бетона. Однако при этом прочность в раннем возрасте значительно ниже для бетона, содержащего шлак, из-за его низкой начальной скорости гидратации. Ускорение реакции гидратации может быть достигнуто с помощью химических активаторов (растворы с pH>12, создающие активируемое щелочью связующее, как описано ранее), путем увеличения его удельной поверхности или повышения температуры [10]. Следовательно, условия замены цемента доменным шлаком зависят от его применения, а также от климатических условий.

Положительное влияние на долговечность бетона оказывают скрытые гидравлические свойства шлака; вторичная гидратация снижает пористость бетона за счет блокировки капиллярных пор, что приводит к более низким коэффициентам проницаемости и диффузии, чем в обычном портландцементном бетоне [8]. Это также делает микроструктуру бетона более плотной, уменьшая проникновение и диффузию хлорид-ионов и, следовательно, достигая гораздо более длительных переходных периодов и гораздо более низких концентраций хлорид-ионов [11]. Благодаря этому поры становятся более мелкими, а изменение минералогии гидратных составляющих портландцемента приводит к снижению диффузионной проницаемости хлорид-ионами [12]. Такая повышенная прочность и эксплуатационные способности бетонов с добавками доменного шлака способствует его использованию в особых областях применения, таких как строительство водонепроницаемых подвалов, плотин, морских сооружений, мостов, телекоммуникационных вышек и защитных сооружений. О положительном влиянии доменного шлака в реакциях гидратации сообщалось в исследованиях [7], и этот эффект состоит из двух частей: во-первых, шлакопортландцемент имеет более плотную пористую структуру, чем портландцемент, и это препятствует различным процессам деструкции, например как щелочно-кремнеземная реакция. Во-вторых, доменный шлаковый цемент имеет более низкий pH, чем портландцемент, что снижает щелочную реакцию кремнезема (более высокий pH означает, что присутствует больше гидроксида, необходимого для разрушения кремнеземных решеток).

Низкое раннее развитие прочности в результате низкой начальной скорости гидратации шлака может быть оптимальным из-за низкой теплоты гидратации, которая может уменьшить термическое растрескивание например при бетонировании массивных конструкций [13]. Когда бетон подвергается большой растягивающей нагрузке или усадке, возникают трещины, в которые проникают агрессивные вещества, такие как хлорид, карбонат и сульфат, что может привести к коррозии арматурных стержней и разрушению бетона. В цементном тесте с высоким процентным содержанием доменного шлака самозаживление трещин может быть достигнуто более эффективно, чем в обычном портландцементном бетоне, что опять же способствует увеличению прочности [14]. Прочность бетона во многом зависит от возможной коррозии арматурных стержней в агрессивной среде, что приводит к снижению прочности в результате растрескивания и отслаивания бетона. Согласно данным исследования [12], замена 40% цемента измельченным гранулированным доменным шлаком не оказывает существенного влияния на скорость коррозии арматуры в бетоне, тогда как при замене 60%

цемента скорость коррозии значительно снижается. Однако, согласно данным [11], замена цемента типа I (СЕМ I) измельченным гранулированным доменным шлаком на 40% или более от веса вяжущего может более чем вдвое повысить коррозионную стойкость стальной арматуры. Достаточная толщина бетонного покрытия и соответствующий тип цемента с добавкой шлака могут задерживать хлорид-ионные атаки в агрессивной среде и обеспечить защиту от коррозии сооружений.

Добавление измельченного гранулированного доменного шлака вызывает снижение значения pH, при этом не оказывая отрицательного воздействия на коррозионную стойкость бетона. Высокий процент содержания цемента дает высокий уровень прочности контакт-соединения [12]. При карбонизации образование накипи может происходить под действием комбинированных разрушающих факторов: замораживания-оттаивания и соли для борьбы с обледенением. Впоследствии другие атаки на конструкцию с большей вероятностью резко снизят долговечность бетона [13].

Помимо раствора, активированный щелочами шлак может быть использован в качестве самостоятельного связующего в бетоне и с теми же выводами относительно свойств бетона в его подвижном затвердевшем состоянии. Кроме того, известны исследования о повышенной пластичности бетона с добавкой шлака, дополнительно активированного щелочами [15], что делает этот бетон подходящим для использования там, где требуются «пластичные» конструкции (например, в сейсмоопасных районах).

Основным недостатком использования доменного шлака в бетоне являются его более низкие показатели на раннем этапе развития прочности при использовании в качестве добавки или замены цемента. Однако при использовании в качестве мелкого заполнителя он будет иметь большую площадь удельной поверхности. Поэтому использование шлака в качестве компонентов вяжущего при соответствующем домолеспособствует его большей гидратации и пуццолановых реакций. Используя измельченный гранулированный доменный шлак в качестве сверхмелкозернистого заполнителя, можно улучшить удобоукладываемость и консистенцию свежего бетона, что позволяет получать более однородную смесь и более высокую прочность на сжатие и изгиб через 3 дня; то есть может быть достигнута сравнимая прочность в раннем возрасте по сравнению с контрольной смесью (контрольным образцом) [16]. Самоуплотняющийся бетон с добавкой доменного шлака, используемого в качестве микрозаполнителя, показывает увеличение прочности на сжатие через 365 дней, более высокую автогенную усадку, (автогенная усадка – вызывается физико-химическими процессами при твердении бетона, происходит в начальной стадии твердения, когда модуль деформации еще мал) вызванное гидратацией шлака, и химическую усадку, вызванную реакционной способностью шлака [10]. Более высокая усадка при сушке в результате более высокой пористости шлака увеличивается с увеличением процентной доли микрозаполнителя, замещенного шлаком.

Доменный шлак, используемый в качестве крупнозернистого заполнителя в бетоне, снижает удобоукладываемость бетона, но увеличивает его прочность на сжатие, в то время как прочность на растяжение при раскалывании и модуль упругости аналогичны таковым у обычного бетона [9]. Также бетон с крупным заполнителем в виде шлака более устойчив к высоким температурам; то есть этот бетон имеет большую остаточную прочность на сжатие, чем обычный бетон.

Еще одной характеристикой бетона с добавкой шлака является более низкое содержание хрома, что полезно с точки зрения уменьшения раздражения кожи у рабочих, которые работают с таким бетоном без какой-либо защиты кожи [13].

**Применение доменного шлака в растворах.** Еще одно применение доменного шлака в гражданском строительстве было использование в строительном растворе при строительстве Эмпайр-стейт-билдинг в 1930-х годах [13]. Из-за своих скрытых гидравлических свойств доменный шлак может быть эффективен в растворах. Было замечено, что оптимальное использование шлака в растворе составляет до 40% от массы цемента, что дает бетону на 19% большую прочность на сжатие и на 25% больше, чем у бетона, изготовленного с использованием обычного портландцементного раствора, после 180 дней отверждения. Сообщается, что соответствующее увеличение прочности на разрыв составляет 25% согласно данным исследования [17].

Гранулированный доменный шлак вызывает более медленное развитие прочности при стандартных условиях твердения, но в то же время определяя предел прочности выше при том же водоцементном соотношении. Этот более медленный набор прочности является причиной того, что доменный шлак не рекомендуется использовать в тех областях, где требуется высокая прочность в раннем возрасте. Однако на развитие прочности в раннем возрасте могут влиять более высокие температуры, что благоприятно сказывается на увеличении прочности раствора, содержащего высокий процент доменного шлака. Увеличение прочности происходит намного быстрее, даже при увеличении температуры отверждения всего на 10°C [18].

В дополнение к обычным применениям шлака в качестве частичной замены цемента и в качестве добавки, недавние исследования показали актуальность использования шлака в качестве

активируемого щелочью связующего в строительном растворе. Согласно данным [19], более высокая прочность на сжатие и растяжение наблюдаются при более высоких температурах твердения. В другом исследовании [20] сделан вывод, что наивысшая прочность строительного раствора может быть достигнута с 3,5% Na<sub>2</sub>O в качестве активатора при 60°C или с 6,5% Na<sub>2</sub>O при 20 ° C, что означает либо более высокую концентрацию раствора щелочи при более низкой температуре. или состав с более низкой концентрацией раствора щелочи при более высокой температуре. Эти условия позволяют достигать прочности не менее 6 и 20 МПа через 1 и 28 дней соответственно, что является довольно высокими значениями для строительного раствора. Через 56 дней шлаковый раствор, активированный щелочью, показал большую прочность на сжатие, чем раствор портландцемента, определено что соотношение жидкость/шлак= 0,54 не влияет на предел прочности раствора, активированного щелочью [19]. Кроме того, в растворе, активированном щелочью, наблюдалась более высокая усадка при высыхании, чем в растворе портландцемента [19]. Такие выводы об усадке подтвердились также данными исследования [10]. Согласно данным [21], активированный щелочью бетон и раствор имеют более низкую общую пористость и более крупную мелкопористую структуру, чем соответствующий портландцемент, что предполагает более низкую проницаемость и, следовательно, более высокую долговечность раствора/бетона, активированного щелочами. В растворе, содержащем активированный щелочами шлак вяжущего с порошком силиката натрия в качестве активатора и речным песком в качестве мелкозернистого заполнителя, определяется меньшее количество пор и более компактная структура которые могут быть достигнуты за счет увеличения содержания шлака [10], что еще раз подтверждает повышенную долговечность такой композиции.

Доменный шлак также может использоваться как заменитель мелкозернистого заполнителя в строительном растворе. Замена от 25% до 75% мелкозернистого заполнителя доменным шлаком увеличивает прочность раствора на сжатие и прочность на растяжение, а также улучшает прочность соединения раствора на раздавливание и прочность кирпичной кладки на разрыв/адгезию [22]. Кроме того, частичная замена мелких заполнителей доменным шлаком может значительно повысить сульфатостойкость и снизить быструю проницаемость для хлоридов в результате улучшения микроструктуры смесей [23]. Однако увеличение количества измельченного гранулированного доменного шлака, используемого в качестве замены мелкозернистого заполнителя (природный песок), приводит к уменьшению расхода раствора [24]. Используя подходящую концентрацию химикатов и суперпластификатора (0,5%–1%), можно поддерживать текучесть и достичь удобоукладываемости, близкой по аналогии с обычным составом портландцемента.

#### **Выводы**

- Металлургическая отрасль включает комплекс технологий, которые выделяют множество вредных веществ, которые необходимо перерабатывать, чтобы защитить окружающую среду, и повторно использовать для создания экологически чистых материалов с высокой экономической ценностью.

- Использование доменного шлака металлургических заводов в качестве строительных материалов и их компонентов - это решение для экономии природных ресурсов, защиты окружающей среды и снижения стоимости продукции.

- Замена цемента доменным шлаком дает бетон с более высокой удобоукладываемостью, который намного легче уплотняется из-за вибрации, что приводит к меньшему захвату воздуха.

- Основным недостатком использования доменного шлака в бетоне и растворе является снижение темпов гидратации на ранней стадии набора прочности при использовании в качестве добавки или заменителя цемента. Однако, когда доменный шлак используется в качестве мелкого заполнителя, удобоукладываемость и консистенция бетонной смеси могут быть улучшены, давая однородную смесь и более высокую прочность на сжатие и изгиб на 3 сутки.

- Доменный шлак, используемый в качестве крупного заполнителя в бетоне, снижает удобоукладываемость бетона, но увеличивает его прочность на сжатие.

#### **Список использованных источников**

1. Van Laar, R; Dupon, E; Barel, J; Kamerling, M. Blast furnace slag granulation plant technology. Millenium Steel. 2014. Pp. 28–31.
2. D.W. Lewis. Properties and uses of iron and steel slags. Symposium on Slag National Institute for Transport and Road Research South Africa. 2015. Pp. 1–11.
3. А.М. Бочвар. Утилизация доменных шлаков. Москва, 190375с
4. В. Л. Найдек, В. И. Курпас, С.Г.М. Переработка и использование сталеплавильных шлаков. Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины. 2013. 3(238). Pp. 3–7.
5. Статистика доменного шлака - 2018. Статья. [Электронный ресурс]– Режим доступа: URL: <https://www.euroslag.com/products/statistics/statistics-2018/> (дата обращения: 10.09.2020).

6. Quy, N. duc. Tái chế và sử dụng các chất thải khoáng sản. Hội Tuyển Khoáng Việt Nam. 2014. 3. Pp. 1–12.
7. Tsai, C.J., Huang, R., Lin, W.T., Wang, H.N. Mechanical and cementitious characteristics of ground granulated blast furnace slag and basic oxygen furnace slag blended mortar. *Materials and Design*. 2014. 60. Pp. 267–273. DOI:10.1016/j.matdes.2014.04.002.
8. Hooton, R.D. Canadian use of ground granulated blast-furnace slag as a supplementary cementing material for enhanced performance of concrete. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2000. 27(4). Pp. 754–760. DOI:10.1139/100-014.
9. Berndt, M.L. Properties of sustainable concrete containing fly ash, slag and recycled concrete aggregate. *Construction and Building Materials*. 2009. 23(7). Pp. 2606–2613. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2009.02.011.
10. Valcuende, M., Benito, F., Parra, C., Miñano, I. Shrinkage of self-compacting concrete made with blast furnace slag as fine aggregate. *Construction and Building Materials*. 2015. 76. Pp. 1–9. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2014.11.029.
11. Yeau, K.Y., Kim, E.K. An experimental study on corrosion resistance of concrete with ground granulate blast-furnace slag. *Cement and Concrete Research*. 2005. 35(7). Pp. 1391–1399. DOI:10.1016/j.cemconres.2004.11.010.
12. Song, H.W., Saraswathy, V. Studies on the corrosion resistance of reinforced steel in concrete with ground granulated blast-furnace slag-An overview. *Journal of Hazardous Materials*. 2006. 138(2). Pp. 226–233. DOI:10.1016/j.jhazmat.2006.07.022.
13. Sajedi, F., Razak, H.A., Mahmud, H. Bin, Shafigh, P. Relationships between compressive strength of cement-slag mortars under air and water curing regimes. *Construction and Building Materials*. 2012. 31. Pp. 188–196. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2011.12.056.
14. Huang, H., Ye, G., Damidot, D. Effect of blast furnace slag on self-healing of microcracks in cementitious materials. *Cement and Concrete Research*. 2014. 60. Pp. 68–82. DOI:10.1016/j.cemconres.2014.03.010.
15. Narender Reddy, A., Rajesh, D.V.S.P., Reddy, A.N., Tilak, U.V., Raghavendra, M. Performance of alkali activated slag with various alkali activators. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*. 2013. 2(2). Pp. 378–386. URL:
16. Teng, S., Lim, T.Y.D., Sabet Divsholi, B. Durability and mechanical properties of high strength concrete incorporating ultra fine ground granulated blast-furnace slag. *Construction and Building Materials*. 2013. 40. Pp. 875–881. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2012.11.052.
17. Islam, M.M., Islam, M.S., Rahman, M.A., Das, A. Strength Behavior of Mortar Using Slag As Partial Replacement of Cement. *MIST Journal: GALAXY (DHAKA)*. 1970. 3(1). DOI:10.3329/mist.v3i0.8053.
18. Barnett, S.J., Soutsos, M.N., Millard, S.G., Bungey, J.H. Strength development of mortars containing ground granulated blast-furnace slag: Effect of curing temperature and determination of apparent activation energies. *Cement and Concrete Research*. 2006. 36(3). Pp. 434–440. DOI:10.1016/j.cemconres.2005.11.002.
19. Chi, M.C., Chang, J.J., Huang, R. Strength and drying shrinkage of alkali-activated slag paste and mortar. *Advances in Civil Engineering*. 2012. 2012. DOI:10.1155/2012/579732.
20. Burciaga-Díaz, O., Díaz-Guillén, M.R., Fuentes, A.F., Escalante-García, J.I. Mortars of alkali-activated blast furnace slag with high aggregate:binder ratios. *Construction and Building Materials*. 2013. 44(2013). Pp. 607–614. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2013.03.057.
21. Palacios, M., Puertas, F. Effect of shrinkage-reducing admixtures on the properties of alkali-activated slag mortars and pastes. *Cement and Concrete Research*. 2007. 37(5). Pp. 691–702. DOI:10.1016/j.cemconres.2006.11.021.
22. Nadeem, M., Pofale, A.D. Replacement Of Natural Fine Aggregate With Granular Slag-A Waste Industrial By-Product In Cement Mortar Applications As An Alternative Construction Materials. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*. 2012. 2(5). Pp. 1258–1264.
23. Humam, T., Siddique, R. Properties of Mortar Incorporating Iron Slag. *Leonardo Journal of Sciences*. 2013. (23). Pp. 53–60.
24. Nataraja, M.C., Kumar, P.G.D., Manu, A.S., Sanjay, M.C. Use of Granulated Blast Furnace Slag As fine aggregate in cement mortar. *International journal of structural and civil engineering research*. 2013. 2(2). Pp. 59–68.

**К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА СУШКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦСП****Воробьев А.М.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,  
доцент кафедры "Техника и технологии автомобильного транспорта",  
e-mail: fvd56@mail.ru*

**Буланов В.Е.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,  
доцент кафедры "Механика и инженерная графика",  
e-mail: 0212wladimir@mail.ru*

**Демидов А.С.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: sashademidov68@rambler.ru*

Цементно-стружечные плиты благодаря таким свойствам, как долговечность, прочность, безопасность, устойчивость к воздействию влаги и высоких температур являются широко распространенным материалом, применяемым при проведении различных внешних и внутренних строительных работ. В состав плит входит мелкая древесная стружка, портландцемент, вода и специальные добавки. Использование натурального экологически чистого сырья при их изготовлении дает возможность сооружать объекты, не причиняющие никакого вреда здоровью человека.

Сфера применения цементно-стружечных плит достаточно разнообразна: от внутренней отделки помещений, до изготовления ограждающих конструкций и несъемной опалубки. Тонкий лист используется для обрешетки стен, вентиляции, дымоходов и каминов и т.д. Толстые плиты все чаще применяют при изготовлении несущих конструкций - таких как черновой пол, межкомнатные перегородки, подоконники и т.д. Однако есть у такого изделия определенные особенности, которые несколько ограничивают сферу его применения. Во-первых, это слишком высокая плотность и, соответственно, вес. Во-вторых, к недостаткам можно отнести относительно невысокую прочность при изгибе, приводящую к тому, что при использовании ЦСП в качестве напольных конструкций необходимо или увеличивать толщину листов или применять дополнительные опорные элементы.

У анизотропных материалов, к которым относятся и цементно-стружечные плиты, прочность при прочих равных условиях определяется поперечным модулем упругости листа. Величина модуля упругости зависит от качества применяемого сырья и режимов технологического процесса производства ЦСП. Значительные затраты энергии приходится на термообработку прессованных плит и их последующую сушку. Термообработка обычно производится при температуре около 80° С в течение 7-9 часов до достижения прочности достаточной для распалубки, а сушат плиты при температуре 80-100° С до влажности 9%.

Назначение режимов заключается в установлении оптимальной продолжительности отдельных периодов тепловой обработки с целью обеспечения фактических режимов работы установок и получения требуемой прочности без ухудшения конечных физико-механических свойств плит.

Объектом нашего исследования явилось влияние температуры и времени термообработки листов ЦСП на модуль упругости. Испытания проводились на опытном стенде, включающем универсальную машину УММ-10. Использовались образцы размером 1000\*200 мм, нарезанные из листов ЦСП толщиной 16мм, взятых из середины штабеля после 6 часов термообработки. Точность измерения усилия составляла ± 5 Н; прогиб определялся цилиндрическим микрометром с ценой деления 10 мкм. Загружение каждого образца проводилось пять раз. Полученные результаты подвергались статистической обработке программным комплексом «Excel 2010». Затем, в соответствии с ГОСТ [1], определялся модуль упругости при изгибе по формуле:

$$E = \frac{L_1^3 F}{4 b h^3 y}, \quad (1)$$

где:  $L_1$  - расстояние между центрами двух опор, мм;  $b$  - ширина образца, мм;  $h$  - толщина образца, мм;  $y$  - прогиб в середине образца, соответствующий приложенной силе  $F$ .

В таблице 1 приведены в качестве примера данные одного из опытов.

Таблица 1

Результаты обработки экспериментальных данных

	Сосредоточ. сила $F$ , кГ	Прогиб $u$ , мм	$L$ , мм	Модуль упруг. $E$ , Н/мм <sup>2</sup>	$E$ среднее, Н/мм <sup>2</sup>
$h=16$ мм, $L=800$ мм лист 165 вдоль	1	0,06	800	5208,333333	5572,95
	6	0,27	800	6944,444444	
	11	0,52	800	6610,576923	
	15,5	0,73	800	6635,273973	
	20,3	0,94	800	6748,670213	
	25,1	1,13	800	6941,371681	

Разброс модуля упругости определяется разной скоростью прогрева слоев листов штабеля по ширине. Это приводит к тому, что в середине штабеля прочность листов не достигает величины, необходимой для расштабелевки и является основным фактором, приводящим к их короблению. В случае выравнивания скорости прогрева штабеля материала как по высоте, так и по ширине происходит более равномерное распределения модуля упругости и соответственно прочности листов по объему. В процессе формирования штабеля листов ЦСП в качестве прокладок используются стальные листы. Существует техническая возможность осуществить подвод теплоты во внутренние слои штабеля путем электронагрева стальных прокладок. Данное техническое решение [2] позволяет сократить время термической обработки и соответственно уменьшить потери тепла в окружающую среду. Кроме того уменьшается количество брака, что повышает эффективность технологического процесса.

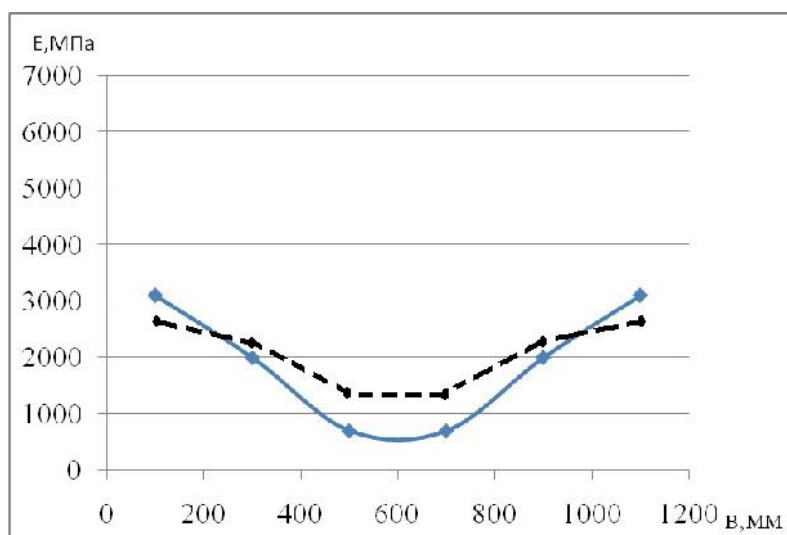


Рисунок 1 - Изменение модуля упругости по ширине листа

На рисунке 1 показаны сравнительные графики изменения модуля упругости по ширине листа без дополнительного подогрева через 6 часов запаривания и с дополнительным подогревом через 5 часов. Можно отметить, что при сокращении времени термообработки и некотором снижении наибольших значений прочностных характеристик по краям листа, происходит их увеличение в середине штабеля, что выравнивает свойства и уменьшает величину разброса, улучшая качество продукции при сокращении общих энергетических затрат.

#### Список использованных источников

- ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. - Введ. 1990-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 2011.- 9 с.
- Воробьев А.М. К вопросу термообработки цементно-стружечных плит / А.М.Воробьев, В.Е.Буланов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6 международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. Тамбов, 22-25 мая 2019 г. / ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 426-428.



**МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ ОТХОДЫ БЕТОННОГО ЛОМА В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТАХ****Гончарова М.А.,***ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительное материаловедение и дорожные технологии»  
e-mail: magoncharova777@yandex.ru***Аль-Суррайви, Хамид Галиб Хуссайн,***ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», аспирант*

Современное строительство характеризуется неизбежным возникновением отходов в виде бетонного лома, источником которого являются демонтированные строительные конструкции, а также брак и технологические отходы на заводах сборного железобетона. При этом бетонный лом может быть использован для возведения сооружений пониженной этажности, при строительстве временных дорог и в индивидуальных застройках [1-9], что позволит повысить экономическую эффективность строительства за счёт снижения расхода вяжущих веществ и энергоресурсов, использовании природных горных пород. Также это решит экологический вопрос утилизации образований промышленных отходов, неизбежно скопившихся в крупных агломерациях страны.

Сегодня человечество вынуждено минимизировать воздействие на природную среду в связи с негативными необратимыми последствиями. В настоящее время проблема рационального использования природных сырьевых ресурсов в строительстве все больше обостряется. Это вызвано не только ужесточением экологических подходов к природопользованию и сохранению окружающей среды, но и новым отношением к жизненному циклу зданий и сооружений различного назначения. Дело в том, что новая контрактная модель рассматривает полный жизненный цикл строительного объекта (начиная с технико-экономического обоснования инвестиций до демонтажа конструкций и связанных этим затрат). В связи с внедрением в международной и российской практике концепции (или контрактов) полного жизненного цикла, особое внимание должно уделяться долговечности и эксплуатационной надежности материалов строительных конструкций. Хочется надеяться, что в этом контексте именно эффективность и инновационность станут главными критериями, позволяющими управлять крупными проектами с учетом постэксплуатационных издержек (возникающих при ликвидации строительного объекта).

Антропогенное воздействие фиксируется на всех этапах жизненного цикла. При этом минимизировать отрицательные последствия вполне реально – комплексно используя техногенное сырье как альтернативу природному, включая внедрение технологии рециклинга строительных отходов на этапе утилизации строительных зданий и сооружений [1-7]. Рециклинг включает в себя комплекс действий (технических, управленческих и экономических), связанных с использованием отходов в строительном комплексе. Таким образом, место возникновения техногенного сырья с местоположением отходо-перерабатывающего комплекса максимально сближено [10-11].

При этом строительный комплекс вырабатывает действительно масштабный объем строительных отходов (в виде кирпичного, бетонного и железобетонного лома), которые в лучшем случае неэффективно используются, в худшем - являются источником техногенных свалок и несанкционированных мусорок. При этом нельзя забывать, что объем строительных отходов, представляющих собой практически готовое сырье, в будущем только увеличится [12]. Это связано с прогнозируемыми объективными причинами - моральный и физический износ зданий и сооружений, а также не прогнозируемыми стихийными бедствиями и другими техногенными и природными явлениями [13-16]. Особое значение и актуальность это имеет для стран, переживших крупные вооруженные конфликты, вследствие чего столкнувшиеся в мирное время с проблемой ликвидации последствий масштабных разрушений объектов строительства. К числу таких стран в полном смысле можно отнести Республику Ирак. До последнего времени в Республике Ирак при строительстве большинства объектов, недостаточное внимание уделялось использованию продуктов рециклинга бетона, а также агрессивному влиянию нефтепродуктов на материалы строительных конструкций (рис.1).

По данным анализа научных источников отсева дробления бетонного лома практически не используются. Их оставляют на территориях дробильно-сортировочных комплексов, а наличие в составе отходов дробления почти половины тонкодисперсных частиц (менее 0,16 мм) приводит к негативному влиянию на большинство экологических показателей. Поэтому получение строительных композитов с оптимальными строительно-техническими свойствами из отсева дробления бетонного лома с исполь-

зованием эффективных технологических схем с различными методами активации систем твердения, является важной народно-хозяйственной задачей.

В рамках метода тестирования и диагностики техногенных материалов [8] исследовались структура, химический и минералогический составы бетонного лома различного гранулометрического состава. По химическому составу отсева дробления состоят из  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO}$  (в среднем их сумма составляет 85 %), остальное -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и другие оксиды. Рентгенографические исследования показали, что минералогический (фазовый) состав представлен кварцем -  $\text{SiO}_2$  (больше половины – от 50 до 55 %), кальцита содержится около 30 %, гидросиликатов кальция (около 5 %). Важной составляющей является наличие непрореагировавших зерен цемента, причем в зависимости от пробы, количество от 3 до 7 %.



Рисунок 1 - Этапы жизненного цикла строительного объекта в Ираке

Синтез исходных систем твердения был рассмотрен ранее [8, 9], при этом были получены системы твердения, прочностная активность которых не превысила 10 МПа. На их основе получены вяжущие с использованием механо-химической активации отсева дробления бетонного лома в сочетании с рациональными технологическими параметрами формования и твердения. Важно, что система «бетонный лом–цемент» является наиболее эффективной как по структурным характеристикам, так и с позиций механических свойств.

Следующим этапом стало исследование строительных композитов сначала мелкозернистых бетонов, а затем содержащими крупный заполнитель (первую очередь гранитный фракции 5-20 мм). Подтверждено оптимальное содержание добавки из бетонного лома в количестве 20 % (так как при дальнейшем увеличении прочность композитасущественноуменьшается). Такой результат закономерен: при увеличении наполнения выше оптимального значения, крупный заполнитель с плотной упаковкой зерен переходит в состояние структуры «с плавающим заполнителем», при этом общая пористость и пустотность возрастают. Заметное повышение прочности бетона с добавкой из бетонного лома объясняется тем, что в данном наполнителе, как было доказано в нескольких исследованиях [9-11], могут содержаться не до конца прогидратировавшие зерна цемента, активация систем твердения способствует проявлению гидравлических свойств повторно.

Разработка новых подходов к синтезу строительных композитов повышенной химической стойкости на основе комплексного использования техногенного сырья (в том числе отходов демонтажа бетонных и железобетонных конструкций) является актуальной народнохозяйственной задачей. Практической стороной реализации проекта станет разработка технологии эффективных функциональных композитов для использования в строительных конструкциях нефтехимических производств.

#### Список используемых источников

1. Аласханов А.Х., Муртазаева Т.С.А., Сайдумов М.С., Омаров А.О. Разработка составов наполненных вяжущих на основе вторичного сырья для монолитных высокопрочных бетонов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2019. Т. 46. № 3. С. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2019-46-3-129-138>

2. Муртазаев С.А.Ю., Омаров А.О., Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны на основе использования вторичных техногенных ресурсов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018. Т. 45. № 1. С. 204–213. DOI: <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2018-45-1-204-213>

3. Сайдумов М.С., Муртазаев С.А.Ю., Аласханов А.Х., Дагин И.С., Нахаев М.Р. Техногенные отходы как сырьевая база для получения современных строительных композитов // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23. № 7. С. 31–35. DOI: <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-7-31-35>
4. Чернышов Е. М., Потамошнев Н. Д., Монастырев П. В., Ярцев В. П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная проблема / В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. ; Между-нар. науч.-практ. конф., 7 – 9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С. 38-59
5. Чернышов Е. М., Потамошнев Н. Д., Монастырев П. В., Ярцев В. П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.67-86.
6. Кузнецова Н.В., Барина О.С. Физико-механические свойства цементных композиционных строительных материалов с применением отходов производства ЦСП // Строительные материалы.– 2017.– № 6.– С. 7-9.
7. Кузнецова Н.В., Дубровин А.И., Езерский В.А.Обоснование выбора водоцементного отношения для цементных смесей с заполнителем из гранулированного доменного шлака // Строительные материалы.– 2018.– № 6.– С. 20-23.
8. Гончарова М.А., Борков П.В., Аль-Суррайви Хамид ГалибХуссайн. Рециклинг крупнотоннажных бетонных и железобетонных отходов при реализации контрактов полного жизненного цикла // Строительные материалы. 2019. № 12. С. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-777-12-51-57>
9. Красникова Н.М., Кириллова Е.В., Хозин В.Г. Вторичное использование бетонного лома в качестве сырьевых компонентов цементных бетонов // Строительные материалы. 2020. № 1–2. С. 56–65. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-56-65>
10. Improving construction engineering properties of soils stabilized by a cement binder with technogenic products / Goncharova, M.A., Korneev, K.A., Dedyayev, G.S. Solid State Phenomena 299:26-31 · January 2020 <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.299.26>
11. The influence of fiber reinforcement on the properties of the selfcompacting concrete mix and concrete / Goncharova, M.A., Krokhotin, V.V., Ivashkin, A.N. SolidStatePhenomena 299:112-117 · January 2020 DOI: [10.4028/www.scientific.net/SSP.299.112](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.299.112)
12. РодинаЕ.В., МальцеваИ.Н., КагановичН.Н., ВедищеваЮ.С., ЕлоховА.Е., МальцеваК.В., МатвееваИ.В., МонастыревП.В., СергееваА.А., ШаровароваЕ.П. Эко-концептуальная архитектура: учебное пособие / под общ. ред. Е.В. Родиной и И.Н. Мальцевой. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 175 с.
13. Петрянина Л.Н., Дерина М.А., Монастырев П.В. Реконструкция городской среды: новая и сложившаяся застройка // Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 4 (29). - С. 83-86.
14. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.– 208 с.
15. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., ВейккоКауппила, Юха-АнттиКайвонен, ТеувоАро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
16. Алехин В.Н., Ананьин М.Ю., Байбурун А.Х., Беляева З.В., Ведищева Ю.С., Галиева А.Б., Евдокимцев О.В., Мальцева И.Н., Мамонтов С.А., Монастырев П.В., Некрасов А.В., Никитина Н.П., Носков А.С., Пастухова Л.Г., Струлев С.А. Инновационные материалы и технологии энергоэффективных зданий: учебное пособие / под общ. ред. Алехина В.Н. и Монастырева П.В. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 208 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА НА СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ УКРЕПЛЕННЫХ ЦЕМЕНТНЫМ ВЯЖУЩИМ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Гончарова М.А.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительное материаловедение и дорожные технологии»  
e-mail: magoncharova777@yandex.ru*

**Дедаев Г.С.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», аспирант  
e-mail: dedyaev.german@gmail.com*

**Дедаева М.В.,**

*ГОАПОУ «Липецкий колледж транспорта и дорожного хозяйства», преподаватель  
e-mail: gmd-lip@yandex.ru*

В настоящее время перед дорожной отраслью РФ остро стоят задачи, направленные на дальнейшее развитие сети федеральных, региональных и сельскохозяйственных дорог. Повышение их качества приведет к росту экономики страны за счет снижения транспортных издержек логистики и улучшению качества жизни населения в целом. При решении этой задачи необходимо внедрять лучшие мировые и отечественные инновационные решения. Использование продуктов техногенного отхода решит еще одну важную задачу - проблема экологии в регионах страны. Также не стоит забывать про снижение стоимости и сокращение сроков строительства дорог при одновременном повышении их строительно-технических свойств [1-5].

Дорожное строительство основывается на применении инертных материалов (песок, щебень) и полностью зависит от их наличия в регионе. Но такой подход ведет к увеличению стоимости строительства и ограничению возможности создания широкой сети автомобильных дорог в достаточно сжатые сроки, так как во многих регионах нашей страны эти материалы отсутствуют или имеются в ограниченных количествах. Очень часто местные грунты непригодны для использования в дорожном строительстве. Следовательно, строительство в такой местности так же ведет к удорожанию. К тому же, увеличение отвалов техногенного сырья практически во всех районах нашей страны ведет к ухудшению экологической ситуации и невозможности использования занимаемой полезной площади этими отвалами. Одним из решений данных проблем наряду с использованием традиционных технологий могло бы стать более широкое применение при строительстве и ремонте дорог технологии стабилизации и укрепления местных грунтов цементным вяжущим с техногенными продуктами [6].

В дорожной технической литературе и практике часто пользуются термином «местные материалы», учитывая при этом важную особенность и преимущество их использования в дорожном строительстве. Эти материалы не требуют дальних перевозок автомобильным или железнодорожным транспортом. К местным, а следовательно, доступным для применения и дешевым материалам, подвергаемым укреплению вяжущими и другими материалами, следует относить как повсеместно залегающие, широко распространенные природные грунты различного состава, так и твердые обломочные отходы производства и некондиционные каменные материалы, называемые искусственными (техногенными) грунтами [7].

Технико-экономические расчеты, проведенные на основе фактических производственных затрат и сроков строительства, показывают, что применение в дорожных конструкциях слоев из укрепленных местных грунтов вместо устройства конструктивных слоев из привозных инертных материалов приводит к снижению стоимости строительства дорог на 10–30 %. Важно отметить, что укрепленные местные грунты можно эффективно использовать при строительстве дорог I–V технических категорий и аэродромов. При этом на дорогах I–II технических категорий укрепленные грунты, как правило, используют в качестве нижних слоев оснований, а на дорогах III–V категорий они могут быть применены также и при устройстве верхних слоев оснований и покрытий [8].

Цементогрунт - композиционный строительный материал, состоящий из местного грунта, цементной смеси, включая добавки, и воды. Со временем качество цементогрунта улучшается [9]. Для набора необходимых физико-механических характеристик в цементогрунте по ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами,

для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия». в качестве вяжущего используется портландцемент марки М400Д0. При качественном уплотнении такой смеси характеристики сопоставимы с низкомарочными бетонами класса В7,5 - В15. Несмотря на то, что такой материал является эффективным в дорожном строительстве, стоимость его можно уменьшить, регулируя расход компонентов. Таким образом, важным фактором как в формировании основных строительно-технических свойств, так и в ценообразовании является расход портландцемента.

Местные грунты в Липецкой области представляют: глины, суглинки и супеси. Глины мало пригодны для получения цементогрунта, так как прочность материала на их основе в 2-2,5 раза меньше, чем на основе супесей. Равнопрочный цементогрунт можно получить при введении 16% цемента, что экономически нецелесообразно. Главная причина ограничения применения грунтов с числом пластичности более 14 — трудность их измельчения существующими машинами. Измельчение существенно влияет на прочность и морозостойкость цементогрунтов (содержание частиц более 5 мм допускается до 25%, а крупнее 10 мм до 10%). Кроме того, для любых типов грунтов содержание гумуса должно быть не более 6%, при превышении этой цифры необходимо добавление до 4% извести. Для использования в составе цементогрунтовой смеси наиболее распространенным грунтом в Липецкой области является суглинок легкий лессовидный. Все необходимые испытания грунтов производились согласно ГОСТ 22733-2002 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности». Характеристики исследуемого грунта являются:

- число пластичности: 7-12;
- предел текучести: до 20%;
- предел раскатывания: до 10%;
- влажность: 11%;
- максимальная плотность: 2,3 г/см<sup>3</sup>.

В качестве добавки использовался доменный молотый шлак, который с портландцементом представляет собой гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее во влажных условиях. При этом такое сочетание характеризуется относительно медленным нарастанием прочности в ранние сроки. Но в более поздние сроки твердения, когда в реакцию вступает основная масса шлака, прочность его значительно возрастает. Химический состав доменного шлака ПАО «НЛМК» представлен в табл. 1 [10].

Таблица 1

Химический состав доменного шлака ПАО «НЛМК»

Массовая доля, %										
CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	S	Mo
35-45	35-45	≥8	≤15	0,2-1	0,5-1	1-1,5	≤4	≤2	≤1	0,95-1,1

Оптимальная влажность грунта является необходимым условием для получения качественно стабилизированного и укрепленного грунта модифицированным цементным вяжущим. Оптимальную влажность в данной статье выявляли методом определения активности шлаков, согласно ГОСТ 32820 - 2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые. Определение активности шлаков». В таблице 2 приведены количественные составы образцов с разной влажностью.

Таблица 2

Составы вяжущих композиций

№ состава	Влажность, %	Портландцемент М400Д0, кг	Лессовидный грунт, кг (ГОСТ 5180-84)
1	6	87	913
2	8	87	913
3	10	87	913
4	12	87	913
5	14	87	913
6	16	87	913

Сущность рассматриваемого метода заключается в том, что необходимо было сравнить получаемые значения плотности образцов в сухом и влажном состоянии при определенной концентрации воды в смеси. Оптимальная влажность определялась от 6% до 16% с шагом 2%. На рисунке 1 приведены полученные результаты определения средней плотности.

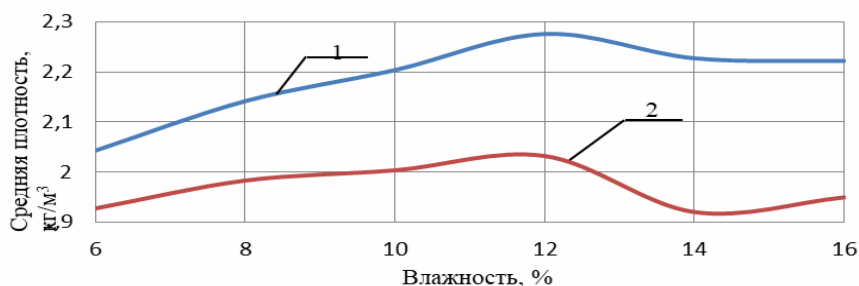


Рисунок 1 -Зависимость плотности образцов от влажности смеси:

1 — плотность смеси во влажном состоянии, 2 — плотность смеси в сухом состоянии

Наибольшей активностью смеси обладает состав с влажностью 12%. Таким образом, выбранная влажность является оптимальной для приготовления цементогрунтовой смеси с добавлением доменного молотого шлака.

Следующей задачей исследования являлось вычисление оптимального количества доменного молотого шлака при изготовлении композитов на основе клинкерного портландцемента. Это позволяет сократить расход цемента без уменьшения прочностных показателей. Экономия исходного портландцемента варьируется в широких пределах - от 20 до 70%. Процент замещения зависит от таких факторов, как активность портландцемента, условия уплотнения смеси, температуры и прочего. В табл. 3 приведены результаты исследований составов с различными системами твердения.

Таблица 3

№ состава	Исследование составов		Плотность образцов $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>
	Состав вяжущего компонента, %		
	Портландцемент	Шлак доменный молотый	
1	100	0	2139
2	70	30	2144
3	50	50	2176
4	30	70	2110

На рисунке 2 приведены полученные значения прочности составов и просматривается зависимость от пропорций содержания того или иного компонента вяжущего.

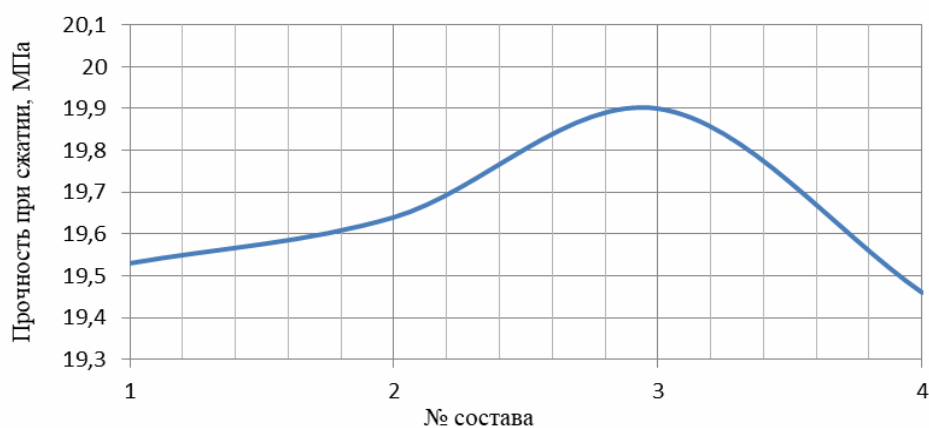


Рисунок 2 - Прочность при сжатии испытанных образцов: 1 - ПЦ 100%, 2 - ПЦ 70% + Шлак 30%, 3 - ПЦ 50% + Шлак 50%, 4 - ПЦ 30% + Шлак 70%

Анализ рисунка 2 показал положительную эффективность введения в состав цементогрунта доменного молотого шлака. Введение шлака в количестве 50% от портландцемента М400Д0 способствовало увеличению прочности на сжатие материала более чем на 10%. Замещение 70% портландцемента доменным молотым шлаком привело к снижению прочности на 11%.



Зависимость результатов прочности от времени твердения при различном сочетании вяжущего в составе цементогрунта приведены на рисунке 3.

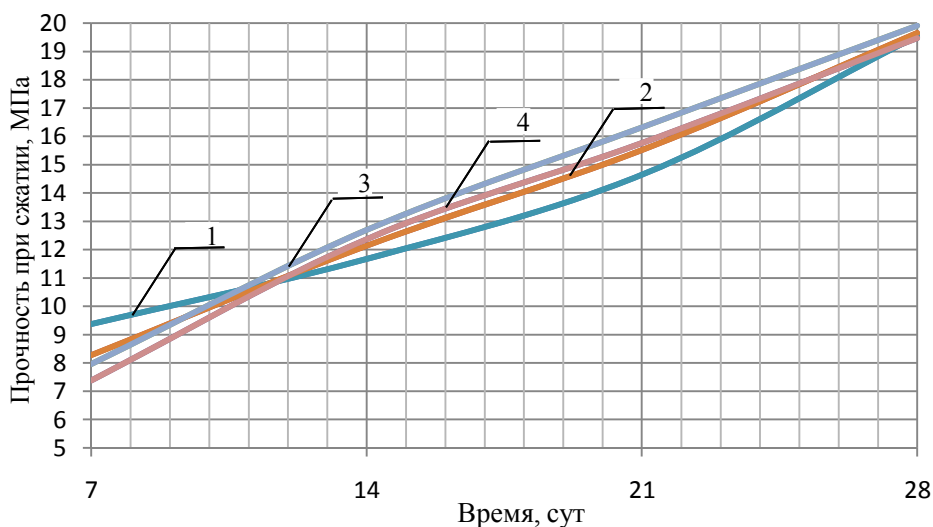


Рисунок 3 - Результаты прочности образцов в зависимости от времен твердения:  
1 - ПЦ 100%, 2 - ПЦ 70% + Шлак 30%, 3 - ПЦ 50% + Шлак 50%, 4 - ПЦ 30% + Шлак 70%.

Анализ рисунка 3 показал следующее: на начальном этапе твердения активность шлаков проявляется в меньшей степени, чем портландцемент. По истечению 6-8 суток при активации шлака цементом происходит более сложный процесс твердения такого вяжущего, чем твердение портландцемента, так как в реакциях участвуют оба компонента. В начале происходит гидратация клинкера. Раствор насыщается ионами  $Ca_2^+$ ,  $OH$ ,  $SO_4$ , что создает условия для щелочной и сульфатной активации шлакового стекла. Так как часть  $Ca(OH)_2$  поглощается шлаком, концентрация ее снижается, что способствует переходу возникших при гидратации клинкера высокоосновных соединений в низкоосновные [11]. При большей концентрации шлака в составе композита скорость твердения в последующих этапах выше на 8-17%. Такие особенности стоит учитывать при возможном использовании данного материала в дорожном и малоэтажном строительстве.

Подведя итоги всему вышеизложенному можно сделать вывод, что использование цементогрунта экономически выгодно и целесообразно в дорожном и малоэтажном строительстве. Вводя в состав композита отходы металлургии и топливо - энергетической промышленности, решается острая проблема современности, а именно переизбыток таких отходов, загрязнение окружающей среды и нерациональное использование всех возможностей существующих строительных материалов. Сметная стоимость при использовании цементогрунта с техногенными отходами в дорожном полотне снижается на 30% [12-14]. Кроме того, высокие физико-механические характеристики цементогрунта позволяют значительно снижать толщину конструктивного слоя основания, а также уменьшать толщину слоя покрытия из асфальтобетонов. Грунты, укрепленные минеральными вяжущими материалами, после уплотнения приобретают пластично-вязкие свойства. Для этих грунтов характерно восстановление структуры после механического повреждения. Это очень важно при оборудовании дорог, ввиду того, что поток автомобилей с каждым годом становится всё плотнее и плотнее и это значит, что продолжительность нагрузок и сила увеличиваются.

#### Список использованных источников

1. Pakhomova E., Andrianov K., Zubkov A., Monastirev P. Influence of thickness and granulometric composition of granular asphalt on its strength characteristics when placing into the road pavement // Journal of Applied Engineering Science, 2020, 18(2), p. 192-197.
2. Евсеев Е.Ю., Хребтова О.А., Зубков А.Ф., Монастырев П.В. Повышение качества ремонта автомобильных дорог с покрытием нежесткого типа // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2013. - Выпуск 12. - С.261-267.
3. Зубков А.Ф., Зубкова Т.А., Монастырев П.В. Определение параметров контакта вальца катка с уплотняемым материалом // Труды ТГТУ: Сб. научных статей молодых ученых и студентов. - Тамбов, 1999. Вып.4. - С.139-142

4. Куприянов Р.В., Зубков А.Ф., Монастырев П.В. Экспериментальные исследования процесса охлаждения горячей смеси в зоне сопряженных полос многополосного дорожного покрытия нежесткого типа // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2015. – Выпуск 14. – С.131-135.
5. Куприянов Р.В., Монастырев П.В., Зубков А.Ф. Особенности технологии строительства многополосных дорожных покрытий нежесткого типа // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2015. – Выпуск 14. – С.136-142.
6. Гончарова М.А., Андриянцева С.А. Композиционные материалы для дорожного строительства с использованием техногенного сырья: монография / М-во образования и науки РФ, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Липецкий гос. технический ун-т". - Тамбов : Изд-во Першина Т. В., 2014. - С. 21-29
7. Гончарова М.А., Дедаев Г.С., Сотникова М.В. Эффективные и актуальные способы укрепления оснований слоев дорожной одежды / Строительство и архитектура. Тенденции развития современной науки / Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета. – Липецк. – 2018 г. – С. 76-78
8. Дедаев Г.С. Методы укрепления грунта под основание дорожной одежды / Г.С. Дедаев, М.В. Сотникова, М.А. Гончарова // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 30 июля 2018 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 128-129. – ISBN 978-5-6041314-9-7.
9. Дедаев Г.С. Применение модифицированных цементогрунтов в малоэтажном и дорожном строительстве / Г.С. Дедаев, М.В. Сотникова // Научное и образовательное пространство: перспективы развития : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 13 авг. 2017 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 231-234. – ISBN 978-5-9500768-1-7.
10. Тарасова М.В., Прокопец В.С. Технологическое обеспечение качества дорожного цементогрунта / Строительные материалы. - 2012 г. - №1. - С. 46-48.
11. Чернышов Е.М., Потамошнев Н.Д., Монастырев П.В., Ярцев В.П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная проблема / Международная научно-практическая конференция "В. И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов". Тамбов. -2016 г. – С. 41-45.
12. Чернышов Е.М., Потамошнев Н.Д., Монастырев П.В., Ярцев В.П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства / Вопросы современной науки и практики. университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов: Изд-во ТГТУ. – 2016. С. 72-75
13. Езерский В.А., Кузнецова Н.В., Дубровин А.И. Улучшение свойств мелкозернистого бетона с помощью комплексных минеральных добавок // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 4-8.
14. Кузнецова Н.В., Дубровин А.И. Возможность снижения экологической нагрузки на территории путем утилизации многотоннажных отходов литейных производств // ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА - 2016. Материалы 14-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. Ответственный редактор: И. П. Степанова. 2016. С. 268-271.

УДК 691

67.09.55: Строительные материалы и изделия. Композиционные материалы

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕТОНА ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ДЛЯ ОГНЕСТОЙКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Гончарова М.А.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», доктор технических наук,  
профессор, заведующий кафедрой «Строительное материаловедение и дорожные технологии»  
e-mail: magoncharova777@yandex.ru*

**Образцова И.И.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», магистрант  
e-mail: obraztsova1997@mail.ru*

Бетон повышенной термостойкости – это огнезащитный материал повышенной термостойкости, который имеет улучшенные физико-механические характеристики, в том числе повышенный предел огнестойкости железобетонных изделий и конструкций.

В связи с высокой стоимостью земельных участков городских территорий, ростом численности населения и другими причинами, строительство зданий постоянно увеличивается [1-6]. Здания могут включать в себя помещения различного функционального назначения и пожарной опасности: офисы каких-либо учреждений, жилые помещения, помещения детских организаций, гостиницы, объекты торговли, развлекательные и спортивные объекты, автостоянки. Количество людей, одновременно находящихся в здании, исчисляется тысячами [7-11]. Следовательно, основные несущие конструкции высотного здания должны выполняться из железобетона и удовлетворять повышенным требованиям по пределам огнестойкости.

Огнестойкость конструкции - это способность строительной конструкции сохранять несущие и ограждающие функции в условиях пожара [12].

Одной из важнейших задач строительства и необходимым элементом системы противопожарной защиты объектов на сегодняшний день является обеспечение пожарной безопасности и огнестойкости строительных конструкций зданий и сооружений.

Известно, что огнезащита считается более результативным методом профилактики пожаров, но кроме того и пассивным средством защиты от них. Она используется с целью обеспечения пожарной безопасности и огнестойкости зданий и сооружений, уменьшения пожарной угрозы различного рода материалов (отделочных и облицовочных, конструкционных и др.), конструкций и изделий. Необходимо выделить, что существует и активная огнезащита, при которой применяются системы автоматического пожаротушения, пожарной сигнализации и т. д.

Огнезащита используется с целью предотвращения возгорания, прекращения или замедления формирования первоначальной стадии пожара и обеспечения его быстрой локализации. Она содействует ликвидации пожара, упрощает реализацию современных решений в строительстве.

Главными блоками огнезащиты являются средства огнезащиты, в частности огнезащитный состав или материал, который обладает огнезащитной эффективностью, а также предназначен для огнезащиты различных объектов, технологии огнезащитной обработки и объект огнезащиты с огнезащитной обработкой.

Бетонная смесь для получения термостойкого огнезащитного покрытия содержит компоненты в следующем количестве (в кг на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси): портландцемент - 400; молотый шунгит - 50; асбест - 15; доменный гранулированный шлак - 930; вода - 295. При этом доменный гранулированный шлак имеет модуль крупности  $M_{кр}=2,98$  и насыпную плотность 500 кг/м<sup>3</sup>, а шунгит имеет оптимальную дисперсность: модуль крупности  $M_{кр}=1,43$ , удельная поверхность  $S_{уд}=320$  м<sup>2</sup>/кг.

Подбор компонентов бетона осуществлялся, отталкиваясь с двух положений:

- обеспечение несгораемости, кроме того избежание растрескивания и взрывообразного «хрупкого» разрушения защитного слоя бетона в условиях стандартного пожара, представляющихся главными причинами, способствующими к преждевременному наступлению предела огнестойкости строительной конструкции;

- обеспечение совместимости компонентов бетона с термодинамических позиций (с целью предоставления нужной прочности и адгезии бетона более подходящим применением портландцемента).

За счет формирования каркаса с применением гранулированного шлака планировалось достигать сокращения усадочных деформаций при твердении и при огневом воздействии. Также осуществлялось микроармирование хризотил-асбестовым волокном с целью повышения прочности на растяжение и термостойкости цементного камня и бетона в общем. В исследованиях в качестве материала, обеспечивающего синхронное снижение плотности и теплопроводности за счет его вспучивания при нагреве, был выбран шунгит, т.к. он наиболее перспективен для осуществления установленных в данной работе задач.

Железобетонные конструкции разрушаются не только из-за прогрева сечений до критических температур и снижения прочности и устойчивости, но и из-за взрывообразного разрушения бетона, которое приводит к раннему наступлению предела огнестойкости строительной конструкции вследствие уменьшения размера бетонного сечения конструкции, уменьшения толщины или абсолютной ликвидации защитного слоя рабочей арматуры. Взрывообразное разрушение бетона может встречаться при интенсивном прогреве влажных конструкций (к примеру, в подземных зданиях и сооружениях бетон может иметь повышенную влажность в условиях пожара, испытаний на огнестойкость и др.). При этом оно наступает, в среднем, через 5-20 мин от начала огневого воздействия и проявляется с мощными звуковыми эффектами (хлопки, треск). Прослеживается отделение от нагреваемой поверхности конструкции кусков бетона в виде пластин площадью от 1 см до 0,5-1 м и толщиной от 1 мм до 5 см на расстояние до 10-15 м. Отколы распространяются на глубину от 5 до 10 см от нагреваемой поверхности бетона. Разрушение продолжается в течение всего огневого воздействия, в результате чего происходит уменьшение рабочего сечения конструкции, разрушение защитного слоя бетона, ого-

ление рабочей арматуры конструкции, возникновение сквозных трещин и отверстий, резкое снижение предела огнестойкости всей конструкции, повышение риска обрушения объекта в целом [13].

Взрывообразное разрушение бетона при пожаре предполагает значительную опасность для строительных конструкций и зданий в общем, и следовательно, необходима разработка специальных мер, чтобы обеспечить стойкость конструкций зданий и сооружений.

Возможность взрывообразного разрушения растет с повышением влажности. В условиях пожара взрывообразное разрушение бетона особую опасность представляет для несущих конструкций, а именно для конструкций с малым поперечным сечением, к примеру, несущих колонн, панелей нижних этажей подземных сооружений, воспринимающих немалые нагрузки. Их досрочное разрушение способно вызываться обрушением других конструкций, а следовательно, и здания или сооружения в целом.

Вероятность взрывообразного «хрупкого» разрушения бетона в условиях пожара расценивается по величине критерия хрупкого разрушения, рассчитываемого, отталкиваясь от физических параметров бетона: температурной деформации, модуля упругости, плотности, пористости, теплопроводности, эксплуатационной влажности.

Таким образом, было осуществлено исследование структуры бетона, подвергнутого однократному влиянию высоких температур. Сопоставление итогов, полученных на «срезах бетонов» методом атомно-силовой микроскопии, позволило выделить следующее (рис.1 и рис.2).

Сформировавшаяся наноструктура поверхности цементного камня эталонных образцов бетона, подвергнутого однократному воздействию высоких температур (700°C), характеризуется сравнительной их сглаженностью. Это считается причиной снижения сцепления среди слоев бетона, что приводит к снижению его прочности.

Наноструктура поверхности цементного камня в области его контакта с зернами шунгита в бетоне повышенной термостойкости выделяется большей шероховатостью а, следовательно, более развитой удельной поверхностью, и это, возможно, гарантирует получение материала с наиболее значительными показателями термостойкости. При температурных воздействиях 900°C-1100°C в бетоне повышенной термостойкости наблюдаются малые изменения структуры, это может подтверждаться результатами механических испытаний прочностных характеристик бетона.

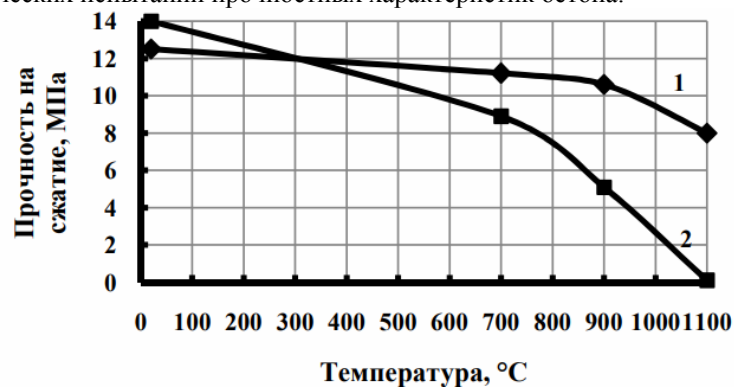


Рисунок 1 – Зависимость прочности бетона от температурных воздействий от 700°C до 1100°C: 1 – бетон с шунгитом; 2 – эталонный бетон

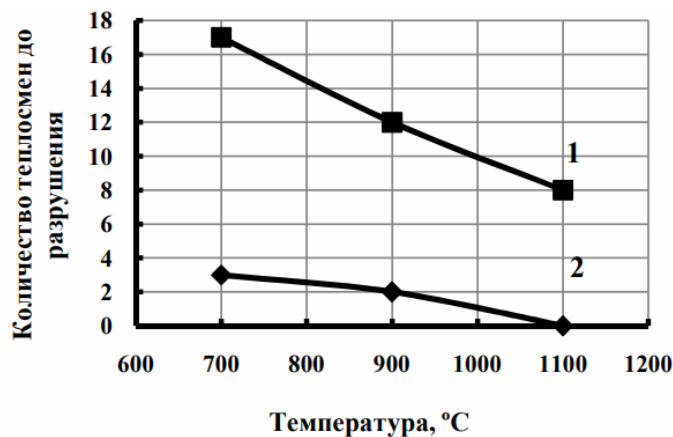


Рисунок 2 - Изменение термостойкости образцов в зависимости от температуры: 1 – бетон повышенной термостойкости; 2 – эталонный бетон

Исследования микроструктуры выявили, что при температуре 700°C в бетоне эталонного состава наблюдается формирование агрегированной структуры с частичным трещинообразованием. Агрегация структуры при температурном воздействии 700°C имеется также в бетоне повышенной термостойкости. Присутствие трещин не прослеживается. С повышением температуры до 900°C в бетоне повышенной термостойкости степень агрегирования увеличивается, что, наверняка, связано с началом вспучивания шунгита.

Зрительно микротрещины не наблюдаются, но уменьшение прочности бетона предполагает накопление дефектов в структуре. Интенсивное вспучивание происходит уже при температурах более 1100°C.

Определено, что значительные изменения в структуре бетона происходят при температуре выше 900°C. Они связаны с возникновением образований в виде агрегатов в структуре бетона. На образцах нет микроповреждения в виде трещин и каверн. При температурном воздействии 1100°C на поверхности цементного камня четко просматриваются зерна вспученного шунгита. Также наличие трещин и локальных разрушений не прослеживается.

Исходя из всего вышесказанного, изучение структуры бетона повышенной термостойкости на разнообразных масштабных уровнях дали возможность совершить следующее обобщение. При температурных воздействиях до 900°C значительных отличий между структурой бетона эталонного состава и предлагаемого бетона повышенной термостойкости не отмечается. При влиянии более высоких температур (до 1100°C) прослеживаются существенные отличия в структурах данных бетонов. На наноразмерном уровне структура цементного камня бетона повышенной термостойкости при температурном воздействии 700°C (в сравнении со структурой эталонного бетона) имеет существенные различия, которые увеличиваются при влиянии 900°C и 1100°C.

Итоги изучения наноструктур бетонов коррелируются с результатами исследования их микроструктур. Также есть некие отличия: для микроструктурных изменений цементного камня бетона повышенной термостойкости свойственен переход при повышении температурного воздействия в интервале от 700°C вплоть до 1100°C от гранулированных структур к оплавленным.

Итоги оптических исследований макроструктуры и микроструктуры бетона повышенной термостойкости после температурного воздействия. Макроструктурные исследования доказали и аргументировали понятия и представления об изменении структуры цементного камня и бетона повышенной термостойкости. Вследствие различных величин температурного воздействия изменения макроструктуры бетона повышенной термостойкости согласуются с внешним видом представленных образцов, их поверхность после температурного воздействия от 700°C до 1100°C сохраняет целостность и единство структуры.

Все образцы бетона повышенной термостойкости, которые подверглись температурному воздействию 1100°C, после 8 циклов испытания сохранили целостность, также они не имели поверхностных трещин по сравнению с образцами эталонного бетона.

Указанные изменения свойств бетона, бесспорно, связаны с его структурными преобразованиями. Возможно, сохранение целостности бетона повышенной термостойкости обусловлено в целом рядом факторов, а именно формированием изменений структуры контактного слоя между шунгитом и цементным камнем, изменением вязко-пластичных свойств цементного камня, а также пассивным регулированием процесса вспучивания шунгитовых частиц.

#### **Список использованных источников**

1. Алехин В.Н., Ананьин М.Ю., Байбурин А.Х., Беляева З.В., Ведищева Ю.С., Галиева А.Б., Евдокимцев О.В., Мальцева И.Н., Мамонтов С.А., Монастырев П.В., Некрасов А.В., Никитина Н.П., Носков А.С., Пастухова Л.Г., Струлев С.А. Инновационные материалы и технологии энергоэффективных зданий: учебное пособие / под общ. ред. Алехина В.Н. и Монастырева П.В. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 208 с.

2. Родина Е.В., Мальцева И.Н., Каганович Н.Н., Ведищева Ю.С., Елохов А.Е., Мальцева К.В., Матвеева И.В., Монастырев П.В., Сергеева А.А., Шароварова Е.П. Эко-концептуальная архитектура: учебное пособие / под общ. ред. Е.В. Родиной и И.Н. Мальцевой. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 175 с.

3. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 208 с.

4. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., ВейккоКауппила, Юха-АнттиКайвонен, ТеувоАро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.

5. Чернышов Е. М., Потамошнева Н. Д., Монастырев П. В., Ярцев В. П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная проблема / В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. ; Между-нар. науч.-практ. конф., 7 – 9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С. 38-59

6. Чернышов Е. М., Потамошнева Н. Д., Монастырев П. В., Ярцев В. П. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.67-86.

7. Еремина, Т.Ю. Пожарная опасность высотных зданий: эвакуация и защита людей от продуктов горения / Т.Ю. Еремина, И.А. Егоров // Пожарная безопасность, 2014.- №2.- С. 141-146.

8. Буренин В.С., Езерский В.А., Монастырев П.В. Исследование современных тенденций проектирования жилых зданий в России и за рубежом // Архитектура и время. – 2017. - № 5. С.2-6.

9. Pakhomova E.G., Jezersky V.A., Monastirev P.V., Kuznetsova N.V The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference CIV2019 Civil Engineering and Building Services. 2020. С. 012048.

10. Кузнецова Н.В., Бычкова Е.А. Анализ современной жилой застройки периферийной зоны г. Тамбова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2017. С. 48-54.

11. Яковлева К.Е., Кузнецова Н.В. Реконструкция жилого квартала 60-70-х годов XXв. по ул. Пионерской г. Тамбова // Безопасный и комфортный город. Сборник научных трудов по материалам I международной научно-практической конференции молодых учёных. 2017. С. 66-68.

12. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. // Пожарная безопасность, 2013. - №1.- С. 5-23.

13. Перцев В.Т., А.А. Леденев, О.Б. Рудаков, Т.В. Загоруйко. Состав и технология получения бетона повышенной термостойкости для огнестойких железобетонных изделий// Научный вестник Воронежского ГАСУ, 2015.-№2.- С.39-45.

УДК 691.54

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОБНОЙ БИОЦЕМЕНТАЦИИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ**

**Замышляева Л.В.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», студентка кафедры  
строительного материаловедения и дорожных технологий*

**Дергунова Е.С.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», к.х.н., доцент кафедры  
химии  
e-mail: kaf-chem@stu.lipetsk.ru*

**Гончарова М.А.,**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», зав. кафедрой  
строительного материаловедения и дорожных технологий, д.т.н., профессор  
dergunova14@yandex.ru*

В России и во всем мире большинство зданий и сооружений возводят с применением железобетонных конструкций, обладающими многими преимуществами. Бетон на сегодняшний день является прочным и эффективным строительным материалом на рынке, он долговечен, противостоит коррозии от стальной арматуры, а также устойчив сопротивлению внешних воздействий. Однако под длительным действием внешних воздействий происходит нарушение его целостности, образуются дефекты, которые приводят к снижению первоначальных характеристик. Это является существенным недостатком, т.к. при восстановлении работоспособности бетона необходимо производить ряд обследований и дальнейшие ремонтно-восстановительные работы [1-3].



В настоящее время по всему миру активно ведутся работы по созданию строительных растворов и бетонов с самовосстанавливающейся микроструктурой с использованием природоподобных технологий. Микробная карбонатная биоминерализация – интенсивно развивающееся направление природоподобных технологий – расширяет спектр инструментов управления процессами структурообразования на различных технологических этапах жизненного цикла композиционных строительных материалов, от проектирования сырьевой смеси до самовосстановления при эксплуатации.

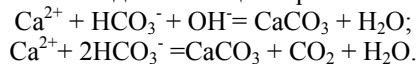
Как любое междисциплинарное направление, технология карбонатной биоминерализации в строительном материаловедении, пройдя стадии изучения природных аналогов процессов, предполагаемых к заимствованию, теоретического обоснования перспектив их прикладного использования, перешла в стадию накопления эмпирических результатов, требующих обобщения и анализа. С учетом вышеизложенного проблема разработки технологии и управления процессом получения композиционных строительных бетонных материалов с применением карбонатной биоминерализации является актуальной задачей [4].

В качестве вяжущего в стандартной смеси использовался цемент марки ПЦ - 400Д0, соответствующий ГОСТ 10178-85. В качестве мелкого заполнителя для обычных растворов смесей использовался полифракционный песок, соответствующий ГОСТ 6139-2003. В растворяющей смеси использовалась вода технического назначения, соответствующая ГОСТ 23732-2011. Физические испытания образцов бетона проводили по ГОСТ 10180-2012. В качестве биодобавки использовали изолированные штаммы бактерий *Sp.pasteurii* (Б1), *V.pasteurii* (Б2), *V.Cohnii* (Б3), *V.Sphaericus* (Б4), *V.Pseudofirmus* (Б5), *V.Cohnii* (Б6), *V. Halodurans* (Б7), *V.subtilis* (Б8), *V.Megaterium* (Б9), *V.alkalinitrilicus* (Б10), *Ps.putida* (Б11), *Es.coli* (Б12). Для определения уреазной активности использовали среду Кристенсена с мочевиной. КОЕ определяли с применением тест-слайдеров [5]. Для изучения закономерностей процесса роста новой фазы использовали данные, полученные методами атомной силовой микроскопии, АСМ (сканирующий зондовый микроскоп Solver P47-PRO ЗАО «Нанотехнология-МДТ», Россия), оптической микроскопии- микроскоп DigiMicroSkale, («DNT», Германия).

Общий принцип процесса самовосстановления бетонов заключается в том, что при воздействии на строительные конструкции внешних различных типов нагрузок (статических, динамических, в сочетании с возможным присутствием агрессивной химической средой) в поверхностных и приповерхностных слоях материала возникают микротрещины, в которые проникает воздух и влага из окружающей среды. В этих условиях бактерии, предварительно введенные в состав материала совместно с питательной средой, активируются, и в результате происходящих биохимических процессов образуется карбонат кальция, выполняющий функции биоминерализации, обеспечивая процессы самовосстановления структуры и эксплуатационных характеристик материала [1, 2, 6]. После заполнения дефектного объема трещины карбонатом кальция необходимые для обеспечения активности клеток воздух и влага перестают поступать и микроорганизмы переходят в состояние анабиоза. Бактерии размножаются за счет питательного вещества лактата кальция и в результате образуют известняк, который заполняет трещины и затвердевает.

Уреазная активность обнаружена у широкого ряда микроорганизмов и растений, некоторые из которых вырабатывают фермент в большом количестве. Например, высокой уреазной активностью обладает обычные алкалофильные (щелочелюбивые) почвенные бактерии. Эта бактерия использует мочевины как источник энергии и продуцирует ионы аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), увеличивающие pH окружающей среды и вызывающие осаждение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$  в виде карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ . Локальное увеличение pH часто является причиной того, что клетки микроорганизмов становятся центрами нуклеации для кристаллизации. Осаждение кальцита описывается следующим средним уравнением реакции:  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3$  [4].

Микробиологически индуцированное осаждение кальцита протекает в соответствии с уравнениями:



Как было сказано выше, выпадению карбоната кальция из раствора будут благоприятствовать любые микробиологические процессы, ведущие к повышению содержания в среде гидрокарбонат-ионов.

Целью работы является исследование модели роста колонии микроорганизмов на бетонной плоскости [7-10], изучение морфологических и временных характеристик такого роста при различных начальных условиях, а также установление связи морфологических характеристик бактерий со скоростью их роста как фактора, обобщенно характеризующего их активность. В данной модели каждый микроорганизм в колонии моделируется отдельно, такой подход позволяет глубже понять статистические принципы кинетики роста микроорганизмов. Достоинством такой модели является то, что обобщенные характеристики роста всей колонии получаются в ней путем моделирования поведения большого числа отдельных микроорганизмов с присущими им параметрами.

При разработке модели были сделаны следующие допущения: область распространения микроорганизмов представляет собой ограниченную часть плоскости с дискретной сеткой, такое представление облегчает расчет морфологических параметров; единица времени в модели - итерация; питательное вещество в начальный момент времени равномерно распределяется по точкам распределения; микроорганизм потребляет все питательное вещество, которое находится в его точке распределения; диффузия питательного вещества в системе определяется массопереносом от соседних клеток, который происходит с каждой итерацией. Изменение формы колонии происходит только за счет размножения клеток; максимальное время жизни ячейки определяется распределением вероятностей; в начальный момент микроорганизмы высеваются в  $n$  клеток ареала распространения, их положение может быть как случайным (самопроизвольная инокуляция), так и фиксированным координатами клеток, в которых они обнаружены (искусственная инокуляция). Возраст микроорганизмов, присутствующих в системе в начальный момент времени, фиксируется соответствующим распределением. Кинетика, полученная в модели, значительно меняется в зависимости от расположения инокулированных клеток, что означает, что биологическая кинетика невоспроизводима с использованием детерминированных моделей. При этом на начальном этапе развития, пока отдельные колонии не взаимодействуют друг с другом, динамика практически одинакова, однако при последующем взаимодействии отдельных колоний динамика роста меняется существенно и зависит больше от характера этого взаимодействия, чем от начальных условий развития популяции бактерий.

В ходе проведенной серии вычислительных экспериментов получены следующие результаты:

- в данной модели наблюдается фаза линейного роста популяции, которая возникает при лимитировании роста популяции некоторыми факторами, эти факторы выявлены;
- получена зависимость численности популяции от фрактальной размерности ее изображения на начальном этапе развития популяции.

Острым вопросом для биоцементации является время появления новой фазы. Нами было исследован период времени в течение которого появляются зародыши карбоната кальция (рисунки 1-3). Исследование структурных характеристик образцов бетона на основе портландцемента показало, что образовавшийся карбонат кальция, оседая, заполняет поровое пространство образцов [10-13].

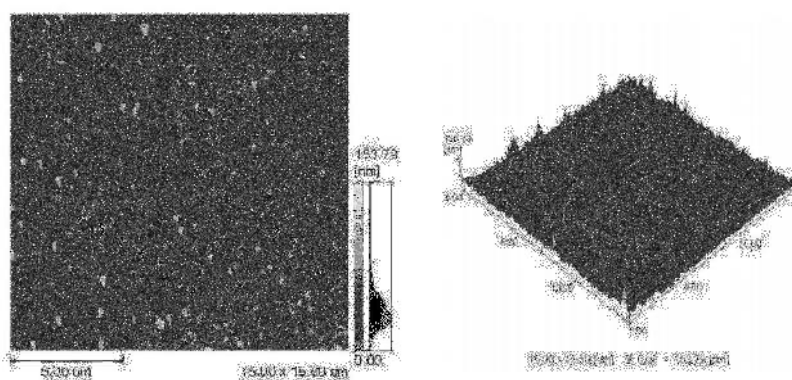


Рисунок 1 – Морфология бетонной поверхности после нанесения субстрата БЗ с питательной средой (время воздействия – 3 недели).

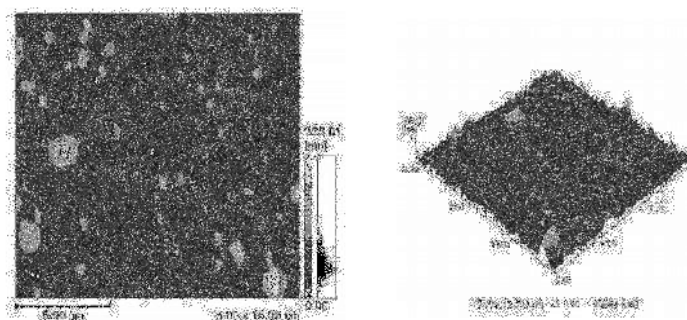


Рисунок 2 – Морфология бетонной поверхности после нанесения субстрата БЗ с питательной средой (время воздействия – 12 недель).

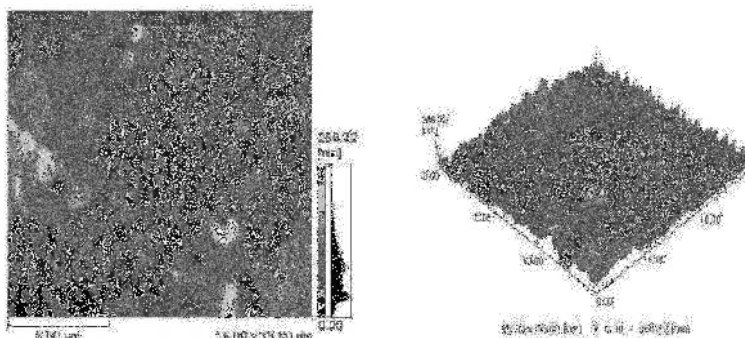


Рисунок 3 – Морфология бетонной поверхности после нанесения субстрата Б3 с питательной средой (время воздействия – 16 недель).

Уплотнение структуры приводит к снижению пористости бетонного образца в 1,25 раза и, соответственно, уменьшает его коэффициент капиллярного водопоглощения с 0,0170 до 0,0011 кг/(м<sup>2</sup>·мин<sup>0,5</sup>) в возрасте 4 недель (28 суток) для образцов с 0,5 - 1 % (по массе) микробиологической добавки Б3 (табл. 1).

Таблица 1

Оценка коэффициента капиллярного водопоглощения при применении отдельных видов бактериальных добавок

№ п/п	Вид бактериальной добавки (0,5 % масс.)	Коэффициент капиллярного водопоглощения, кг/(м <sup>2</sup> ·мин <sup>0,5</sup> )
1	-	0,0170
2	Б1	0,0122
3	Б3	0,0110
4	Б5	0,0157

Таким образом, можно утверждать, что приведенная модель роста колоний на бетонной плоскости позволяет описывать процессы роста реальных колоний бактерий и исследовать их динамику.

#### Список использованных источников

1. Строкова, В.В. Применение микробной карбонатной биоминерализации в биотехнологиях создания и восстановления строительных материалов: анализ состояния и перспективы развития / В.В. Строкова, Д.Ю. Власов, О.В. Франк–Каменецкая, У.Н. Духанина, Д.А. Балицкий // Строительные материалы. – 2019. – № 9. – С. 83–103.
2. Строкова, В.В. Микробная карбонатная биоминерализация как инструмент природоподобных технологий в строительном материаловедении / В.В. Строкова, Д.Ю. Власов, О.В. Франк–Каменецкая // Строительные материалы. – 2019. – № 3. – С. 66–72.
3. Кузнецова Н.В. Строительные материалы в реставрации памятников архитектуры [Электронный ресурс]: Учебное электронное мультимедийное издание. Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019.– 80 с.
4. Изменение свойств строительных материалов при введении в них биомассы бактерий с уреазной активностью/ Н. А. Степанов, Е.Н. Ефременко, М. Г. Бруяко, А. И. Григорьева // Вестник МГСУ. — 2017. — Т. 12, № 7. — С. 788–796.
5. Исследование роста бактерий на питательных средах с добавлением полимерного импланта / Д. Р. Загретдинова, А. М. Джумабаева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 22 (260). — С. 206-208. — URL: <https://moluch.ru/archive/260/58026>.
6. Соломатов, В.И. Развитие полиструктурной теории композиционных строительных материалов Текст. / В.И. Соломатов // Известия вузов. Архитектура и строительство. -1985. №8. – С. 44-53.
7. Баженов, Ю.М. Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композитных материалов Текст. / Ю.М. Баженов, В.А. Воробьев, А.В. Илюхин // Строительные материалы. Наука. 2006. – № 7. – С. 2-4.
8. Wittmann, F.H. Simulation and analysis of composite structures Text. / F.H. Wittmann, P.E. Roelfstra, H. Sadouki// Material Science Engineering. 1984. – № 68.-P. 239-248.

9. Метод численного моделирования для исследования механики разрушения бетонов и изделий на их основе Текст. / В.Т. Ерофеев, И.И. Меркулов, А.И. Меркулов, Е.А. Митина, П.С. Ерофеев // Строительные материалы. 2006. – №4. – С. 72-75.

10. Методика оптимизации композиционных строительных материалов с использованием метода конечных элементов / В.Т. Ерофеев, И.И. Меркулов, А.И. Меркулов, П.С. Ерофеев // Моделирование и оптимизация в материаловедении –МОК'45: сб. науч. работ. – Одесса: Изд-во «Астропринт», 2006. – С. 22.

11. Харитонов, А. М. Структурно-имитационное моделирование в исследованиях свойств цементных композитов / Харитонов, А. М. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора наук. Санкт –Петербург – 2009.

12. Кузнецова Н.В., Баринова О.С., Езерский В.А. Использование математического моделирования при проектировании составов многокомпонентных смесей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 7-2 (18-2). С. 51-55.

13. Кузнецова Н.В., Селезнев А.Д., Селезнева И.А. Планирование экспериментальных исследований физико-механических свойств мелкозернистых бетонов с заполнителем из стеклобоя // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2017. С. 269-271.

УДК 697.1

38.762: Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ НА ОТОПЛЕНИЕ КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА**

**Кузнецов В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант*

*Kuznetsov\_Vladislav\_Andreevich@mail.ru*

**Ярцев В.П.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, советник РААСН,  
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»*

*kzis@nnn.tstu.ru*

В данной работе поставлена задача: разработать программу по расчету финансовых затрат на отопление каркасно-панельного жилого дома на различных видах топлива. Программа разработана на базе энергетического паспорта, с учетом тарифных единиц на различные ресурсы, а также с учетом погрешности монтажа здания.

С применением «Зеленых технологий» был разработан проект каркасно-панельного жилого дома площадью 167,67 м<sup>2</sup> (рисунок 1).

Каркасно-панельный дом состоит из плит цокольного перекрытия, на которые опирается антисептированный опорный брус, среднеразмерных стеновых панелей, плит междуэтажного перекрытия, антресоли и элементов крыши.

Панель (цокольная, междуэтажная, стеновая) представляет собой деревянный каркас, выполненный из хвойных пород дерева, негорючего утеплителя из минераловатных плит «Изолайт» или «ISOVER» различной толщины и плотности, и обшивку из цементно-стружечных плит «ЦСП»[1]. Данные панели весьма просты в монтаже, легкие, прочные, теплые и экологически чистые[2].

Произведем Расчет финансовых затрат на отопление каркасно-панельного дома произвели с помощью специальной программы.

Созданная программа проста в использовании и позволяет рассчитать не только финансовые затраты, варьируя габаритами сооружения и погрешностями монтажа, но и также отопительную мощность и общие теплопотери здания в год.



Рисунок 1 - Каркасно-панельный дом линейки Грац

Вначале для расчета задаем параметры толщин для стеновой, потолочной и напольной панели, а также сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций в Вт/(м<sup>2</sup>·К) (рисунок 2).

Вариант конструкций	Пол 1 эт	Внешние стены	Окна	Входные двери	Потолок
	Вт/м <sup>2</sup> К				
Пол 195; стена 144; потолок 195	0,219	0,295	2,08	2,50	0,214
Варианты конструкций	U стен (Вт/м <sup>2</sup> К)				
144	0,295				
195	U кровли (Вт/м <sup>2</sup> К)				
195	0,214				
195	U пола (Вт/м <sup>2</sup> К)				
195	0,219				
R окна (м <sup>2</sup> С/Вт)	U окна (Вт/м <sup>2</sup> К)				
0,48	2,08				
R двери (м <sup>2</sup> С/Вт)	U двери (Вт/м <sup>2</sup> К)				
0,4	2,50				

Рисунок 2 – Заданные параметры толщин ограждающих конструкций и их сопротивление теплопередаче

Далее по общепринятой сводке по тарифам на шесть различных видов заполняем данные расценки за единицу того или иного вида топлива. Выбираем следующие из них: электроэнергия, магистральный газ, сжиженный газ, дизельное топливо, дрова и пеллеты (рисунок 3).

Тариф	Стоимость руб. За ед	ед	Цена за кВт
Электроэнергия	3,71 руб.	кВт	3,71 руб.
Магистральный газ	5,52 руб.	м <sup>3</sup>	0,68 руб.
Сжиженный газ	13,43 руб.	л	2,49 руб.
Дизельное топливо	42,00 руб.	л	4,49 руб.
Дрова	1 800,00 руб.	м <sup>3</sup>	1,18 руб.
Пеллеты	9,95 руб.	кг	3,53 руб.

Рисунок 3 – Расценки по тарифам за топливо

Затем вводим наименование объекта, вариант исполнения, его местоположение (населенный пункт) для дальнейшего заполнения данных. Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» для того или иного населенного пункта вводим следующие данные: средняя температура отопи-



тельного периода, количество дней отопительного периода, минимальная температура холодной пятидневки и температуру внутри помещения [3]. Температуру внутри здания варьируем исходя из нормативных требований, а также из условий комфортного нахождения людей в помещении (рисунок 4).

Наименование проекта	Вариант исполнения проекта	Местоположение дома	Средняя температура отопительного периода	Кол-во дней отопительного периода	Минимальная температура холодной пятидневки	Температура в помещении
Согласно СП 131.13330.2012						
К/П дом	1	Москва	-2,2	205	-28	21

Рисунок 4 – Параметры, вводимые согласно СП 131.13330.2012

Далее задаем параметры площади ограждающих конструкций: пол 1 этажа, наружные стены, окна, входные двери, перекрытия верхнего этажа (рисунок 5).

Площадь ограждающих конструкций (м2)				
Пол 1 эт	Внешние стены	Окна	Входные двери	Потолок
Согласно проекта				
80,61	233,18	38,61	1,86	156,46

Рисунок 5 - Параметры площади ограждающих конструкций

В результате заданных расчетов получаем автоматическое вычисление коэффициентов теплопроводности  $Вт/(м^2 \cdot К)$  вышеуказанных ограждающих элементов здания. Также сразу рассчитываются теплопотери ограждающих конструкций при холодной пятидневке (Вт) (рисунок 6).

Коэффициент теплопроводности (Вт/м2К)					Теплопотери ограждающих конструкций при холодной пятидневке (Вт)				
Пол 1 эт	Внешние стены	Окна	Входные двери	Потолок	Пол 1 эт	Внешние стены	Окна	Входные двери	Потолок
Данные из вариантов конструкций					Расчетные данные				
0,22	0,30	2,08	2,50	0,21	865	3371	3941	228	1641

Рисунок 6 - Вычисление коэффициентов теплопроводности и теплопотерь ограждающих конструкций при холодной пятидневке

Для определения потерь на вентиляцию (кВт/ч), отопительной мощности при холодной пятидневке (кВт), а также общих теплопотерь в год (кВт·ч/год) задаем параметр общего воздухообмена ( $м^3/ч$ ). Опираясь на требования СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», а также на Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2010 N 58 "Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность" рассчитываем воздухообмен помещений, которые впоследствии суммируем и получаем общий воздухообмен на все сооружение (рисунок 7) [4], [5].

Также вводим немаловажный параметр – коэффициент качества при возведении сооружения. Как известно, здание не может быть смонтировано полностью идеально, поэтому мы можем варьировать данным параметром, задавая его в процентном соотношении. Данный параметр сказывается на окончательный результат финансовых затрат на отопление и вентиляцию (при его увеличении стоимость затрат увеличивается, при уменьшении – наоборот).



Общий воздухообмен (м3/ч)	Потери на вентиляцию (кВт/ч)	Коэффициент качества	Отопительная мощность при холодной пятидневке (кВт)	Общие теплопотери в год (кВтч/год)
90	1,50	0,05	12,12	28238

Рисунок 7 – К расчету потерь на вентиляцию, отопительной мощности при холодной пятидневке и общих теплопотерь в год

Исходя из вводимых данных и полученных расчетов параметров каркасно-панельного дома, с учетом тарифного плана на топливо, программа автоматически рассчитывает стоимость затрат на отопление за отопительный период (руб.) Полученные результаты могут меняться с каждым годом, в зависимости от изменения тарифного плана, площадей ограждающих конструкций, сопротивлений передач, а также от местоположения сооружения (рисунок 8).

Стоимость затрат на отопление за отопительный период (Руб.)					
Электроэнергия	Магистральный газ	Сжиженный газ	Дизельное топливо	Дрова	Пеллеты
104 764 руб.	19 254 руб.	70 230 руб.	126 846 руб.	33 418 руб.	99 635 руб.

Рисунок 8 – Стоимость затрат на отопление за отопительный период

В результате расчетов по созданной и модернизированной программе можем сделать вывод: наилучшим и самым дешевым вариантом будет подключения каркасно-панельного здания к магистральному газу. Худшим вариантом – использовать в качестве отопления дизельное топливо (рисунок 9).

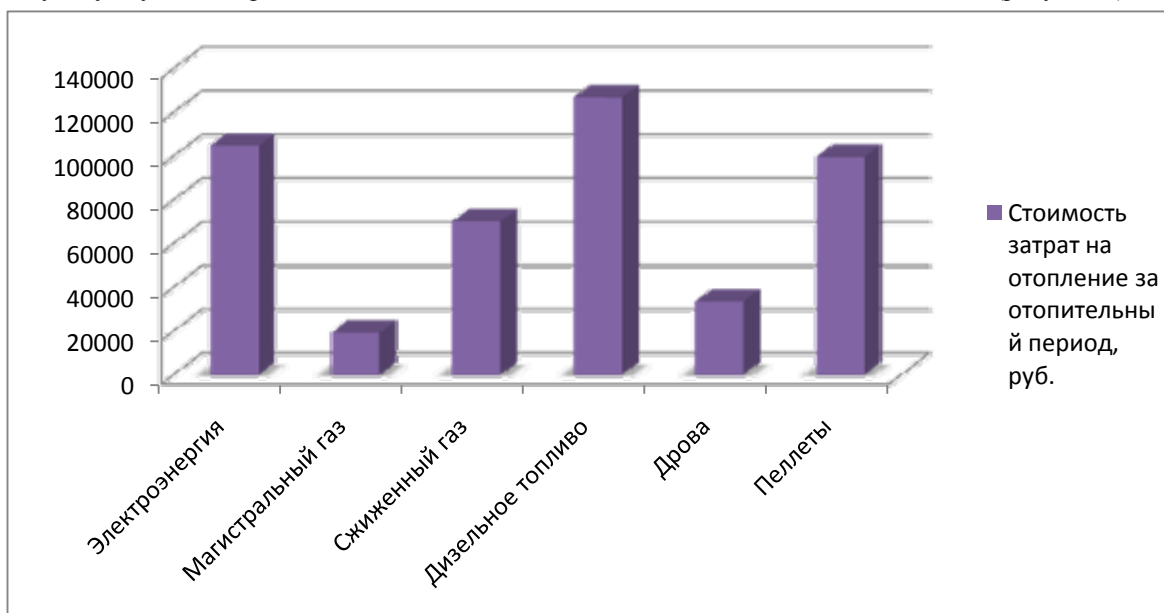


Рисунок 9 – График расчета системы отопления на шести различных видах топлива

#### Список использованных источников

1. Ярцев В.П. Прочность и долговечность цементно-стружечных плит (статья) // Вестник ТГТУ – 2000 – Т.6. - №1. – С. 137-147.
2. СП 31-105-2002 Проектирование и строительство энергоэффективных одноквартирных жилых домов с деревянным каркасом. Введ.- 01.09.2002 – М.: 2002 – 131 с.

3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Введ.-01.01.2013 – М.: 2012. – 124 с.
4. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Введ. 01.01.2013 – М.: 2013. – 57 с.
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2010 N 58 "Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность".

УДК 691:539.4

67.09.91: Отходы производства и их использование

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТСЕВОВ КАМНЕДРОБЛЕНИЯ**

**Макеев А.И.,**

*ФГБОУВО «Воронежский государственный технический университет», доцент кафедры технологии  
строительных материалов, изделий и конструкций  
e-mail: makeev@ygasu.vrn.ru*

Данная статья продолжает цикл размещенных в материалах конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт» публикаций, посвященных проблеме утилизации многотоннажных отсевов камнедробления в целях эколого-экономического развития территорий [1]. В предыдущих публикациях [2, 3] обсуждались генезис отсевов дробления гранитного щебня ОАО «Павлоск-Неруд», идентификация их структурнозначимых характеристик и механизмы проявления структурообразующего потенциала.

В результате исследований химического, минералогического, гранулометрического состава отсева дробления и его физико-геометрических параметров [4, 5] установлено, что отсев камнедробления следует рассматривать в качестве сырьевого компонента, наделенного не только механической, но и механо-химической, и, возможно, физико-химической активностью, реализуемой в процессах структурообразования бетона на его макро-, мезо- и микронаноуровне [6, 7].

Цель данной публикации состоит в обосновании новых подходов к повышению эффективности строительной-технологической утилизации техногенных отходов нерудной промышленности на базе учёта свойств и структурообразующей роли зернистых частиц отсева.

Тот факт, что «потребление» этого продукта строительными предприятиями региона ведётся в объёмах значительно меньше объёмов его производства (что и приводит к образованию отвалов вблизи крупных горноперерабатывающих предприятий), имеет несколько объяснений.

Прежде всего, повышенное содержание в отсеве частиц размером более 5 мм делает неэффективным его использование вместо песка в качестве мелкого заполнителя в крупнозернистом бетоне, поскольку вызывает раздвижку зерен крупного заполнителя и увеличение пустотности системы их сложения, а как следствие – повышение расхода цемента. Кроме того, установлено, что содержание в отсеве частиц размером менее 0,16 мм также превышает нормативные для мелкого заполнителя значения и обуславливает повышенную водопотребность бетонной смеси. Это также приводит к дополнительным расходам цемента при сохранении расчётных значений В/Ц-отношения в бетонной смеси. В результате производство изделий из крупнозернистого бетона с использованием отсева оказывается нерентабельным.

Более перспективным и распространённым вариантом строительной-технологической утилизации отсевов камнедробления является их применение в качестве самостоятельного заполнителя в мелкозернистых бетонах. Известно, что при одинаковых составах мелкозернистые бетоны на отсеве по своему качеству превосходят бетоны на песке, однако на практике такое превосходство оказывается недостаточным для обеспечения рентабельности перевода предприятий по производству изделий из мелкозернистого бетона с природного песка на отсев из-за повышения стоимости заполнителя (отсева) и дополнительных затрат на его транспортировку. Отметим также, что бетон на отсеве обладает всеми недостатками мелкозернистых бесщебеночных бетонов - повышенными расходом цемента, усадкой, ползучестью, и потому не может конкурировать с равнопрочными крупнозернистыми бетонами.

Решением проблемы, по мнению ведущих ученых и специалистов, является улучшение зернового состава отсевов камнедробления, его «кондиционирование» (термин нерудной промышленности), обогащение, подразумевающие в конечном итоге различные способы фракционирования отделенного от щебня материала [9-18]. Традиционное направление обогащения – отделение пылевидной фракции, а в ряде случаев, и макрочастиц.

На наш взгляд, целесообразность и формат фракционирования отсева должны определяться на основе учета той реальной роли, которую могут выполнять зернистые частицы отсевов камнедробления в процессах формирования мелкозернистой структуры бетонных смесей и бетона. А такая многоплановая роль может существенно отличаться от той роли инертного заполнителя, которую выполняют в процессах структурообразования бетонов частицы гранитного щебня и природного песка. В этом отношении оказывается, что наиболее ценным для процессов структурообразования компонентом отсевов являются, как раз, микронаноразмерные частицы. Между тем частицы песчаных мезофракций в рядовом отсеве из-за своего «переизбытка» играют скорее негативную роль: они раздвигают зерна макрофракций, препятствуя им выполнять функцию «силового каркаса» в структуре бетона на макроуровне.

В такой постановке становится обоснованным принципиально иной подход к кондиционированию отсева по зерновому составу в сторону контролируемого обогащения его макро- и микрофракциями с соответствующим сокращением удельного содержания песчаных мезофракций. На рис. представлена предлагаемая авторами технология кондиционирования отсева по этому принципу с получением «линейки» продуктов для целевого использования в инновационной технологии строительных материалов и изделий. При этом реализация такой линии возможна с использованием серийно выпускаемого горно-обогачительного оборудования, например каскадно-гравитационных классификаторов.

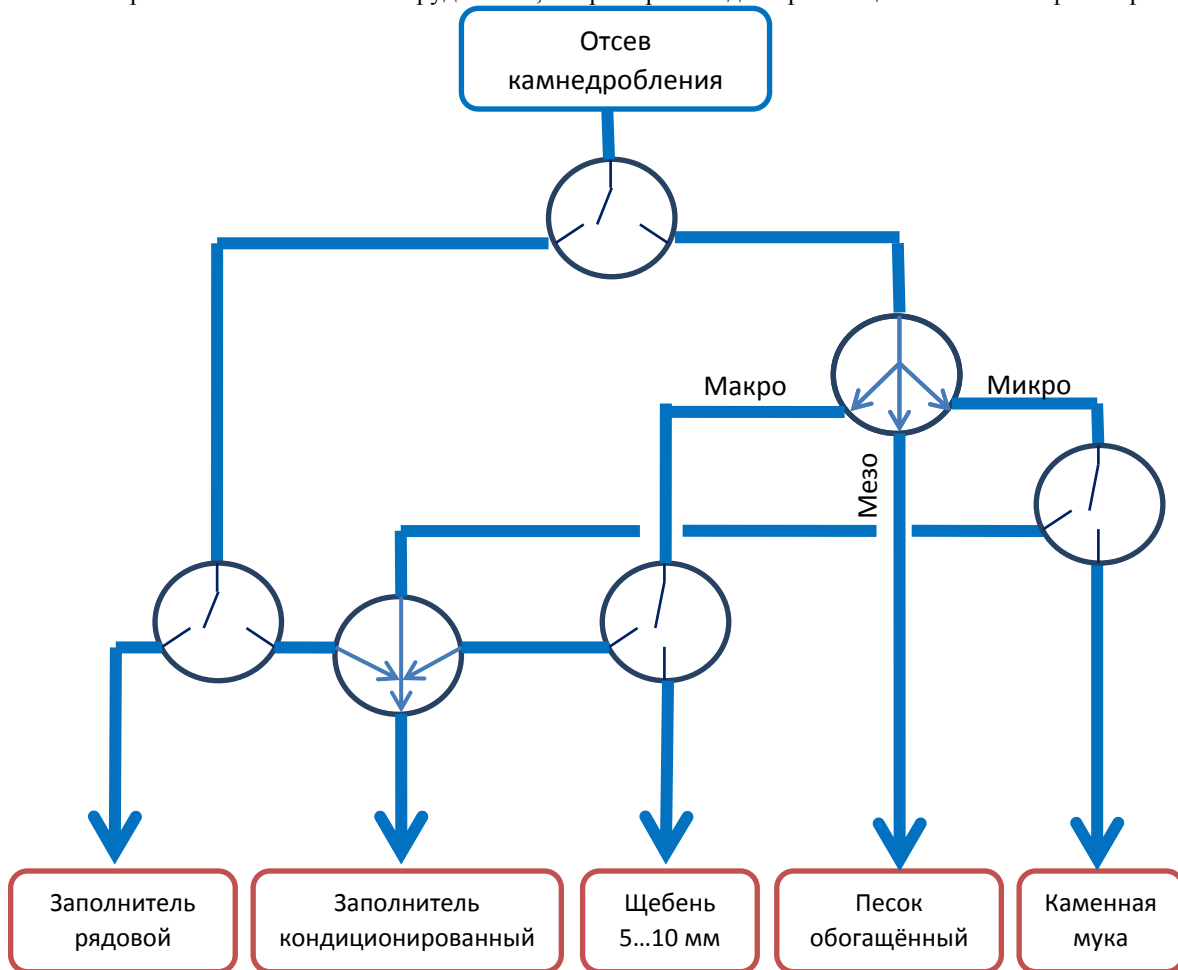


Рисунок 1 – Принципиальная схема вариативной подготовки отсевов камнедробления к их строительно-технологической утилизации

Основным направлением строительно-технологической утилизации отсевов дробления после подготовительных процедур традиционно является их использование для изготовления мелкозернистых бетонов с плотной структурой в виде малых архитектурных форм, элементов мощения, малогабаритных железобетонных изделий и др. Однако возможности использования продуктов кондиционирования далеко не ограничиваются только этим вариантом. Перспективным представляется получение на их основе бетонов крупнопористых (для дренажных изделий и конструкций), с поризованной (для конструкционно-теплоизоляционных изделий) структурой и т.д.

В совокупности такие разновидности мелкозернистых бетонов составляют базовый их набор не только для традиционных, но и для высокотехнологичных изделий, прежде всего, густоармированных и дисперсноармированных с повышенной прочностью и трещиностойкостью, когда именно мелко- и микрозернистые структуры материала оказываются наиболее эффективными.

Представленный масштаб и перспективы возможностей строительной-технологической утилизации отсевов камнедробления опирается на научные основания в форме теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов, развиваемой воронежской научной школой строительного материаловедения под руководством академика РААСН Е.М. Чернышова [19-21]. Предметной областью теории конструирования и синтеза выступает разработка принципов и средств управления технологическими процессами структурообразования для получения материалов с требуемым и задаваемым уровнем конструкционного качества в эксплуатационном цикле при возможно наименьших затратах ресурса (сырья, энергии, овеществленного труда, живого труда, финансовых средств) в производстве. Применение таких принципов и средств при проектировании состава и структуры, назначении режимов и параметров технологических воздействий на изделие в процессе его изготовления и обеспечивает возможности получения высокоэффективных бетонов на основе кондиционированного гранитного отсева.

С организационной точки зрения, строительную-технологическую утилизацию отсева наиболее эффективно осуществлять на базе их техногенного месторождения в форме промышленного кластера из мелких и средних инновационных предприятий по производству продукции широкой номенклатуры от изделий городского благоустройства до высокопрочных тонкостенных железобетонных конструкций.

Финансово-экономическая выгода от деятельности такого кластера корреспондирует с ее экологической направленностью и значимостью в вопросах обеспечения биосферно-совместимого и устойчивого развития региона путем ликвидации создающих экологическую напряженность и выводящих из оборота земли сельскохозяйственного назначения отвалов.

#### Список использованных источников

1. Чернышов, Е.М. Строительно-технологическая утилизация техногенных отходов как комплексная системная эколого-экономическая проблема развития территорий и градостроительства / Е.М. Чернышов, Н.Д. Потамошнев, П.В. Монастырев, В.П. Ярцев // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2016. - № 4 (62). - С. 67-86.
2. Макеев, А.И. Идентификационные характеристики отсевов дробления гранита как компонента бетонов / А.И. Макеев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2017.– С. 272-279
3. Макеев, А.И. Об участии макро-, мезо- и микрофракций отсева дробления гранита в структурообразовании мелкозернистого бетона / А.И. Макеев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2018.– С. 229-235
4. Макеев, А.И. Глубокая переработка отсевов дробления гранитного щебня для их комплексного использования в производстве строительных материалов / А.И. Макеев // Научный журнал строительства и архитектуры, 2010. - № 1. – С. 92-99
5. Макеев, А.И. Отсевы дробления гранита как компонентный фактор формирования структуры бетона. Часть I. Постановка проблемы. Идентификация отсевов / А.И. Макеев, Е.М. Чернышов // Строительные материалы. 2018. №4. С. 56-60
6. Макеев, А.И. Пылевидная фракция отсевов дробления гранита как носитель микронаночастиц, участвующих в структурообразовании цементных бетонов / А.И. Макеев, Е.М. Чернышов // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 4. – С. 20–38. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-4-20-38.
7. Makeev A. I., Vlasov V. B., Potekhin I. A. Consideration the structure formation properties of crusher run stone screening as a solution of its construction and technological reuse environmental and economic issues. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 537 (2019). doi:10.1088/1757-899X/537/6/062050
9. Харо, О.Е. Заполнители и наполнители, получаемые из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня: свойства, применение, стандартизация / Харо О.Е., Левкова Н.С. // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси, 2010. - № 3. - С. 104-108.
10. Артамонов, В.А. Опыт переработки отсевов дробления / В.А. Артамонов, В.В. Воробьев, В.С. Свитов // Строительные материалы. 2003. №6. - С. 28-29.
11. Буткевич, Г.Р. Переработка отсевов дробления и перспективные области применения материалов из отсевов / Г.Р. Буткевич // Строительные материалы, 2004. - №1. - С. 50.

12. Лазуткин, А.В. Использование отсевов дробления — важный фактор экономического роста предприятий нерудной промышленности / А.В. Лазуткин, В.И. Эйрих, В.П. Жуков // Строительные материалы, 2003. - № 11. - С. 6-7.

13. Калашников, В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов / В.И. Калашников // Строительные материалы. 2008. №3. С. 20-22

14. Аликин, А.В. Модифицирование и кондиционирование отсевов гранитного щебня / А.В. Аликин // Записки Горного института. 2011. Т. 189. С. 274-276.

15. Батяновский, Э.И. Обеспечение качества бетона при использовании цемента с гранитным отсевом и обогащении песка его крупными фракциями / Э.И. Батяновский, А.В. Смоляков, П.Л. Федорович // Технологии бетонов, 2014. - № 6 (95). - С. 37-39.

16. Лесовик, Р.В. К выбору техногенных песков для получения композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов / Р.В. Лесовик // Технологии бетонов, 2015. - № 1-2. - С. 60-63.

17. Саламанова, М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород / М.Ш. Саламанова, С.А.Ю. Муртазаев // Устойчивое развитие горных территорий, 2015. - № 1 (23). - С. 23-28.

18. Макеев, А.И. Научно-техническое обоснование технологии глубокой переработки отсевов дробления гранитного щебня / А.И. Макеев // Научный журнал строительства и архитектуры, 2011. - № 3. - С. 56-67

19. Чернышов, Е.М. Синтез и конструирование структур бетонов нового поколения с позиций управления однородностью-неоднородностью их строения / Е.М. Чернышов, А.И. Макеев // Современное состояние и перспектива развития строительного материаловедения: Материалы 8-х академических чтений отделения строительных наук РААСН. – Самара, 2004. – С. 561 – 565

20. Макеев, А.И. Методологические основания теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов / А.И. Макеев // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения, 2015. №1(10). – С. 29-37

21. Чернышов, Е.М. К проблеме развития теории конструирования и синтеза структуры конгломератных строительных композитов / Е.М. Чернышов, А.И. Макеев // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 15-31

УДК 674-419.32

67.09.41: Строительные материалы и изделия. Древесина и строительные материалы из нее

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Манжула В.О.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии им. академика М.Ф.Решетнева», магистрант  
e-mail: v.maznhula@mail.ru*

**Засва А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии им. академика М.Ф.Решетнева», магистрант  
e-mail: zaeva-97@mail.ru*

**Криворотова А.И.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии им. академика М.Ф.Решетнева», к.т.н., доцент, доцент кафедры ТКМД  
e-mail: tkmkai@mail.ru*

**Орлов А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологии им. академика М.Ф.Решетнева», к.т.н., доцент, доцент кафедры ТДО  
e-mail: orlov.tepl@mail.ru*

В современном мире древесина имеет весьма широкий спектр использования в строительстве, мебельной отрасли, в бумажной и транспортной промышленности и других отраслях. Однако, несмотря на широкое применение в различных областях древесина обладает серьезными недостатками.

Основные среди них – большое водопоглощение, усушка, разбухание, восприимчивость к гниению, плесени и микроорганизмам, растрескивание, горение. Для повышения долговечности древесины традиционно пользуются методами химической защиты. Однако эти методы во многом себя исчерпа-

ли. В современном мире на первый план выходят забота о здоровье человека и экологии. Окружающие людей предметы должны соответствовать высоким стандартам экологичности и гигиеничности. Этим стандартам соответствует технология термомодификации древесины, которая во многом может заменить химическую обработку древесины и изделий на ее основе. Термомодифицирование древесины разноплановый процесс, который требует широкого спектра исследований и экспериментов. Термомодифицирование изменяет внешний вид, цветовую гамму, физические и физико-химические свойства материала. У термообработанной древесины отмечается уменьшение разбухания, повышение биостойкости и формостабильности, изменение показателей твердости и прочности древесины [2].

Одним из наиболее распространенных способов термомодификации древесины или древесных материалов является термомодифицирование высокой температурой, доходящей от 180 до 240 °С с помощью водяного пара. Данный способ отличается экологической чистотой и самого процесса обработки, и получаемого в результате материала. Помимо этого свойства термически обработанной древесины зависят от породы и изначальной влажности древесины и их в определенной мере можно изменять варьированием температуры и продолжительности обработки, давления и вида среды.

Технология тепловой модификации включает в себя три основные фазы:

- начальный прогрев и высокотемпературная сушка: сырой материал помещается в специальную камеру. Там под воздействием температуры подвергается термосушке, температура сушки составляет от 100 до 140 °С. Вся влага из дерева выпаривается практически до нулевой отметки;

- термическая модификация древесины под воздействием высоких температур: происходит термообработка дерева при помощи пара под температурой от 150 до 240 °С. Процесс длится больше суток. В это время сырье получает тот неповторимый оттенок, особую прочность и долговечность;

- фаза охлаждения и стабилизации свойств древесины: камера остывает, температура снижается. Термостабилизированная древесина должна содержать не более 6% влаги в волокнах.

Повышение и понижение температуры обработки производится на первой и третьей фазе. В течение второй фазы температура обработки остается неизменной. Наибольшая температура достигается на второй фазе и по данной температуре называют весь режим. Периодическая подача пара защищает материал от обугливания и способствует протеканию определенных химических процессов в древесине.

Если попытаться коротко охарактеризовать получаемые результаты, то можно сказать, что древесина, после термомодификации больше не гниёт, не коробится, не набухает, не усыхает, полностью сохраняет свои геометрические размеры и форму на протяжении большого промежутка времени, ее цвет меняется в диапазоне от светло- до темно- коричневого, однородного по всей толщине материала. Однако необходимо учитывать, что при улучшении одних характеристик может произойти ухудшение других. Так, в частности, значительное повышение температуры обработки улучшает биостойкость материала, но приводит к росту хрупкости и уменьшению прочности древесины в целом. При одновременном повышении температуры и продолжительности обработки увеличивается жесткость и стабильность размеров, но одновременно снижаются механические показатели прочности, что ограничивает применение древесины как конструкционного материала. С другой стороны, длительная термическая обработка при низких температурах не приводит к эффекту модифицирования древесины, а многоступенчатое изменение режимных параметров по сравнению с одноступенчатым может иметь существенно меньший эффект на формирование заданных свойств материала.

Моделирование процесса термомодификации позволяет определять новые области применения термомодифицированных материалов. Положительные изменения массивной древесины в результате процесса термомодифицирования подтолкнули исследователей к изучению процесса влияния термомодифицирования переработанного древесного сырья на свойства композиционных материалов на его основе. Для изготовления композиционных материалов из древесины ее чаще всего измельчают до состояния щепы, дробленки, стружки или муки. Еще одним широко распространенным древесным полуфабрикатом является шпон, который в зависимости от способа получения может быть лущеным, строганым или пиленным.

Бодылевской Т.А. рассматривается способ добавления термомодифицированной древесной муки в производстве древесно-полимерных композитов (ДПК) [4]. В ходе исследований опилки и древесную муку обрабатывали в течение 8-9 часов при температурах от 160 до 220 °С. С повышением температуры модифицирования, цвет измельченной древесины становится темнее. ДПК, полученные из предварительно модифицированной измельченной древесины, становятся более плотными, прочными, и более устойчивыми к воздействию влаги, так же можно получать композиты разного оттенка путем регулирования температуры обработки древесных частиц, причем цвет будет однороден по всему сечению и вызван не тонировкой, а изменением в самой структуре древесины. Древесно-полимерный композитный профиль можно обрабатывать механически, окрашивать традиционными красителями и эмалями или облицовывать синтетическими пленками.

В работах Р. Р. Хасаншина, В. А. Лашкова, Р. Р. Сафина и Ф. Г. Валиева проведены исследования использования термообработанной стружки в производстве арболита [7]. В качестве наполнителя в



композиционном материале на минеральном вяжущем используется термически обработанная древесная стружка. Обработка наполнителя осуществлялась в интервале температур от 160 до 220 °С продолжительностью от 1 до 4 часов на экспериментальной вакуумно-контактной установке, состоящей из герметичной камеры тепловой обработки, сообщенной с вакуумным насосом. Подвод тепловой энергии к обрабатываемому материалу осуществлялся контактным способом с помощью теплоподводящих поверхностей, представляющих собой перфорированную металлическую пластину, обогреваемую с помощью нитей накаливания и теплоизолированную со стороны противоположной обрабатываемому материалу пористым влаго- и воздухопроницаемым материалом. При проведении термомодифицирования древесные частицы подвергались нагреву до определенной температуры в течение заданного планом эксперимента интервала времени. В результате установлено, что заметные изменения в древесине начинают происходить при достижении температуры 180 °С. В этот период начинается разложение менее термостойких компонентов древесины с выделением реакционной воды, углекислоты, и некоторых других продуктов, изменяется химический и элементарный состав древесины. На основании проведенных экспериментальных исследований основных свойств композиционных материалов, созданных на основе термически модифицированной древесины и минеральных вяжущих, впервые показана возможность использования данного вида обработки древесного наполнителя для улучшения эксплуатационных характеристик композиционного материала. Термическое воздействие в диапазоне температур от 180 до 210°С существенно увеличивает эксплуатационные характеристики арболита, повышая его влагостойкость. Арболит, изготовленный из древесных частиц, прошедших термическую обработку без доступа кислорода, целесообразно применять при эксплуатации во влажных условиях.

Исследованием использования термомодифицированного шпона на свойства фанерной продукции занимались в Казанском национальном исследовательском технологическом университете (патент № 2453425) [1].

Процесс термомодифицирования осуществлялся следующим образом: листы шпона укладывались на плиты, после чего камера герметизировалась крышкой, и плиты пресса сжимались. Высокая температура плит пресса (до 280 °С) вызывала термическое модифицирование шпона от 10 до 15 минут в зависимости от требуемой степени модификации. В процессе обработки нечетные ряды плит осуществляли возвратно - поступательные движения и происходило постоянное «разглаживание» листов шпона прижимными роликами. Предполагается, что при таком температурном режиме обработки в древесном материале протекают молекулярные изменения, при которых древесина превращается в совершенно новый материал в сравнении с тем, чем она была до обработки.

Изготовленная из термомодифицированного шпона фанера имеет класс эмиссии свободного формальдегида равным классу эмиссии фанеры общего назначения, а по водопоглощению влагостойкой соответствует фанере марки ФСФ. Для склеивания образцов фанеры также применялась фенолоформальдегидная смола. Таким образом, фанера изготовленная, из термомодифицированного шпона получилась влагостойкой, но при этом она может использоваться внутри помещения, за счет уменьшения выделения свободного формальдегида. Фанера, полученная путем склеивания термомодифицированного шпона, имеет ряд преимуществ перед обычной фанерой. Так, она обладает более низкой водопоглощающей способностью, существенно улучшаются её свойства: становится абсолютно безопасной и экологичной.

В работе Беляковой Е.А., Бодылевской Т.А. была изучена технология изготовления текстурированного шпона из термомодифицированной древесины [3]. Использование термомодифицированной древесины исключает стадию окрашивания традиционными методами, благодаря чему повышается экологичность материала. При термообработке в древесине наблюдается сложный процесс, протекающий внутри пиломатериала и сопровождаемый изменением его цвета по всей толщине. Данное явление обусловлено тем, что одновременно протекают реакции деструкции гемицеллюлоз, целлюлоз и лигнина, а образующиеся при этом продукты (реактивные компоненты) вступают в разнообразные вторичные реакции, поэтому данный процесс можно рассматривать как химическое превращение, при котором одни вещества превращаются в другие, отличающиеся от исходных своим составом и свойствами. Текстурированный шпон из термомодифицированной древесины мягких лиственных пород является современной альтернативой облицовочным материалам из ценных и редких пород дерева. Данный вид материала отличается от традиционного следующими параметрами: изменение цвета в широких пределах естественной для древесины цветовой гаммы (от светло-бежевого до темно-коричневого); размеро- и формостабильность, пониженное водопоглощение, повышенная биостойкость и экологичность.

Хасашиным Р.Р., Крайновым П.А. проводились исследования эксплуатационных свойств цементно-стружечных плит на основе термически модифицированного древесного сырья [6]. При исследовании термомодифицирования древесных частиц была разработана экспериментальная установка по

вакуумно-кондуктивной тепловой обработке материалов. Установка работает следующим образом. Материал взвешивают и помещают в теплопроводящую поверхность камеры. После чего камеру герметизируют. В процессе проведения эксперимента за счет перепада давления поверхность перемещается по направлению к обработанному материалу и плотно облегает его. Для изготовления цементно-стружечной плиты использовали стружку: не подвергнутую специальным видам обработки и термически обработанную при различных температурах до прекращения потери массы. Чтобы локализовать замедляющее действие экстрактивных веществ, содержащихся в целлюлозном наполнителе и для ускорения процессов твердения древесно-наполненной композиции применяли различные минерализующие гидротационные добавки: хлорид алюминия, жидкое стекло, хлорид кальция. На основе проведенных экспериментальных исследований было выявлено, что термомодифицирования древесного сырья вызывает снижение гидроскопичности материала при увеличении температуры и продолжительности обработки. По результатам исследования влияния высокотемпературной обработки древесного сырья без доступа кислорода воздуха установлена целесообразность использования данного вида обработки в производстве цементно-стружечных плит с целью повышения его водостойкости.

Тимербаевой А.Л., Хасашиным Р.Т. были изучены эксплуатационные свойства древесностружечных плит на основе модифицированного древесного наполнителя [5]. Основным недостатком древесностружечной плиты является подверженность воздействию влаги. Для увеличения влагостойкости композита при его изготовлении используют клей на основе мочевиномеламиновых смол. Дополнительно, для защиты ДСтП от влаги в стружечную массу вводят расплавленные парафин, а иногда – парафиновую эмульсию специального состава. Такой состав плит увеличивает влагостойкость в два раза. Однако клей на основе мочевиномеламиновой смолы значительно дороже клеев применяемых при производстве обычных древесностружечных плит. В данной работе авторы для повышения влагостойкости композита используют технологию производства ДСтП из термомодифицированной древесной стружки. На основе проведенных исследований образцов было выявлено, что исследуемый метод термической обработки измельченной древесины может быть эффективно использован при производстве древесно-стружечных плит с целью повышения их влаго- и биостойкости.

Предварительно проведенный литературный и патентный поиск показал практически полное отсутствие информации о термомодифицировании готовых древесных композиционных материалов, в том числе и на основе клеевых композиций. Учитывая, что диапазон температур используемый для модифицирования массивной древесины находится в пределах от 160 до 250 °С, для термомодифицирования древесных материалов также предложено использовать аналогичные режимные параметры. Для термомодифицирования были отобраны образцы фанеры, древесностружечной плиты, фибrolита и древесно-полимерного композита. Внешний вид образцов указанных древесных композиционных материалов после термообработки представлен на рисунках 1–5.



Рисунок 1 – Внешний вид термомодифицированных образцов фанеры при температуре выше 160 °С



Рисунок 2 – Внешний вид термомодифицированных образцов фибrolита при температуре выше 160 °С



Рисунок 3 – Внешний вид термомодифицированного образца древесно-полимерного композита при температуре выше 160 °С



Рисунок 4 – Внешний вид термомодифицированных образцов фанеры при температуре 160 °С



Рисунок 5 – Внешний вид термомодифицированных образцов древесных материалов при температуре 160 °С

Таким образом, установлено, что использование при термомодифицировании температуры выше 160 °С приводит к ухудшению физико-механических свойств фанеры, древесностружечной плиты и фибролита, в то числе и к визуальной потере их товарного вида и прочности. Образцы фанеры и древесностружечных плит расслоились по клеявым соединениям в результате их деструкции, образец фибролитовой плиты приобрел темно-коричневый оттенок и имеет расслоение по границе древесная шерсть-портландцемент. Следует отметить, что единственным материалом, сохранившим свои свойства является древесно-полимерный композит. Вероятно, связано со значительным содержанием в его составе полимера, деструкция которого происходит при больших температурах, чем температура термообработки, и малым содержанием древесины.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование процесса термообработки для изменения свойств готовых композиционных древесных материалов требует более полного и тщательного изучения режимов и методики применения.

#### Список использованных источников

1. Патент № 2453425 Российская федерация, МПК В27К 3/02(2006.01). Способ термической обработки древесины : № 2011101723/13 : заявл. 18.01.2011 :опубл. 20.06.2012 / Сафин Р.Р., Хасаншин

Р.Р., Разумов Е.Ю., Сафин Р.Г., Данилова Р.В., Кайнов П.А., Оладышкина Н.А., Белякова Е.А. – 7 с. : ил. – Текст : непосредственный.

2. Ахметова, Д. А. Обзор исследований по термомодифицированию / Ахметова Д. А., Сафина А. В., Степанова Т. О. – Текст : непосредственный // Вестник Деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – № 4. – с. 28 – 35.

3. Белякова, Е. А. Технология производства текстурированного шпона из термомодифицированной древесины / Белякова Е. А., Бодылевская Т. А., Бодылевский К. А. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. № 22. – с. 21 – 21.

4. Бодылевская, Т.А. Экспериментальные исследования древесно-полимерных композитов на основе термомодифицированной древесины / Бодылевская Т. А., Гарипова А.Ф., Бодылевский К. А., Халитов Р.А. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – №4. – с. 48 – 50.

5. Тимербаева, А.Л. Исследование эксплуатационных свойств листовых композиционных материалов на основе модифицированного древесного наполнителя / Тимербаева А.Л., Хасаншина Р.Т., Сафин Р.Р. – Текст : непосредственный // Вестник Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2017. – №48. – с. 88 – 91.

6. Хасаншин, Р.Р. Исследования эксплуатационных свойств цементно-стружечных плит на основе термически модифицированного древесного сырья / Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Р., Кайнов П.А. – Текст : непосредственный // Журнал известия Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. – 2014. – №4. – с. 298 – 302.

7. Хасаншин, Р.Р. Термическая обработка древесного наполнителя в производстве композиционных материалов / Хасаншин Р.Р., Лашков В.А., Сафин Р.Р., Валиев Ф.Г. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №6. – с. 150 – 154.

УДК 691.11

67.09.41: Древесина и строительные материалы из неё

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ

**Киселева О.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
e-mail: kiseleva\_oa@rambler.ru*

**Маркин И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент  
e-mail: igormarkin09@gmail.com*

Новым и перспективным направлением при расчете и прогнозировании работоспособности (прочности и долговечности) строительных материалов в изделиях и конструкциях в настоящее время является термофлуктуационная концепция разрушения и деформирования твердых тел [1]. Преимуществом которой заключаются в возможности ее использования в широком диапазоне эксплуатационных параметров (температур, нагрузок, наличия внешних сред). Особенно полезным данное направление является для древесных материалов и полимеров, которые чувствительны к изменению температуры [2, 3].

На базе данной концепции была разработана методика, подробно описанная в работах [4, 5]. Она позволяет прогнозировать долговечность древесных материалов, а также проектировать строительные конструкции и изделия, подбирая их сечения с учетом воздействия внешних факторов. Для этого использовались ряд диаграмм и уравнений. Но в основе расчета лежит уравнение для долговечности

$$\tau = \tau_m \exp \left[ \frac{U_0 - \gamma \sigma}{R} (T^{-1} - T_m^{-1}) \right], \quad (4)$$

где  $\tau_m$ ,  $U_0$ ,  $\gamma$  и  $T_m$  – физические константы материала:  $\tau_m$  – минимальная долговечность (период колебания кинетических единиц – атомов, групп атомов, сегментов), с;  $U_0$  – максимальная энергия активации разрушения, кДж/моль;  $\gamma$  – структурно-механическая константа, кДж/(моль×МПа);  $T_m$  – предельная температура существования твёрдого тела (температура разложения), К;  $R$  – универсальная газовая



постоянная, кДж/(моль×К);  $\tau$  – время до разрушения (долговечность), с;  $\sigma$  – напряжение, МПа;  $T$  – температура, К.

В настоящее время в строительстве нашло применение большое количество строительных материалов на основе древесины. Их можно разделить на следующие виды: ДСП, ЦСП, ДВП, OSB-панели, фанера, ламинат, MDF, древесина. Каждый из этих видов в свою очередь классифицируется по плотности и по физическим характеристикам, образующихся вследствие определённого вида нагрузки. Для всех этих материалов в настоящий момент имеются данные по величинам констант, входящим в уравнение (1) и позволяющим прогнозировать долговечность или длительную прочность.

Вследствие такого большого разнообразия материалов у проектировщиком могут возникать сложности в поиске и выборе правильных данных к расчёту. Хорошим решением этой проблемы является автоматизация процесса поиска и выполнения расчёт любого требуемого параметра работоспособности.

Для написания программы был выбран язык программирования Java. Причиной выбора данного языка является кроссплатформенность. После создания приложения на ПК не требуется адаптировать его для других устройств.

Программа на данном этапе состоит из двух частей. Первая часть представляет собой базу данных. В ней хранятся все данные необходимые для расчёта долговечности, прочности и термостойкости материала. Вторая часть представляет собой активную часть программы. Её тоже можно разделить на 2 модуля. Первый отвечает за расчёт требуемой характеристики материала, а второй за взаимодействие с пользователем.

Данные в программе хранятся в нескольких многомерных массивах. Количество массивов равно количеству типов материалов, с которыми работает приложение. Размерность массива зависит от количества характеристик (плотность, тип нагрузки), требуемых для точного определения констант, характеризующих материал.

Вторая часть программы, как уже было выше сказано, состоит из 2 модулей. Модули работают на протяжении всего времени выполнения программы и сменяют друг друга в определённых местах. В момент запуска начинает работу второй модуль, так как необходимы начальные данные, которые задаёт пользователь. К ним относятся тип материала, плотность, вид нагружения, дополнительные физические величины, требуемые для расчёта. Далее начинает работать второй модуль. Сначала происходит поиск в базе данных требуемых характеристик. Для этого в зависимости от типа материала выбирается соответствующий массив. Далее введённым значениям плотности и виду нагружения присваиваются соответствующие индексы и в зависимости от этих индексов производится выбор соответствующих физических констант из базы данных. После происходит расчёт требуемых физических величин. На финальном этапе работы программы работает 2 модуль и выводит полученные результаты в консоль.

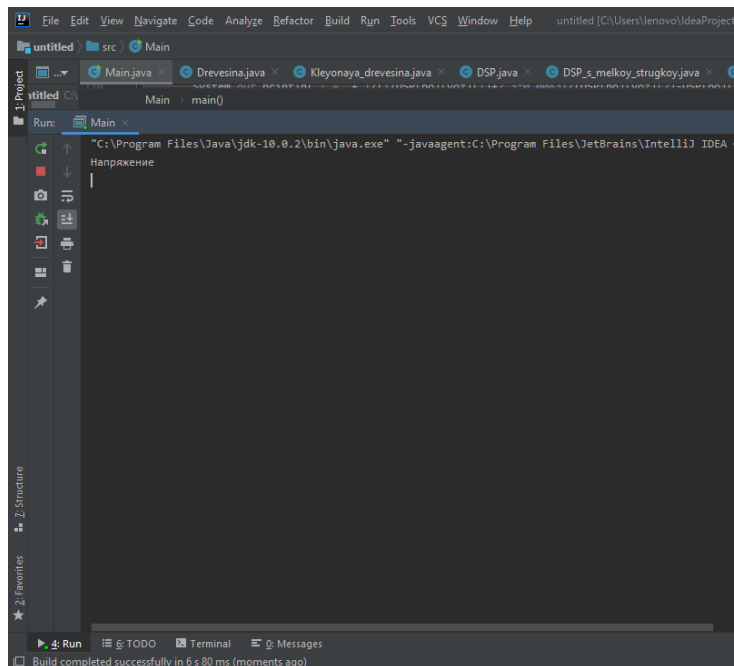


Рисунок 1 – Ввод данные

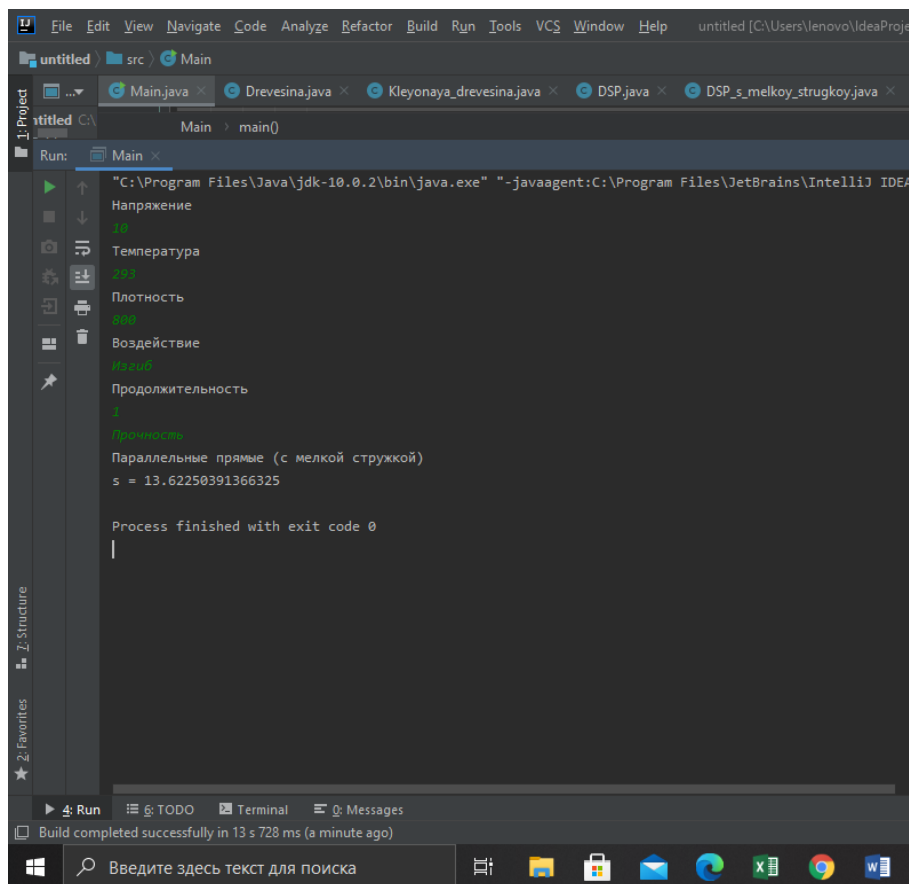


Рисунок 2 – Получение результатов

Полученные данные позволяют прогнозировать долговечность строительных материалов не только в широком интервале положительных температур, но и после воздействия различных внешних факторов.

#### Список использованных источников

1. Ратнер С.Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? / Ратнер С.Б., Ярцев В.П. – М.: Химия, 1992. – 320 с.
2. Ярцев В.П. Физико-технические основы работоспособности органических материалов в деталях и конструкциях / Ярцев В.П. // Дис... д-ра техн. наук: 05.23.05. – Воронеж, 1998. – 350 с.
3. Киселева О.А. Прогнозирование работоспособности древесноволокнистых и древесностружечных композитов в строительных изделиях / Киселева О.А. // Дис... к-та техн. наук: 05.23.05. – Тамбов, 2003. – 205 с.
4. Киселева О.А. Физические основы работоспособности строительных материалов из древесины: монография / Киселева О.А., Ярцев В.П. – Тамбов, 2007. – 236 с.
5. Ярцев В.П. Метод прогноза долговечности и длительной прочности древесины в строительных конструкциях / Ярцев В.П., Киселева О.А. // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2006, № 6. – С. 39-41



**НОВЫЙ СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ФИБРОБЕТОННОЙ СМЕСИ****Трофимов В.И.,**ФГБОУ «Тверской государственной технической университет», доцент кафедры  
«Производство строительных изделий и конструкций»  
e-mail: vitrofa@mail.ru**Желев Н.А.,**ФГБОУ «Тверской государственной технической университет», магистрант кафедры  
«Производство строительных изделий и конструкций»  
e-mail: zhelev.nekit@mail.ru

В настоящее время проектировщики и строители начинают все шире применять новый композиционный материал – фибробетон, представляющий собой матрицу из мелкозернистого бетона, армированной отрезками стальных, минеральных или синтетических волокон.

Повышенное внимание к фибробетону связано с его высокими прочностными характеристиками по сравнению с обычными бетонами: повышенной прочностью на растяжение при изгибе и трещиностойкостью, малой истираемостью и высокой морозостойкостью, а также с более простой технологией изготовления. В качестве сборных конструкций из фибробетона изготавливают: стеновые камни и панели, перегородки, плиты покрытий и перекрытий, дорожные и аэродромные плиты, балки, колонны, лотки и каналы, сваи, конструкции тонкостенной несъемной опалубки, трубы, кольца смотровых колодцев, разнообразные пространственные конструкции и др.

Особое внимание отечественными и зарубежными учеными уделялось вопросам проектирования составов фибробетонов с заданными свойствами, а также влиянию различных по виду и геометрическим размерам фибры на свойства фибробетонов, расширению номенклатуры применяемых материалов для изготовления фибробетонов и разработке новых технологических приемов изготовления фибробетонных изделий.

Большой вклад в разработку теоретических основ получения фибробетона, в частности, сталефибробетона внесли ученые Г.И. Бердичевский, И.В. Волков, Ф.А. Гофштейн, К.М. Королев, О.В. Коротышевский, Л.Г. Курбатов, И.А. Лобанов, Ф.Н. Рабинович, В.П. Романов, К.В. Талантовой, Г.К. Хайдуков, Г.А. Шикун, В.В. Шугаев, Ф.Ц. Янкелович и др. Выполненные ими исследования доказали, что дисперсное армирование повышает сопротивляемость нагрузкам особенно в слабых местах – растянутых и изгибаемых элементов конструкций. При этом повышается трещиностойкость, износостойкость, ударная вязкость и другие важные физико-механические показатели, особенно необходимые для бетонов, работающих в сложных природно-климатических условиях строительства.

Одним из важных вопросов повышения эффективности технологии фибробетонов является вопрос приготовления однородных смесей.

Известен способ приготовления фибробетонной смеси путем отдельного дозирования компонентов смеси: вяжущего (например, цемента), мелкого и крупного заполнителей, фибры, воды и последующего приготовления смеси, для чего сначала перемешивают всухую песок с заполнителем и затем вводят требуемое количество предварительно просеянных через сито фибр. После этого в смесь добавляют цемент и воду или сначала цемент, а затем воду с добавками и продолжают перемешивание до получения однородного состава бетонной смеси [1, с. 67].

Недостатком известного способа являются сложность дозирования фибры, за счет ее волокнистости, что снижает точность дозирования, а также сложность получения однородной смеси при перемешивании, за счет комкования фибры. При этом в процессе дозирования и приготовления смеси происходят потери цемента и повышается запыленность, что ухудшает микроклимат, например, в цехе и окружающую экологию. Кроме этого требуется дополнительное устройство по введению фибры [1, с. 67-68], что, в целом, снижает эффективность использования известного способа.

Известен также способ приготовления фибробетонной смеси, включающий подачу в смеситель минерального вяжущего, мелкого заполнителя, фибры, воды затворения, последующее перемешивание до однородного состояния и выгрузку [2].

Недостатком известного способа является пониженная производительность процесса приготовления фибробетонной смеси за счет использования промежуточных операций по хранению, дозированию и транспортированию фибры, а также низкая однородность получаемой смеси за счет комкования фибры в процессе перемешивания ее компонентов.

Предложен также способ приготовления фибробетонных смесей, включающий подачу и принудительное перемешивание в два этапа в смесителе ее компонентов, на первом из которых подают и принудительно перемешивают мелкий заполнитель с неметаллической фиброй в виде минерального волокна, а на втором этапе в приготовленную на первом этапе смесь компонентов вводят минеральное вяжущее [3].

Недостатками указанного способа являются недостаточная точность его дозирования и неоднородность приготовленной фибробетонной смеси, сложность реализации способа за счет выполнения трудоемкой операции по дозированию, а также образование потерь и запыленность с точки зрения экологии при дозировании и перемешивании, что снижает эффективность способа.

Учеными Ф.Н. Рабиновичем, В.Ф. Исаковым, Ю.В. Фроловым, В.Н. Астаховым и А.М. Берко был предложен оригинальный способ приготовления фибробетонной смеси путем предварительного увлажнения волокон, их замораживания с последующим измельчением на гранулы и введением в бетонную смесь [4].

Недостатком этого способа является сложность реализации за счет выполнения дополнительных трудоемких операций по увлажнению волокон, их промораживания и измельчения, что снижает эффективность его применения.

В целом можно выделить несколько серьезных недостатков при приготовлении фибробетонной смеси по общепринятым технологиям:

- сложность дозирования фибры, особенно волокнистой и мягкой, что сказывается на точности ее отмеривания;

- сложность получения однородной смеси с включением в ее состав фибры в процессе перемешивания – возможность комкования с образованием «ежей»;

- формирование окружающей среды с повышенной запыленностью от используемого вяжущего.

Учитывая выявленные недостатки существующих способов приготовления фибробетонных смесей, было предложено новое техническое решение, позволяющее существенно упростить технологию приготовления фибробетонной смеси, добиться большей степени ее однородности и улучшить санитарно-гигиенические условия труда [5].

Поэтому целью настоящего предварительного исследования являлось разработка более эффективного способа приготовления фибробетонных смесей.

Поставленная цель достигается тем, что в отличие от применяемых в настоящее время способах приготовления фибробетонных смесей, где выполняют операции по отдельному дозированию компонентов смеси: вяжущего (например, цемента), мелкого и крупного заполнителей, фибры, воды и последующего перемешивания, в предлагаемом способе фибру и цемент вводят в смесь вместе - в виде готовых дозированных растворимых фиброцементных гранул с конкретным содержанием в них фибры.

Введение фибры и цемента в смесь вместе - в виде готовых дозированных растворимых фиброцементных гранул с конкретным заданным содержанием в них фибры позволяет, во-первых, при использовании не сыпучего цемента, а цемента в виде гранул, добиться практически отсутствия потерь и запыленности с точки зрения экологии в процессе транспортировки, дозирования и перемешивания, во-вторых, вместо выполнения двух операций дозирования – отдельно цемента и отдельно фибры использовать при приготовлении смеси только одну операцию по дозированию фиброцементных гранул, в-третьих, более удобно дозировать, особенно при небольших объемах работ, а также не требуются дополнительные устройства по введению и хранению фибры, в-четвертых, более точно дозировать гранулы, чем отдельно фибру за счет включения конкретного содержания фибры в готовых гранулах, в-пятых, достигается лучшая однородность смеси – процесс перемешивания осуществляется без комкования за счет возможности более равномерного распределения не волокон - фибры, а гранул в объеме смеси. При этом возникает возможность производства на цементных предприятиях или в условиях малого бизнеса нового рыночного строительного материала – гранулированного фиброцемента и, соответственно, получения дополнительной прибыли что, в целом, повышает эффективность использования нового способа.

Важным условием получения качественной смеси является достижение ее однородности. При этом надо учитывать фактор адгезии тонкодисперсных систем. Известно, что при длительном хранении цемента происходит его слипание и как следствие комкование при приготовлении готовой смеси, а это затрудняет получение однородной смеси. Поэтому важным вопросом при изготовлении фиброцементных гранул является учет адгезионных свойств цемента и влияния степени уплотнения – величины прикладываемой нагрузки прессования при формовании фиброцементных гранул.

Известно, что по степени слипаемости различают четыре группы пыли [6]:

1. Не слипающиеся пыли (сухая шлаковая пыль, зола, кварцевая пыль, глина).
2. Слабо слипающаяся пыли (коксовая, доменная, летучая, сланцевая зола, апатитовая, магнетитовая пыль).

3. Средне слипающиеся пыли (влажная магнезитовая, металлическая, мучная, торфяная пыль, колчедан, оксиды свинца, цинка, олова, торфяная зола, сухой цемент, сажа, сухое молоко).

4. Сильно слипающиеся пыли (цементная, гипсовая, алебастровая пыли, нитрофоска, двойной суперфосфат, волокнистые пыли (шелк, хлопок, асбест),

Размер частиц менее 10 мкм.)

Как видно из четырех групп, различаемых по слипаемости применяемых (различных) пылеватых материалов, наименьшую степень слипаемости имеют сухая шлаковая пыль, зола, кварцевая пыль и глина.

Учитывая, что тонкодисперсный шлак присутствует в шлакопортландцементе, можно считать, что последний будет в меньшей степени проявлять склонность к слипанию, чем портландцемент.

Новый способ приготовления фибробетонной смеси реализуется следующим образом.

Технологический процесс приготовления фибробетонной смеси начинают с операции дозирования, входящих в нее компонентов: цемента, заполнителя, фибры, добавки и воды с последующим изготовлением на их базе фиброцементных гранул с заданным в них содержанием фибры и, если требуется, то и необходимой добавки.

Так как по предлагаемому способу цемент и фибра, а также добавка вводится в смесь вместе - в виде заранее приготовленных фиброцементных гранул, то отдельное дозирование указанных компонентов не требуется, а производится дозирование уже изготовленных фиброцементных гранул, а также заполнителя, например, песка и воды.

При этом фиброцементные гранулы с включением добавки могут быть изготовлены методом прессования согласно, например, разработке [7].

После дозирования компонентов смеси их загружают в смеситель и производят перемешивание для получения готовой фибробетонной смеси.

Проверка работоспособности нового способа была выполнена на двух видах фиброгранул.

Была выполнена проверка способа с применением небольших фиброцементных гранул диаметром 12 мм, изготовленных на прессе П-10 из сухой смеси, включающая шлакопортландцемент и стеклянную фибру длиной волокон 2,5 мм в количестве 5% к объему гранулы. Шлакопортландцемент был выбран из условия, что шлак, зола и др. вещества снижают слипаемость цементных частиц [6]. После изготовления сухих фиброцементных гранул готовилась растворная смесь при соотношении фиброцементных гранул и кварцевого песка как 1:3 с модулем крупности  $M_k = 1,5$ . Водоцементное отношение задавалось 0,6. Растворная смесь приготавливалась с использованием ручного миксера. В процессе перемешивания гранулы разрушались в водной среде без комкования. При этом не наблюдалось образования цементной пыли.

Также для проверки работоспособности нового способа приготовления фибробетонной смеси готовились более крупные модельные цилиндрические образцы – гранулы диаметром 50 мм и высотой 40-60 мм различного состава.

На первом этапе приготавливалась готовая фибробетонная смесь по общепринятой технологии – из отдельных компонентов: цемента, фибры и воды, для чего необходимо было провести дозирование каждого компонента. Смесь и образцы готовились вручную. Испытания на раздавливание образцов выполнялись на прессе, результаты которых визуальнo показали, что имеются отдельные неоднородности в структуре бетона.

На втором этапе исследований реализовывалась новая технология, для чего вначале формовались фиброгранулы из сухой смеси: шлакопортландцемента и фибры и для сравнения - из одного шлакопортландцемента (рис. 1).

Готовились составы с различной фиброй: полипропиленовой и новой фиброй – композитные микросетки, обладающие большей площадью микроармирования, длиной 8 мм и шириной – 1,5 мм (рис. 2) [8, 9].

а)



б)



Рисунок 1. Образцы – гранулы: а) - без фибры и с фиброй – композитной микросеткой и без фибры; б) - с полипропиленовой фиброй

Приготовление фибробетонной смеси из готовых фиброгранул выполнялось с помощью миксера. Из приготовленной бетонной смеси формовались кубики, после твердения которых, производилось их раздавливание на прессе. Визуальный осмотр разрушенных образцов не выявил неоднородностей, связанных с включением фибры.



Рисунок 2. Образцы композитной жесткой фибросетки

Использование гранулированного цемента с включением фибры с конкретным ее содержанием позволяет использовать более простой, менее энергоемкий бетоносмеситель гравитационного типа вместо скоростного и более энергоемкого смесителя принудительного перемешивания, который вынуждены использовать для предотвращения комкования фибры с целью достижения необходимой однородности фибробетонной смеси. При этом в конструкции бетоносмесительной установки не нужны два бункера и два дозатора, как в принятых технологиях. Основные компоненты уже заданы в определенной пропорции в каждой грануле. Для получения готовой фибросмеси гранулы дозируются и подаются в смеситель, куда подаются отдозированный песок и вода.

Эффективность реализации способа получения фибробетонной смеси во многом зависит от рационального выполнения основных операций, оптимального количества этих операций с учетом характера вредного воздействия на окружающую среду пыли.

Поэтому способ приготовления фибробетонной смеси на основе гранулированного фиброцемента может быть использован более эффективно как с точки зрения экономической, так и экологической, т.е. реализовываться более эффективно, чем в известных технологиях, так как вся новая технологическая цепочка обеспечивает возможность более качественного получения готовой фибробетонной смеси.

Таким образом, разработан новый способ приготовления фибробетонной смеси, эффективность которого складывается из следующих факторов:

- отказ от выполнения операции и, соответственно, аппаратов по дозированию фибры, при этом более удобно дозировать гранулы, особенно при небольших объемах работ;
- вместо выполнения двух операций дозирования – отдельно цемента и отдельно фибры используется только одна операция по дозированию фиброцементных гранул;
- отсутствие потерь и исключение запыленности с точки зрения экологии при выполнении операций по расфасовке, транспортировке, дозированию и др.;
- отказ от использования энергоемких скоростных смесителей;
- возможность использования упрощенной технологии быстрого приготовления фибробетонной смеси;
- возможность достижения более высокой однородности фибробетонной смеси, при этом процесс перемешивания осуществляется без комкования за счет более равномерного распределения гранул в объеме смеси;
- возможность обеспечения более комфортных санитарно-гигиенических условий работы, качественного и быстрого выполнения ремонтно-реставрационных работ в помещениях с высокими экологическими требованиями по запыленности;
- возможность использования разработанной методики для получения других видов гранулированного вяжущего, например, на основе гипса – гранулированного фиброгипса;
- возможность организации производства экономически выгодных новых видов строительного материала – гранулированного фиброцемента, гранулированного фиброгипса и др.

Предлагаемый способ приготовления фибробетонной смеси был смоделирован и опробован в строительной лаборатории кафедры ПСК ТвГТУ, показал свою работоспособность и возможность быстрой реализации при выполнении строительных и ремонтных работ, что говорит о перспективе эффективного его использования в реальных условиях применения. Особенно рекомендуется к использованию при ремонтно-реставрационных работах в помещениях, где значительная запыленность от цемента не допускается.

#### **Список использованных источников**

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов / Ф.Н. Рабинович // Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография. – М.: Изд-во АСВ, 2004. - 560 с.
2. А. с. СССР 663586. Способ приготовления фиброармированной бетонной смеси / Агапов Н.П., Алексеев Б.А., Беленький В.М. и др. Оpubл. Бюл. № 19, 1979.
3. А. с. СССР 1765018. Способ приготовления фибробетонной смеси / Самодуров В.Н., Петраков Б.И., Оpubл. Бюл. № 36, 1992
4. А.с. 1406134. МПК: С04В 40/00, С04В 14/38. Способ приготовления фибробетонной смеси / Ф.Н. Рабинович, В.Ф. Исаков, Ю.В. Фролов, В.Н. Астахов, А.М. Берко. Оpubл. Бюл. № 2, 1988.
5. Патент РФ 2725054. Способ приготовления фибробетонной смеси / Трофимов В.И., Лёушкин В.Ю., Джабаров А.С. Оpubл. Бюл. № 19, 2020. – 5 с.
6. Электронный ресурс: <https://helpiks.org/1-128612.html>
7. Электронный ресурс: <https://pandia.ru/text/78/013/84539.php>
8. Патент РФ 2490406. Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона / В.И. Трофимов, Э.В. Соколов, Р.И. Лопаков, О.Г. Данилова. Оpubликовано Бюл. №1 , 2013. – 5 с.
9. Трофимов В.И. Мелкозернистый фибробетон на основе полимерных микросеток / В.И. Трофимов, С.А. Фоменко, А.Ю. Крючков // Сб. научных трудов: Инновации и моделирование в строительном материаловедении. – Тверь: ТвГТУ, 2017. – С.112-115.

УДК 691-115

67.09.41: Строительные материалы и изделия. Древесина и строительные материалы из неё.

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ**

**Эскин В.Д.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева», магистрант  
e-mail: vladislaweskin@gmail.com*

**Курбанов М.М.,**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева», магистрант  
e-mail: muhammad\_6767\_95@mail.ru*

**Криворотова А.И.,**

*Сибирский государственный университет науки и технологий  
им. академика М.Ф. Решетнева, к.т.н., доцент  
e-mail: tkmkai@mail.ru*

Для теплоизоляции зданий сегодня используется огромное количество материалов, подавляющее большинство которых принадлежат к классам минераловатных теплоизоляторов (минеральная вата, стекловолно) и газонаполненным материалам (пенополиуретан, экструдированный пенополистирол). И только в последние годы все большую популярность завоёвывают теплоизоляционные материалы, получаемые переработкой неделовой древесины - древесноволокнистая теплоизоляция, древесно-стружечные и цементно-стружечные плиты. Классическими представителями являются - фибролит, арболит, опилкобетон. Но с позиции современных требований они не обладают достаточными теплозащитными свойствами и уровнем гидрофобности. Кроме того, на сегодняшний день нет четких рекомендаций каким должен быть состав, условия и технологии получения эффективных строительных материалов, производимых на основе измельченной древесины и отходов деревообработки[1].

Ежегодно на деревообрабатывающих предприятиях образуется большое количество не используемых древесных отходов. В связи с этим актуальным направлением является выявление возможности изготовления и определение режимов изготовления экологически чистых теплоизоляционных материалов на основе древесных частиц. Под понятие древесных частиц попадает как чистая измельченная древесина, так и отходы древесной биомассы (кора и древесная зелень).

В работе авторов было предложено использовать в качестве связующего компонента для стружечных плит тонкоизмельченные частицы коры хвойных пород древесины высокой влажности [2]. Водная эмульсия коры, полученная в результате процесса диспергации измельченной до размеров древесной стружки коры, смешивается с древесной стружкой стандартных размерно-качественных характеристик [3]. Диспергация древесной коры позволяет повысить её аутогезионные свойства за счет разрушения лигноуглеводной матрицы с получением продуктов, способных к брикетированию и формованию [4]. Для изготовления стружечно-корьевой плиты возможно использовать режимы прессования близкие к режимам прессования традиционных древесностружечных плит. Таким образом, основной задачей исследования было определение оптимального режима прессования стружечных плит на основе коры. Поиск оптимального режима прессования производился согласно В<sup>3</sup> плану. Обработка полученных результатов проводилась в программе *Statgraphics*. Полученные данные приведены на рисунке 1.

OptimizeResponse

Goal: maximize Var\_1  
Optimum value = 1,06783

Factor	Low	High	Optimum
Factor_A	-1,0	1,0	1,0
Factor_B	-1,0	1,0	1,0
Factor_C	-1,0	1,0	1,0

This table shows the combination of factor levels which maximizes Var\_1 over the indicated region. Use the Analysis Options dialog box to indicate the region over which the optimization is to be performed. You may set the value of one or more factors to a constant by setting the low and high limits to that value.

Рисунок 1 – Результаты оптимизации режима прессования древесно-корьевых плит в программе *Statgraphics*

Для дальнейших исследований был принят следующий режим прессования:  $P_{уд} = 1,4$  МПа,  $\tau_{уд} = 2,5$  мин/мм,  $T = 180$  °С. Так как связующим компонентом в разрабатываемых плитах является водная эмульсия диспергированной коры необходимо определить степень ее влияния на прочностные свойства плиты. С целью выявления влияния соотношения компонентов на физико-механические свойства стружечной плиты был проведен однофакторный эксперимент. Количество тонкоизмельченной коры варьировалось от 20 % до 60%. Уровни варьирования выбранного фактора представлены в таблице 1.

Таблица 1

Факторы и уровни варьирования

Наименование фактора	Обозначение	Уровни варьирования		
		верхний	основной	нижний
		+1	0	-1
Количество связующего, %	P/X <sub>1</sub>	60	40	20

На рисунке 2 представлена зависимость прочности при статическом изгибе образцов от содержания связующего компонента.



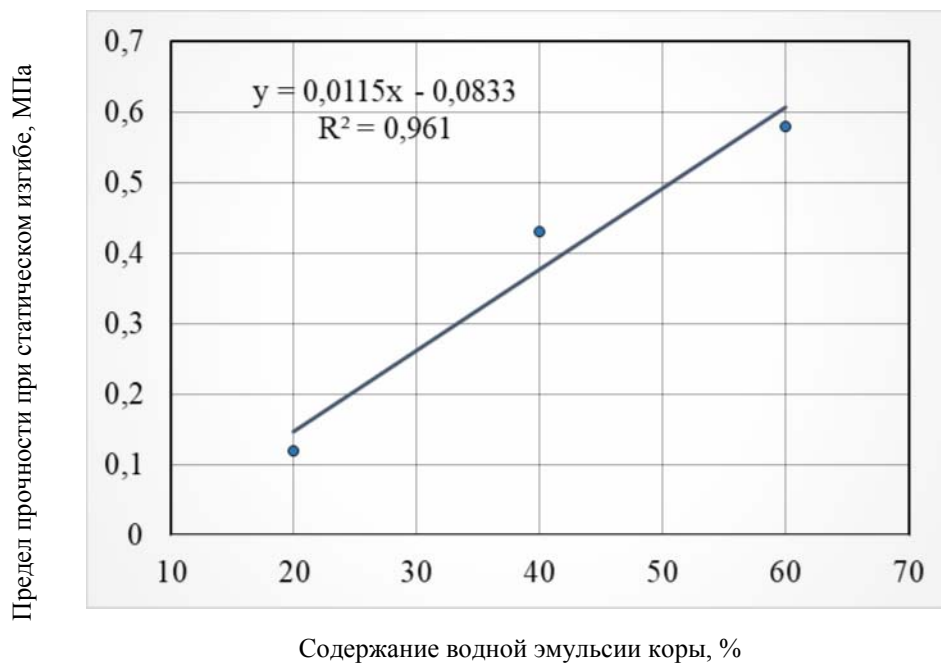


Рисунок 2 – Предел прочности при статическом изгибе в зависимости от содержания связующего компонента

С увеличением содержания водной эмульсии коры в стружечной смеси наблюдается увеличение прочности изготавливаемых образцов, однако одновременно с этим возрастает количество брака в прессуемых плитах. При этом изменение параметров режима прессования стружечной композиции на процент брака практически не влияет. Образующийся брак объясняется значительным возрастанием парогазового давления в прессуемом стружечном пакете за счет излишков влаги, вводимой в пакет вместе с эмульсией коры. При уменьшении содержания диспергированной коры меньше 20 % наблюдается уменьшение эффекта «склеивания» стружки за счет уменьшения взаимодействия с эмульсией коры. Образцы расслаиваются, теряют формоустойчивость.

На рисунке 3 представлена плотность образцов изготавливаемого материала в зависимости от исходного количества компонентного состава. Для увеличения плотности образцов изготавливаемого материала производилось увеличение массы компонентов при их постоянном соотношении. Плотность образцов изменяли от 220 до 400 кг/м<sup>3</sup>.

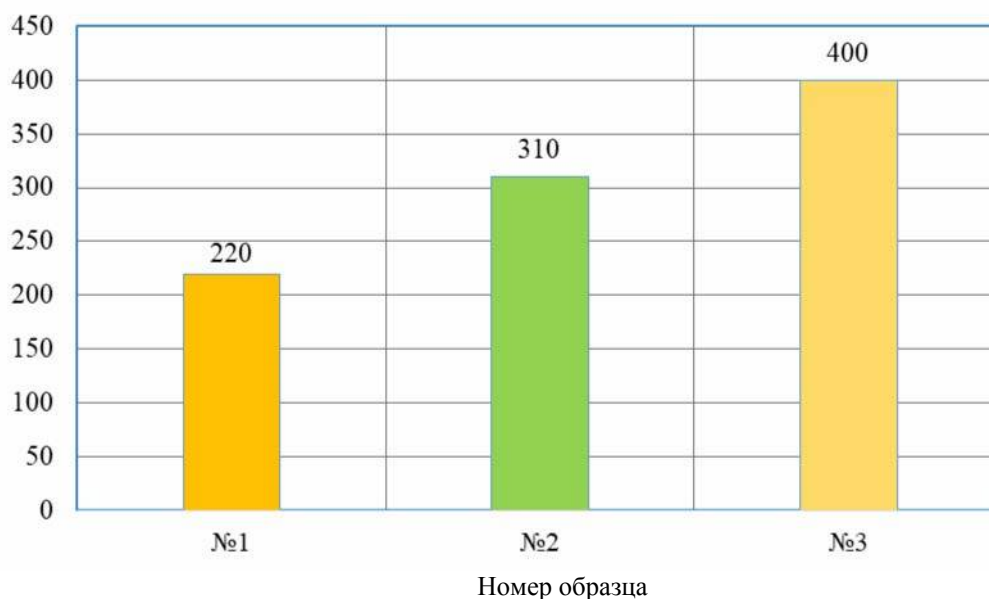


Рисунок 3 – Плотность образцов стружечно-корьевой плиты

На рисунке 4 представлено изменение коэффициента теплопроводности образцов в зависимости от их плотности. Как видно из представленной гистограммы с увеличением плотности коэффициент теплопроводности увеличивается. На рисунке 4 представлена гистограмма изменения водопоглощения образцов. Водопоглощение теплоизоляционных материалов характеризуется количеством воды, которое поглощает сухой материал при выдерживании в воде, отнесённым к массе сухого материала.

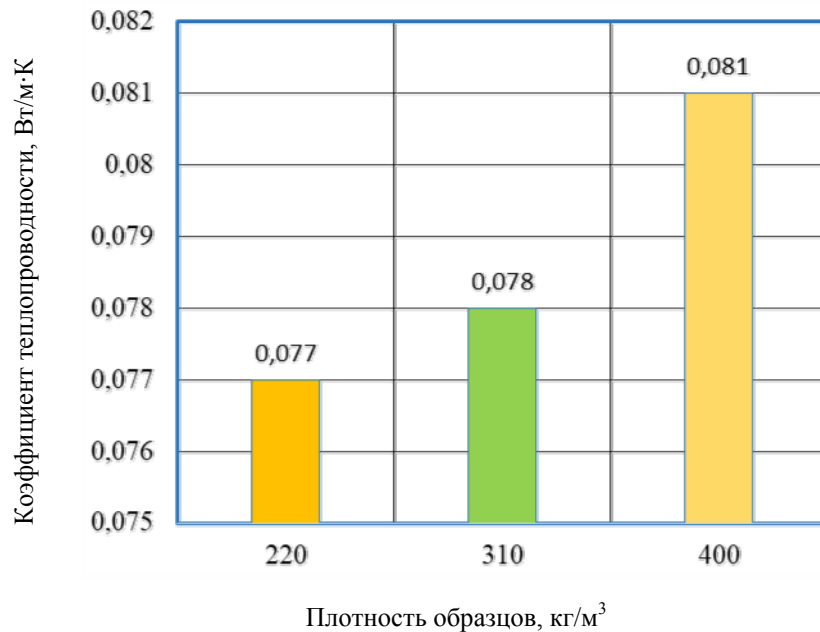


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента теплопроводности стружечно-корьевой плиты от плотности

Испытания показателя водопоглощения проводились непосредственным погружением образцов в воду. Как видно из гистограммы все образцы обладают значительным показателем водопоглощения за 2 ч. С увеличением плотности водопоглощение образцов уменьшается. Это связано с уменьшением количества пор в материале. Диспергированные частицы коры обладают низкой гидроscopicностью и смачиваемостью, то есть обладают способностью отталкивать от себя воду. Следует также отметить, что несмотря на значительные показатели водопоглощения высыхание материала при комнатной температуре происходит в течение 20-24 ч, при этом предлагаемый материал сохраняет все исходные свойства.

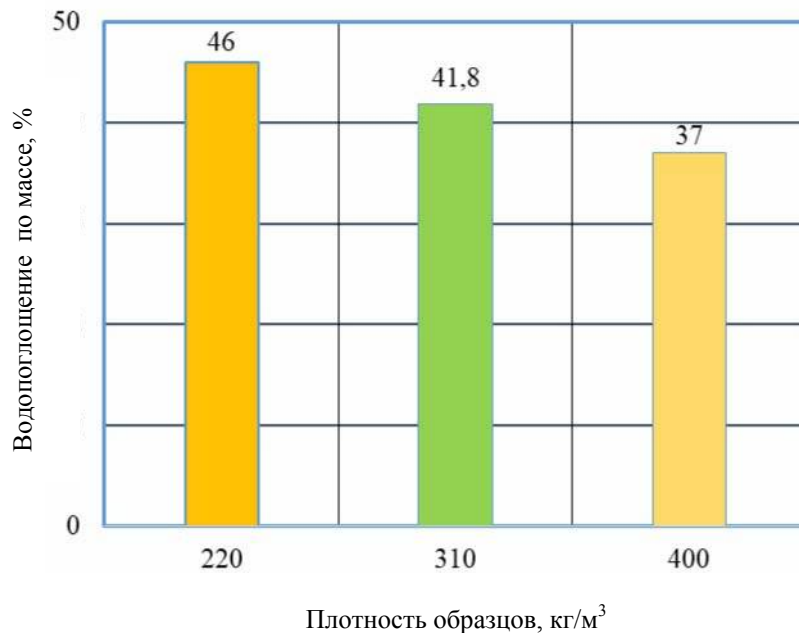


Рисунок 5 – Водопоглощение разработанного теплоизоляционного материала в зависимости от плотности

Значительно снизить водопоглощение данного теплоизоляционного материала возможно при использовании гидрофобных составов, например, путём введения кремнийорганических добавок [5]

В результате проведенных исследований был сделан следующий вывод: материал, отвечающий всем требованиям, получается при плотности образцов от 220 до 400 кг/м<sup>3</sup>. Образцы с данной плотностью обладают низкими показателями коэффициента теплопроводности и водопоглощением, имеют высокую прочность, при этом материал является экологически чистым, а использование коры и некондиционной стружки способствует решению проблемы утилизации древесных отходов на деревообрабатывающих предприятиях.

#### Список использованных источников

1. Высокоэффективный теплоизоляционный материал. – URL :<https://cyberleninka.ru/article/n/vysokoefektivnyy-teploizolyatsionnyy-material-na-osnove-drevesnogo-apolnitelya/viewer>(дата обращения : 28.08.2020). – Текст: электронный.
2. Исследование свойств теплоизоляционной плиты из коры древесины хвойных пород / С. А. Клепалов, В. Д. Эскин, П. В. Штефан, О. А. Усольцев // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки [Электронный ресурс] : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (25–26 апреля 2019 г., Красноярск); СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2019. Режим доступа : <https://www.sibsau.ru/scientific-publication/>.
3. Балабышко А.М. Гидромеханическое диспергирование / А.М. Балабышко, А.И. Зимин, В.П. Ружицкий.– Текст : непосредственный // "Наука".–1998. – с. 330.
4. Перник, А. Д. Проблемы кавитации / А.Д. Перник– Текст : непосредственный // "Судостроение". –1966. – с. 440.
5. Лири О. Применение коры и опилок в качестве сырья для плит / О. Лири– Текст : непосредственный // "Рабочий Тра". – 1965. – № 6. – с. 359-367.

**СЕКЦИЯ 5. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ, АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО,  
БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

УДК 656.02

73.47.23: Организация работы транспортных узлов

**К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ**

**Гуськов А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент  
кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»  
e-mail: tyoma-1@mail.ru*

**Лоншаков А.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры  
«Техника и технологии автомобильного транспорта»  
e-mail: avto@mail.tambov.ru*

**Гавриков В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. экон. наук, доцент  
кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»  
e-mail: gamtby-87@mail.ru*

**Лавриков И.Н.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. экон. наук, доцент  
кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»  
e-mail: lin.555@mail.ru*

**Аннотация:** Рассмотрены проблемы перевозки грузов и транспортно-складской логистики на территории Российской Федерации, проведено исследование объемов перевозок грузов в Центрально-Черноземном районе Российской Федерации, определены направления и задачи обеспечения доступности и конкурентоспособности транспортных услуг, предложено и обосновано создание межрегионального транспортно-складского комплекса на территории Тамбовской области.

**Ключевые слова:** перевозка грузов, транспортно-складской комплекс, транспортная логистика.

Особенность транспорта как отрасли хозяйства заключается в том, что он не производит новой продукции, а только участвует в ее создании, обеспечивая производство необходимым сырьем, материалами и оборудованием. Также транспорт доставляет готовую продукцию до потребителя, что тем самым увеличивает себестоимость продукции на величину транспортных издержек [6].

Полные транспортные издержки в области производства и потребления составляют, примерно 10% от валового продукта страны. Большую долю транспорт занимает в решении социально-экономических проблем. Высокая обеспеченность территории транспортной сетью определяет привлечение производства, населения и инвестиций, служит существенным преимуществом в размещении производственных сил [11].

В таких условиях функция транспорта заключается не только в своевременном обеспечении производства в перевозках, но и в качественном обслуживании поставщиков и потребителей, с учетом растущих и постоянно изменяющихся запросов производства в транспортных услугах [1, 8]. Таким образом, гибкость, умение работать в сложных часто изменяющихся условиях и обеспечивать высокие потребности в перевозках – современные требования, предъявляемые к транспортным системам.

На сегодняшний день для начала формирования полноценной транспортно-логистической системы в Российской Федерации требуется в первую очередь проведение целенаправленной государственной политики в сфере развития транспортных узлов [10]. Возникает необходимость формирования, научного обеспечения решения проблемы повышения эффективности транспортной системы страны [3], и, в первую очередь, ее транспортных узлов [2]. Это может быть достигнуто за счет формирования научных школ национального уровня и методов теоретических и практических исследований в области логистики, расширения системы подготовки профессиональных логистов в вузах страны, систематизацией на научной основе органами власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления работы по развитию транспортных узлов регионального и местного значения [9].

В настоящее время остро встает вопрос оснащенности и морального устаревания материально-технической базы складских комплексов. Следует тщательно проанализировать сложившуюся ситуацию для дальнейшей разработки методов повышения эффективности и качества работы данной отрасли. Большинство существующих сооружений спроектированы и построены во времена Советского Союза, следовательно, они ориентированы на объемы производства плановой промышленности, и не могут в полной мере удовлетворить потребность современной, быстроразвивающейся рыночной экономики. Те технические средства, которые были установлены на терминалах того времени, уже давно выработали свои производственные мощности, многие из них пришли в негодность и восстановлению не подлежат. Так же материально-техническая база многих предприятий не отвечает международным требованиям и стандартам, вследствие чего затрудняется процесс наращивания торговли с другими странами. Все это негативно сказывается на темпах развития рынка [5].

Основным фактором, тормозящим развитие данной отрасли, является недостаточность основных фондов. Но в то же время присутствует иная проблема – разрозненность транспортно-складского фонда, которая до сих пор является огромной помехой для всеобщего внедрения средств автоматизации, исключению вовлеченности ручного труда, повышению экономической рентабельности услуг складирования.

Сопутствующей проблемой является вопрос слабоотлаженной структуры организации и ведения хозяйства (несоответствие количественного соотношения складских помещений по объему и виду хранящихся грузов). Также, зачастую на стадии проектирования и строительства сооружений неверно выбирается географическое расположение комплексов, и внутри территориальное взаиморазмещение их составляющих частей, что, в свою очередь приводит к неэффективному использованию мощностей терминалов. Особо остро встает проблема вовлеченности в производственный процесс имеющегося складского фонда. Главными причинами образования данной проблемы становятся следующие факторы:

- слабая или отсутствующая технологическая продуманность процесса приемки, хранения, переработки и дальнейшей отправки поступающего на склад груза;

- нерациональный подход к задачам заблаговременной подготовки грузовых мест (пакеты, мешки, пачки) к отправке, а также оформления необходимых документов для дальнейшего перемещения грузов к грузополучателю;

- отсутствие необходимой материально-технической базы (погрузо-разгрузочные машины, вспомогательное, технологическое оборудование), что, в свою очередь приводит, к неполному использованию полезной площади;

Недостаточное оборудование транспортно-складского хозяйства новейшими автоматизированными системами погрузки-разгрузки, средствами дальнейшего хранения грузов, является долговременной проблемой, пришедшей еще из XX века. Эти факторы существенно тормозят развитие отрасли и в настоящее время. Особенно негативно сказывается неэффективное использование существующего транспортного оборудования, предназначенного для приемки и отправки грузового транспорта. Основными причинами становятся [4]:

- несоблюдение установленных правил по размещению погрузо-разгрузочных механизмов в доставке и заборе грузов (ричстакеры на контейнерных площадках, вилочные погрузчики в разгрузочных воротах и т.д.);

- нарушение технологии организации производства, когда должна четко прослеживаться завершенность процесса. Вся поступающая продукция должна быть подготовлена к отправке, упакована, опломбирована, а комплекс подготовлен к доставке нового товара и сырья, для дальнейшей обработки;

- низкая эффективность использования погрузо-разгрузочного оборудования, графика и режима его работы.

Организация складского комплекса или же приобретение готового помещения влекут за собой дополнительные затраты и содержат в себе определенные экономические риски. Но, при этом стоит отметить, что таким образом удастся достичь максимального сокращения расстояния до заказчика, минимизировать расстояние перевозки одной тонны груза, а также привлечь новых клиентов, заинтересованных в услугах терминального комплекса.

Должное внимание стоит уделить местам хранения и организации грузовых мест. Стеллажи должны быть оборудованы таким образом, чтобы работа погрузочных машин была максимально четкой и быстрой. Также конструкция рассчитывается исходя из характера хранимого сырья и продукции, чтобы не допустить ее преждевременный износ и выход из строя. Не может быть допущено повреждение груза или упаковки в процессе хранения или работ по погрузке-разгрузке по вине технологического оборудования.

Большая часть из крупных комплексов федерального уровня расположены в Европейской части России, и тяготеют к двум крупнейшим городам: Москве и Санкт-Петербургу. По данным исследова-

ний, в настоящее время в нашей стране эксплуатируется около 30 млн. м<sup>2</sup> складских помещений. Но основное предложение на рынке складских услуг приходится на Московскую и Ленинградскую области – 56% и 13% соответственно.

Анализируя данные о количестве складов на региональном рынке (рисунок 1) предлагается проектирование будущих терминальных систем в перспективных регионах. Экономическим обоснованием является:

- сокращение расходов на эксплуатацию, так как, к примеру, ближе к Москве они возрастают;
- привлечение дополнительной клиентской база, активно развивающей производство в регионах;
- обеспечение сохранности перевозимых грузов, когда ответственность за безопасность перевозочного процесса разделяется в полной мере между компаниями заказчиками и исполнителями;
- ускорение процесса доставки товара и оборачиваемости материального потока, что является, наряду с безопасностью основным критерием качества логистической деятельности;
- снижение арендной ставки, для повышения привлекательности проектов.

## Основные складские регионы России

доля на региональном рынке складов, %



Рисунок 1 – Основные складские регионы России

Следует отойти от шаблонных схем расположения складских систем вокруг столичного региона. Основной логистической сети страны должны стать терминалы малой и средней мощности, вблизи населенных пунктов с населением порядка 250-300 тыс. человек. Такие комплексы будут обслуживать отдельно взятый регион и соседние области, что позволит сократить «плечо доставки», которое в настоящий момент в регионах составляет, порядка 250 км, что, в первую очередь сказывается на качестве и конечную стоимость товара.

Для успешного решения указанных задач было проведено исследование объемов перевозок грузов автомобильным и железнодорожным транспортом в Центрально-Черноземном районе Российской Федерации. Наибольший объем грузовых перевозок совершается в Белгородской области. Однако самый высокий прирост в процентном отношении по сравнению с предыдущим годом наблюдается в Тамбовской области (на 139,4%). Лидером по грузообороту является также Белгородская область, а Тамбовская область показывает наилучший рост грузооборота – на 116,4%. В целом стоит отметить стабильный рост в Тамбовской области всех показателей работы автомобильного транспорта (см. таблицу 1).



Статистические данные по перевозке грузов в Центрально-Черноземном районе

Наименование показателя	Тамбовская область	Белгородская область	Воронежская область	Курская область	Липецкая область
Объем перевозок грузов автомобильным транспортом организаций всех видов деятельности, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, тыс. тонн	22961,6	34554,0	24830,0	17012,3	26953,3
в % к соответствующему периоду предыдущего года	139,4	109,7	97,4	102,9	104,0
Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, млн. т-км	1454,8	1974,0	1284,2	489,2	541,7
в % к соответствующему периоду предыдущего года	116,4	103,9	109,2	106,3	98,4

На территории Тамбовской области объем перевозок грузов автотранспортом предприятий и организаций всех видов деятельности (без субъектов малого предпринимательства) в 2018 г. составил 23,0 млн. тонн, и возрос по сравнению с 2017 г. на 39,4%. Основной объем грузовых перевозок приходится на предприятия строительства (49,9%), сельского и лесного хозяйства (37,0%), обрабатывающих производств (7,0%), транспорта и связи (4,0%). Наибольшее увеличение объемов грузовых перевозок по сравнению с 2017 г. на предприятиях и организациях строительства – на 90,8%, оптовой и розничной торговли – на 85,5%, сельского и лесного хозяйства на 35,6%, государственного управления и обеспечения военной безопасности – на 23,7%, производства и распределения электроэнергии, газа и воды – на 17,4%.

Наибольшее снижение объемов перевозок грузов отмечено на предприятиях и организациях обрабатывающих производств (на 46,8%), образования (на 43,9%), здравоохранения (на 42,8%) и гостиниц и ресторанов (на 10,6%). Коммерческий и некоммерческий грузооборот предприятий возрос на 16,4% по сравнению с 2015 г. и составил 1454,8 млн. т-км.

Проведенный анализ объемов перевозок и грузооборота в областях Центрально-Черноземного района (ЦЧР) показывает, что имеют место существенные затраты на преодоление больших расстояний при транспортировке грузов. Исходя из этого, целесообразным является создание межрегионального транспортно-складского комплекса на территории Тамбовской области. Это будет способствовать снижению экономических затрат, сокращению средней дальности перевозок. Географическое расположение области позволит использовать транспортно-складской комплекс соседними областями в качестве перевалочного пункта. Через Тамбовскую область проходит целый ряд крупных транспортных путей: юго-восточная железная дорога, связывающая весь Центрально-Черноземный район, автомобильная дорога Р-22 «Каспий» и другие. Кроме всего прочего стоит учитывать, что Тамбовская область равноудалена, как от центральной, так и от южной части Российской Федерации. Это делает область удобным перевалочным пунктом при транспортировке грузов. Также необходимо отметить высокий рост объема перевозок и грузооборота в области по сравнению с другими регионами ЦЧР, что говорит о перспективах Тамбовской области в сфере грузовых автомобильных и железнодорожных перевозок.

Для организации эффективного функционирования транспортно-складского комплекса целесообразно организовать на территории Тамбовской области зоны складирования сельскохозяйственной, оптово-розничной и обрабатывающей продукции.

В работе [7] были определены технико-экономические показатели терминальных систем. На основании полученных результатов рассчитаны объемы работы транспортно-складского комплекса: годовой объем грузопереработки сельскохозяйственной продукции 80 тыс. т., оптово-розничной и обрабатывающей продукции – 220 тыс. т.

Для повышения уровня эффективности работы комплексов, предлагается внедрение разработанного трехгодичного цикла:

1. первый этап:

- принятие показателей эффективности работы склада и сотрудников, введение соглашений с остальными участниками перевозочного процесса об уровне качества обслуживания, настройка документооборота. Эти меры позволят к концу первого отчетного года повысить качество работы от 10% до 50%;

2. второй этап:

- внедрение контроля и учета за затратами компании, подхода к ведению циклического постоянного улучшения процесса доставки грузовых потоков, что в свою очередь, повышает сектор результативности на 80%;

- осуществление ввода в производство механизмов планирования загрузки мощностей складского комплекса, помогающие росту эффективности на 5%;

- предложенные на втором этапе меры позволяют снизить транспортные издержки с 20% до 15%, что является отличным результатом для транспорта;

3. третий этап:

- обновление автоматизированной системы управления до актуальных потребностей рынка;

- сохранение достигнутых на начальных этапах показателей;

- модернизация материально-технической базы, за счет экономии производства.

Основной акцент, в первую очередь, делается на создание, или же реконструкцию терминалов комбинированного типа, на которых одновременно могут располагаться различные типы грузов – насыпные, наливные, штучные. Для этого узкопрофильные склады дооборудуются контейнерными площадками, силосами, ричстакерами, повышающими скорость обработки контейнерной доставки, роботабелерами, работающими автоматически, минимизируя непосредственное участие человека в погрузочно-разгрузочном процессе.

В целом, ориентир на восстановление приостановленных терминальных комплексов, глубокую системную модернизацию действующих складских помещений благотворно скажется на всей логистической отрасли. Благодаря частичному отказу от капитальной застройки, высвобождается достаточное количество инвестиционных средств, которые необходимо направить на дальнейшее развитие всей транспортно-складской отрасли, чтобы привести ее к максимальным показателям эффективности и конкурентоспособности в условиях развития экономики.

Организация единой логистической системы, является первоочередной задачей транспортного сектора. Объединение разрозненных терминальных комплексов в общую мультимодальную цепь, позволит повысить эффективность управления, сократить качественный показатель грузовых перевозок, а именно дальность перевозки одной тонны грузов, благодаря чему существенно уменьшатся перевозочные затраты. Данные меры позволят привлечь большее количество промышленных предприятий, нуждающихся в услугах транспортных компаний, и не имеющих собственную транспортную базу.

Таким образом, создание межрегионального транспортно-складского комплекса на территории Тамбовской области позволит снизить экономические затраты, сократить среднюю дальность перевозок грузов, повысить качество и конкурентоспособность транспортного обслуживания.

#### Список использованных источников

1. Анохин С.А. Автомобильный транспорт как элемент качества жизни, экономики природопользования и экономики устойчивого развития городов // В. И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов: межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 249-254.

2. Власов А.В. Появление, формирование и функционирование транспортно-логистических комплексов // Научный альманах. 2016. № 4-1 (18). С. 55-59.

3. Гавриков В.А., Залукаева Н.Ю. Факторы конкурентоспособности автотранспортного предприятия // Транспортное дело России. 2017. № 5. С. 54-56.

4. Залукаева Н.Ю. Регулирование рынка частных грузоперевозок методом организации единого диспетчерского центра // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Материалы Всерос. заоч. науч.-практ. конф. 2017. С. 404-408.

5. Инфраструктура автотранспортного комплекса [Электронный ресурс]: учебное пособие // С.А. Анохин, Н.Ю. Залукаева, А.А. Гуськов, В.А. Гавриков – Тамбов. Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018.

6. Лавриков, И.Н. Транспортная логистика: учебное пособие // И.Н. Лавриков, Н.В. Пеньшин – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 92 с.

7. Лоншаков А.А. Экономическая эффективность терминальных систем в логистике // Техника и технология транспорта. 2019. № 3 (14). С. 10.

8. Пеньшин, Н.В. Организация автомобильных перевозок: учебное пособие // Н.В. Пеньшин, А.А. Гуськов, Н.Ю. Залукаева – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 80 с.

9. Правдин Н.В., Числов О.Н. О рациональном размещении промышленных предприятий и транспортно-складских систем в узлах // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2009. № 1 (33). С. 91-101.

10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р «Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года».

11. Резер А.В. Проблемы развития транспортно-логистического комплекса // Транспортное дело России. 2010. № 12S. С. 146-148.

УДК 625. 851

67.13.69: Строительно-дорожные и путевые работы

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИТЫХ СМЕСЕЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

**Зарапина Л.С.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант*

*e-mail: lyubov.guseva.2012@bk.ru*

В настоящее время существует большое разнообразие асфальтобетонных смесей применяемых для устройства асфальтобетонных покрытий различного назначения. Все они имеют свои преимущества и недостатки и определяют область их применения.

Одной из разновидностей асфальтобетонов является литой асфальтобетон – которая представляет собой рационально подобранную смесь вязко-текучей консистенции с минимальным содержанием воздушных пустот. Смесь состоит из минеральной части (щебня, песка и минерального порошка) и битумного вяжущего, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии. Укладка смеси проводится без уплотнения, при этом температура смеси должна быть не менее 190°С [1].

Отличительной особенностью литых асфальтобетонных смесей является то, что все межзерновые поры в нем заполнены асфальтовым вяжущим веществом. При этом отношение Б/П несколько больше, чем в вяжущем веществе обычного асфальтобетона. После укладки массы и ее уплотнения в монолите практически отсутствуют остаточные поры и пустоты, поэтому покрытия из него более водонепроницаемые. Именно эта особенность делает литой асфальтобетон менее устойчивым к пластическим деформациям [2].

Для борьбы с этим недостатком при приготовлении смеси используют битумы повышенной вязкости или битумы с ПБВ. Производство такого асфальтобетона возможно только при повышенных температурных режимах (180-220 °С). Повышенная температура при приготовлении обеспечивает так же требуемую технологическую подвижность литой смеси.

Сложность технологических процессов приготовления смеси и вязко-текучая консистенция готовой литой смеси требует особого внимания к подбору гранулометрического состава смеси и недопущению ее сгустации в процессе транспортировки. Поэтому возникает необходимость непрерывного перемешивания смеси с одновременным ее подогревом во время транспортирования от асфальтобетонного завода на стройплощадку. Литые асфальтобетонные смеси, чаще всего, доставляют к месту производства работ в специальных смесителях-миксерах (кохерах).

Свойства литой асфальтобетонной смеси и литого асфальтобетона регламентируются ГОСТ Р 54401-2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси литые асфальтобетонные дорожные горячие и асфальтобетон литой дорожный. Технические условия». Согласно ему, в зависимости от номинально максимального размера применяемого минерального заполнителя смеси литые и асфальтобетон литой подразделяют на 9 типов (ЛА16Н, ЛА16Т, ЛА16Э, ЛА11Н, ЛА11Т, ЛА11Э, ЛА8Н, ЛА8Т, ЛА4).

Помимо ГОСТ имеется ряд других документов, определяющих требования к литым асфальтобетонным смесям. Например, согласно ТУ 5718-002-04000633-2006 «Смеси литые асфальтобетонные и литой асфальтобетон» и «Руководства по применению литых асфальтобетонных смесей при строительстве и ремонте городских автомобильных дорог» (1998 г), литые асфальтобетонные смеси разделяются на 5 типов в зависимости от их назначения (I, II, III, IV, V)

Таблица 1

## Типы литого асфальтобетона по ГОСТ Р 54401-2020

Тип литого асфальтобетона по ГОСТ	Наибольший размер заполнителя, мм	Содержание вяжущего, % по массе	Температура смеси при приготовлении и укладке, °С	Область применения
ЛА 16 (Н, Т, Э)	22,4	6,2-8,5	190-230- при применении битумов с индексом пенетрации 36-70 190-220 - при применении битумов с индексом пенетрации 71-100 200-215 – при применении ПБВ Для смесей с пониженной температурой укладки укладка производится при температуре 170-190 °С	Для нижних слоев покрытия и для слоев гидроизоляции (вид Н), для верхних слоев покрытия и слоев износа (вид В), для ямочного ремонта
ЛА 11(Н, Т, Э)	16	6,5-9,5		
ЛА 8(Н, Т)	11,2	7,2-9,5		
ЛА 4	5,6	8,5-11,0		Пешеходные и велосипедные дорожки

Таблица 2

## Типы литого асфальтобетона согласно ТУ 5718-002-04000633-2006

Тип литого асфальтобетона	Наибольший размер заполнителя, мм	Массовая доля асфальтового вяжущего вещества, % по массе	Температура смеси при приготовлении/ укладке, °С, при температуре воздуха, °С			Область применения
			>10	10-5	<5	
I	15	25-30	220-240/220	220-240/220	-	Строительство и капитальный ремонт покрытий автомобильных дорог
II	20	20-25	200-220/190	210-230/190	-	
III	40	15-20	200-220/180	210-230/180	-	Строительство оснований дорожных одежд
IV	5	17-23	165-180	175-185	до 210	Тротуары
V	20	22-28	180-200	190-210	до 220	Ямочный ремонт

Согласно СТО НОСТРОЙ 2.25.39-2011 «Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 4 Устройство асфальтобетонных покрытий из литого асфальтобетона» и СТО Союздорстрой 2.1.3.1.3.4-2012 «Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 4 Устройство асфальтобетонных покрытий из литого асфальтобетона» литые асфальтобетонные смеси делятся на 6 марок: ЛА20 А, ЛА15 А, ЛА10 А, ЛА20 Б, ЛА15 Б, ЛА10 Б.

В настоящее время разработаны правила устройства асфальтобетонных покрытий из литой смеси.

Согласно СТО НОСТРОЙ 2.25.39-2011 «Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 4 Устройство асфальтобетонных покрытий из литого асфальтобетона» и СТО Союздорстрой 2.1.3.1.3.4-2012 «Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 4 Устройство асфальтобетонных покрытий из литого асфальтобетона» устройство покрытий с применением литых асфальтобетонных смесей включает в себя 4 основных этапа:

Подготовительные работы, в том числе организация дорожного движения, обработку поверхности битумной эмульсией (0,2-0,4 л/м<sup>2</sup>) и установку опалубки.

Приемка и выгрузка доставленной смеси. Доставка смеси к месту укладки производится в специальных машинах термосах-миксерах, при этом максимальное время нахождения смеси в миксере 5 часов.

Укладка смеси. В документе определены температурные диапазоны смеси при укладке (185-230°С), рекомендуемые длины укладываемой полосы в зависимости от температуры окружающей

среды, описан подробный процесс укладки при использовании асфальтоукладчиков на пневмоколесном ходу и финишевом.

Таблица 3

Марки литых асфальтобетонных смесей согласно СТО НОСТРОЙ 2.25.39-2011 и СТО Союздорстрой 2.1.3.1.3.4-2012

Тип литого асфальто-бетона	Наибольший размер заполнителя, мм	Массовая доля асфальтового вяжущего вещества, % по массе	Температура смеси при приготовлении/ укладке, °С, при температуре воздуха, °С			Область применения
			>10	10-5	<5	
ЛА20 А	20	25-30	190-215- при применении полимерно-битумного вяжущего, 200-220 (210-230) – битума марки БНД 40/60, 210-230 (220-230) – теплоустойчивого битума			Строительство и капитальный ремонт покрытий автомобильных дорог
ЛА15 А	15	27-32				
ЛА10 А	10	30-35				
ЛА20 Б	20	25-30				
ЛА15 Б	15	27-32				
ЛА10 Б	10	30-35				

Распределение и запрессовка черного щебня. Температура щебня при укладке должна быть не ниже 100 °С при температуре покрытия 140-180°С. Запрессовка щебня производится легким катком.

Процесс выполнения работ по текущему ремонту и устройству тротуаров с применением литых асфальтобетонных смесей описан в Руководстве по применению литых асфальтобетонных смесей при строительстве и ремонте городских автомобильных дорог, выпущенном в 1998 году.

Практика применения традиционных литых асфальтобетонных смесей и литого асфальтобетона показала целый ряд их достоинств. В первую очередь к ним относятся:

- высокая плотность и пластичность, что позволяет им хорошо сопротивляться динамическим нагрузкам;
- водонепроницаемость и износостойкость, благодаря чему литой асфальтобетон может применяться при устройстве гидроизоляции на мостовых сооружениях;
- высокая коррозионной стойкостью, устойчивостью к противогололедным реагентам;
- хорошее сцепление с выше и ниже уложенными слоями;
- без уплотнения может достигать максимальную плотность без образования пор (остаточная пористость примерно равна нулю);
- возможность укладки при пониженных температурах;
- возможность устройства покрытий без применения асфальтоукладчика.

Перечисленные преимущества литого асфальтобетона обеспечивают ему широкий спектр возможного применения:

при строительстве, реконструкции, ремонте и капитальном ремонте автомобильных дорог в качестве верхнего, нижнего слоя покрытия или слоя износа;

при строительстве, реконструкции, ремонте и капитальном ремонте искусственных сооружений в качестве защитного слоя гидроизоляции;

при строительстве, реконструкции, ремонте и капитальном ремонте тротуаров в качестве покрытия;

при текущем (ямочном) ремонте покрытия автомобильных дорог

при устройстве покрытий подземных и наземных многоуровневых парковок, кровли зданий используемых для движения автотранспорта.

Несмотря на все достоинства литой асфальтобетонной смеси при устройстве покрытий автомобильных дорог в настоящее время она применяется крайне редко. Основными причинами этого являются:

- высокая стоимость за счет больших энергозатрат при производстве и доставке к месту укладки;
- низкая стойкость к статическим нагрузкам;
- наличие пластических деформаций при эксплуатации.

Учитывая многочисленные достоинства литого асфальтобетона, в настоящее время в мире ведутся большие целенаправленные исследования по изменению свойств смеси, снижению пластических деформации, повышению его экологических характеристик и снижению стоимости материала.

В последние годы исследовано и внедрено в производство большое количество модифицированных составов литых смесей, которые изменяют характеристики традиционного литого асфальтобетона, снижая его недостатки при сохранении положительных качеств.

Ниже приведены несколько примеров таких исследований.

Как известно одной из причин образования пластических деформаций на покрытии их асфальтобетона является их нагревание в летнее время. Асфальтобетон темного цвета интенсивно поглощает солнечные лучи и нагревается до температуры значительно превышающей температуру окружающего воздуха. Один из способов снижения температуры нагрева асфальтобетонного покрытия в процессе эксплуатации был предложен китайскими учеными в 2019 году. Путем введения стеклянных микросфер в состав асфальтобетонной смеси. Была проведена серия испытаний, в результате которых было доказано, что применение стеклянных микросфер снижает теплопроводность асфальтовой мастики на 40%, а коэффициент отражения инфракрасного излучения асфальтовой мастики увеличивает на 60% [4].

Для улучшения работы литого асфальтобетона под воздействием статических нагрузок применяются вязкие битумы марки БНД 40/60 и полимерно-битумные вяжущие (ПБВ). Показано, что это приводит к увеличению температуры приготовления укладки литой асфальтобетонной смеси и удорожанию, как самого материала, так и стоимости устройства покрытий с его применением. Установлено что рост вязкости битума увеличивает сдвигустойчивость, но снижает температурную трещиностойкость (это в значительной степени проявляется на покрытиях из литой асфальтобетонной смеси).

Проводятся исследования свойств литого асфальтобетона с применением асфальтового гранулята и добавки «Sasobit». Доказано, что за счет введения асфальтового гранулята и добавки «Sasobit» в количестве 0,3% от массы вяжущего возможно улучшение физико-механических свойств литого асфальтобетона и снижение температуры приготовления и укладки асфальтобетонных смесей на 20°C [3].

В целом в настоящее время исследования связаны с совершенствованием состава смеси с целью повышения экологических характеристик материала, экономии энергозатрат, снижение температуры его укладки смеси. Одной из важных проблем является снижение сдвигустойчивости смесей за счет подбора оптимального гранулометрического состава смеси, а также увеличение отражающей способности поверхности асфальтобетонного покрытия.

#### Список использованных источников

1. Котляревский А.А. Оценка эффективности ремонта и строительства автомобильных дорог на примере технологии литого асфальтобетон/ А.А. Котляревский, С.А. Королев, В.В. Вовко, Т.К. Акчурин//Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2006. № 6. С. 125-127.
2. Мелик-Багдасаров М.С. Строительство и ремонт дорожных асфальтобетонных покрытий/ М.С. Мелик-Багдасаров, К.А. Гиоев, Н.А. Мелик-Багдасарова. - Белгород.: Константа, 2007.
3. Лупанов А.П. Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства литого асфальтобетона/ А.П. Лупанов, А.С. Суханов, В.В. Силкин, И.О. Козиков, О.Н. Ильина// Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета-2018.-№2. –С. 201-207.
4. Du Yinfei. Incorporating hollow glass microsphere to cool asphalt pavement: Preliminary evaluation of asphalt mastic / Du Yinfei<sup>a</sup>, Dai Mingxin<sup>a</sup>, Deng Haibin<sup>b</sup>, Deng Deyi<sup>b</sup>, Cheng Peifeng<sup>c</sup>, Ma Cong// Construction and Building Materials. 2020 Volume 244.



**РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ В Г. ТЮМЕНЬ****Кунгурцев А.А.,**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», магистр по направлению  
08.04.01 «Строительство»  
e-mail: andrewqer@gmail.com

**Полянская И.Л.,**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», магистр по направлению 08.04.01  
«Строительство», канд. техн. наук, доцент кафедры Проектирования зданий и градостроительства  
e-mail: polyanskaya\_il@inbox.ru

Транспортная инфраструктура в г. Тюмень имеет большое значение для растущего и развивающегося города Западной Сибири. Основой развития всех экономических секторов города и области является решение по переустройству и оптимизации всех транспортных узлов.

Особенность ее развития заключается в том, что рост количества транспортных средств значительно превышает развитие инфраструктуры (пути сообщения, технические сооружения, инженерные сети, коммуникации и т.д.) - рисунок 1.

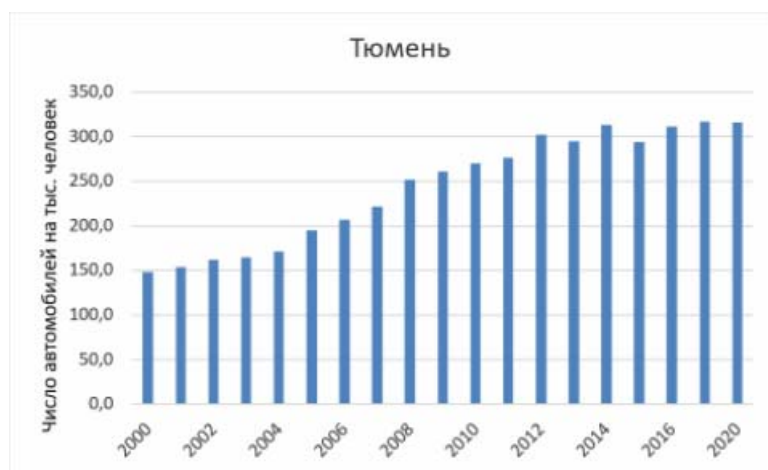


Рисунок 1 - Оценка транспортной составляющей г. Тюмени

Из всех транспортных узлов г. Тюмени можно выделить узлы, которые выполняют не только распределительную функцию транспортных потоков, но и скоростную – таблица 1.

Таблица 1

Скоростные характеристики для транспортных средств в г. Тюмень

Показатель	Ед. изм.	Значение
Категория пересекающихся дорог:		
- улица		Магистральная улица общегородского значения регулируемого движения
- объездная дорога		Магистральная дорога, приравненная к трассе
Расчетная скорость движения:		
- улица города	км/ч	60
- объездная дорога	км/ч	90
- правоповоротных съездов	км/ч	На входе – 50 (в средней части – 40)
- левоповоротных съездов	км/ч	На входе – 50 (в средней части – 40)

Причинами реконструкции транспортного узла в центре г. Тюмени являются:

1. Разграничение транспортных потоков (вычленение движения маршрутных автобусов и из общего потока машин);
2. Создание улиц с бесветофорным движением;
3. Создание безопасной зоны для пешеходов, велосипедистов;
4. Доступность движения по улицам города для маломобильных групп населения;
5. Увеличения зоны благоустройства (озеленение территории, прогулочные зоны, новые парковочные места и зоны отдыха).

В результате реконструкции транспортного узла достается увеличение скоростных характеристик движения транспорта.

Из применяемых в настоящее время методов реконструкции транспортных развязок нами выбран метод комбинации всех методов.

Комбинированный метод примирительный к реконструкции в г. Тюмени заключается в строительстве путепровода, расширении дорожного полотна, создание новой структуры регулирования и движения транспортных потоков.

Этот проект реконструкции должен обеспечить не только надежность и удобную связь Центрального и Ленинского округов, жилыми зонами, зонами отдыха и с сетью автомобильных объездных дорог, но и увеличением скорости перемещения транспортных потоков и сокращением времени в пути.

Техническим решением проектируемой реконструкции транспортного узла является применение временного подъема (на период проведения реконструкционных работ) и технологии up-down («сверху в низ») заключающихся в производстве строительно-монтажных работ нулевого цикла, что позволяет уменьшить срок работ.

Стены и вертикальные несущие конструкции можно возводить без удаления грунта на всю проектную глубину. Внутреннее строительство сооружения происходит под защитой ранее возведенных конструкций и практически не производит негативного воздействия на существующие строения.

Этапы возведения по методу up-down:

1. Устройство ограждающих конструкций;
2. Возведение перекрытий-распорок;
3. Устройство буровых колонн для опор перекрытия;
4. Удаление грунта из рабочей зоны с помощью специализированной техники и заранее созданных технических отверстий;
5. Устройство фундаментов.

В России данный метод не получил широкого применения из-за больших затрат и отсутствия специализированной техники.

Достоинства метода up-down:

1. Небольшая зона работ;
2. Вероятность обрушения минимальная;
3. Уменьшается воздействия на рядом расположенные строения.

В последнее время технология up-down позволила освоить обширные подземные пространства в центре крупных городов, на территории которых находится множество исторических зданий.

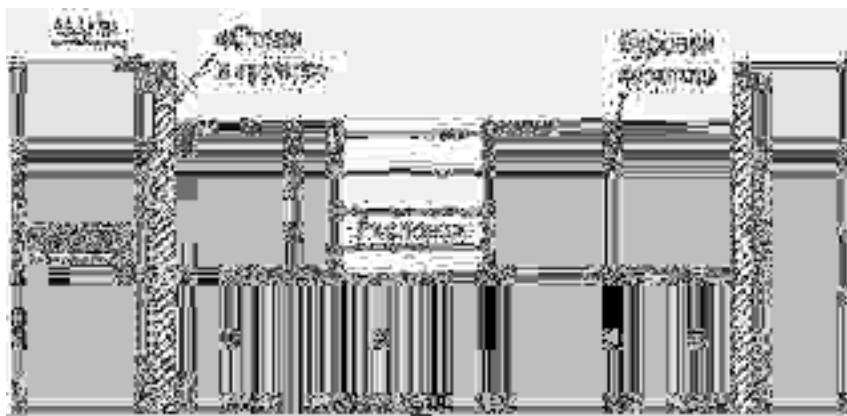


Рисунок 2 - Технология up-down

Новизна этой технологии заключается в ее применении для реконструкции транспортного узла, так как она применяется в основном для строительства гражданских зданий и сооружений.

В дополнении к вышесказанному нужно сказать о том, что технология up-down не применялась при строительстве и реконструкции из-за наличия слабых и водонасыщенных грунтов в г. Тюмени – рисунок 3.

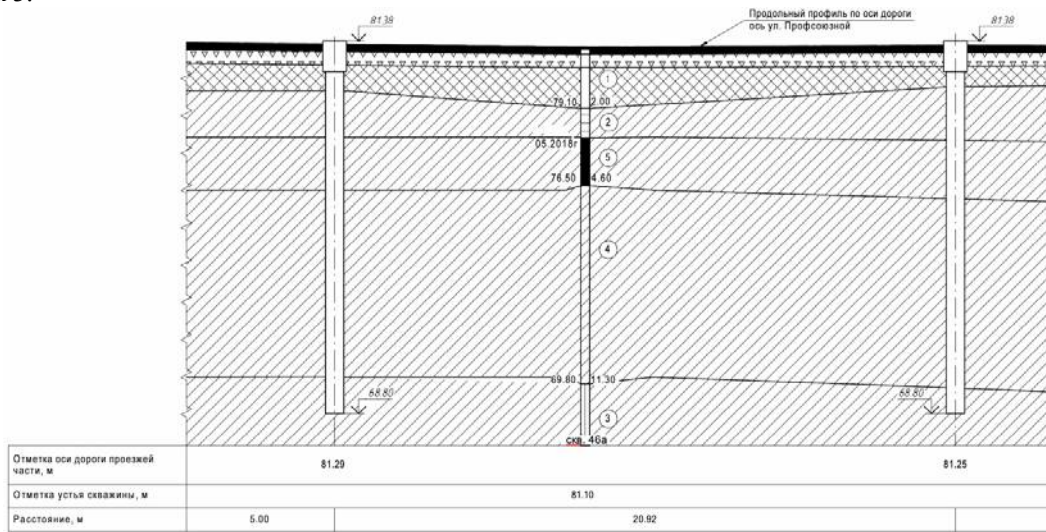


Рисунок 3 - Инженерно-геологический разрез в месте реконструкции транспортного узла в г. Тюмени

На настоящем этапе исследований нами собраны и обработаны результаты исследований грунтов в этом районе и определен метод реконструкции. Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабеля – средняя и высокая.

Степень агрессивного воздействия грунтов к бетонным и железобетонным конструкциям – среднеагрессивная. Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали – высокая, средняя и низкая.

В месте с этим, мы не забываем о том, что г. Тюмень - активно растущий город и организации дорожного движения стоит особенно остро.

Реконструкция транспортных узлов в т. Тюмень позволит решить проблему заторов и пробок, уменьшить время нахождения в пути и позволит соблюсти все требования и нормы для дорог общего пользования.

#### Список использованных источников

1. Афендииков А. Т. Город без пробок. Проектирование транспортной развязки //XXI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета. 2019. С. 208-210.
2. Баринаова Л. Д., Забалканская Л. Э. Развитие транспортной инфраструктуры Санкт-Петербурга с использованием подземного пространства // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 46-6. С. 48-52.
3. Беякова Е. В., Рыжая А. А. Роль транспортной инфраструктуры в развитии города // Решетневские чтения. 2017. Т. 2. С. 515-517. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-transportnoy-infrastruktury-v-razvitiy-goroda>
4. Богдачев А. М. Проблемы транспортных заторов в Санкт-Петербурге и пути их решения // Научная сессия ГУАП. 2017. С. 10-16.
5. Быстров В. А., Ярошутин Г. А. Качество и инновационность проектирования-пути управления безопасностью городских надземных и подземных транспортных сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6. С. 168-172.
6. Павлова Л. В., Павлов А. А. Архитектурно-ландшафтные решения транспортных сооружений // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. 2016. С. 100-105.
7. Сердарова М. С., Шагиахметова Э. И. Транспортная система как двигатель социально-экономического развития города // Инновационная наука. 2018. № 4. С. 99-102. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transportnaya-sistema-kak-dvigatel-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-goroda>

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ Г.ТАМБОВА

**Максимова И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант  
e-mail: maximova.i8@mail.ru*

Исследование состояния транспортной инфраструктуры городов и системы организации дорожного движения показывают высокую актуальность вопроса, связанного с разработкой рекомендаций по развитию парковочного пространства. Темпы роста количества транспортных средств значительно опережают темпы развития улично-дорожной сети (УДС). Поэтому решение проблемы парковочных мест в городских условиях необходимо решать с учетом развития УДС, строительства новых микрорайонов и кварталов, ускоренным ростом автомобилизации и существующей застройки города [1, 5-8].

Застройка г. Тамбова осуществляется в соответствии с утвержденным генеральным планом города, проектами застройки, проектами планировки и межевания микрорайонов и кварталов. С точки зрения административно-территориального устройства области, город разделен на 3 района - Советский, Октябрьский, Ленинский и имеет два типа застройки: квартальную и микрорайонную.

В структуре автомобильного транспорта в городе преобладают легковые автомобили. За последние годы прослеживается увеличение количества автотранспортных средств у населения города. Это обусловлено преимуществом легковых автомобилей по сравнению с общественным транспортом: комфортные условия поездки, планирование времени и маршрута.

Обеспеченность парковочным пространством объектов нежилого назначения на территории города Тамбова составляет порядка 73%. Ситуация осложняется бесконтрольной парковкой транспортных средств, в связи с чем проезжая часть большинства улиц используется для движения только на 35-50%, что приводит к соответствующему снижению пропускной способности улично-дорожной сети. Хранение транспортных средств в городе осуществляется на придомовых территориях, на территориях гаражных кооперативов и на открытых автостоянках. У объектов социальной инфраструктуры и у административных зданий количество парковочных мест существенно мало [5-7].

Проблема решения организации парковочного пространства в зависимости от застройки города может быть разделена на территории [2-4]:

- городские «коммерческие» территории в центре города с увеличенным спросом на площадь парковки, особенно в течение дня. Ночью эта территория занята минимально;
- смешанные городские «коммерческие» территории с относительно полной жилой застройкой. Проблема заключается в парковке в течение дня и хранении автомобилей жителей и «гостевого» транспорта данной территории. Решение проблемы в этом случае заключается в сложной организации стоянок в течение дня и в обеспечении регулируемого роста емкости парковочных мест ночью;
- городские «некоммерческие» территории жилой застройки с достаточным количеством парковочных мест в течение дня. Ночью появляется недостаток мест стоянок для жителей данной территории. Это характерно для районов с многоэтажными жилыми домами. Решением является увеличение площади стоянок и гаражей, строительство многоуровневых парковок.

В соответствии с территориальным разделением выделяются основные типы стоянок [9,10]:

- площади для стоянки и остановки на дорогах общего пользования;
- охраняемые стоянки;
- большие площади стоянок в гаражных сооружениях.

Согласно типовой принадлежности ниже приведена следующая классификация мест хранения и отстоя автотранспорта.

*Участки УДС и парковочные карманы.* Для размещения большего количества транспортных средств на территории в границах застройки (красных линий) необходимо рациональное использование проезжей и тротуарной части городских автодорог. При этом следует сохранить пропускную способность полос движения проезжей части. Транспортные средства, припаркованные на кромке полосы для движения создают препятствие для проезжающих автомобилей.

*Плоскостные парковки на обособленных территориях.* При отсутствии технической возможности строительства многоуровневой парковки возможно организовывать плоскостные парковки на обособленных территориях.

*Многоуровневые паркинги и гаражи.* Для обеспечения необходимым количеством парковочных мест в условиях недостатка свободных территорий в границах существующей жилой за-

стройки города и в центрах массового притяжения транспорта возможно строительство многоуровневого паркинга.

Факторы, препятствующие развитию системы парковочного пространства в г. Тамбове:

- несоответствие растущего уровня автомобилизации действующим градостроительным нормативам;
- пониженная привлекательность для инвестиций в сфере оказания услуг по устройству парковочных пространств;
- отсутствие эффективных рычагов прямого и косвенного стимулирования спроса на данный вид услуг;
- нерациональное использование земельных ресурсов.

Можно выделить две основные функции для рассмотрения задач формирования системы организации парковочного пространства:

1. Восстановление пропускной способности проезжей части.
2. Создание в жилых кварталах микрорайонов условий беспрепятственного паркинга.

К формированию системы парковочного пространства отнесены следующие методы решения:

- для увеличения пропускной способности необходимо предусматривать максимально возможное количество парковочных карманов на стадии разработки проектно-сметной документации на строительство и реконструкцию объектов транспортной инфраструктуры города и документации по планировке территории;
- для развития инфраструктуры парковок и стоянок транспорта, в том числе и многоуровневых, необходимо создание привлекательных условий для инвестиций.

В целях обеспечения развития системы хранения и отстоя транспорта необходимо считаем выполнить следующее.

1. Рассмотреть возможность внесения ряда изменений в действующую нормативно-правовую документацию, регламентирующую количественные показатели необходимых парковочных мест при проектировании объектов жилищного и гражданского строительства с учетом растущей автомобилизации.

2. Выполнить мероприятия по стимулированию спроса на услуги парковок и стоянок, включая создание льготных тарифов в сфере организации и обустройства парковочных пространств для привлечения ассигнований в данный сегмент рынка.

3. Обеспечить повышение рациональности использования земельных участков, а именно:

- постепенное переустройство одноэтажных наземных гаражей и парковочных пространств в многоуровневые паркинги;
- целенаправленное выделение свободных территорий для строительства плоскостных и многоуровневых парковок.

#### Список использованных источников

1. Андрианов, К.А. Изменения транспортных ситуаций в средних по численности городах России и оценка их воздействий на окружающую среду (на примере г. Тамбова) // К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, В.И. Леденев / Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. - Т. II. - С. 7 - 11.

2. Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ) от 29 декабря 2004 г. N 190-ФЗ.

3. Интернет ресурс <http://docs.cntd.ru/document/561678608> [Электронный ресурс].

4. Интернет ресурс <https://base.garant.ru> [Электронный ресурс].

5. Крайний, И.А. Предложения по развитию улично-дорожной сети г. Тамбова в условиях роста автомобилизации / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сб. трудов всероссийской научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 142 – 146.

6. Максимова, И.А. Организация парковочного пространства в городской застройке / И.А. Максимова, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сб. трудов всероссийской научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 66 – 69.

7. Сальников, С.А. Основные направления развития улично-дорожной сети г. Тамбова // С.А. Сальников, К.А. Андрианов, Ю.А. Зарапин / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта/ ФГБОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2017. - С. 339-343.

8. Сальников, С.А. Влияние транспортно-эксплуатационных показателей городских дорог на их пропускную способность / С.А. Сальников, Д.Г. Фролов, Ю.А. Зарапин, К.А. Андрианов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта/ ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2018. - С. 297-300.

9. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*.

10. СП 113.13330.2016. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\*.

УДК 625.8.003.2

67.23.13: Методология и технология проектных работ

## **МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

**Михалёв И.Г.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: mihalev14081703@mail.ru*

**Андрианов К.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент,  
зав.кафедрой «ГСуАД», e-mail: konst-68@yandex.ru*

В современных условиях строительства при оценке и принятии технических решений используются стоимостные показатели. Основным недостатком стоимостных методов заключается в том, что они существенно зависят от рыночных цен на материалы, энергию и оборудование, поэтому оценка стоимости работ не всегда дает объективную картину реальной технической эффективности принимаемых решений [1-4].

Стоимость строительства и реконструкции автомобильных дорог главным образом определяется затратами на устройство дорожной одежды. В связи с чем следует отметить, что выбор оптимальной конструкции дорожной одежды является одной из основных задач разработки проектной документации [2].

Анализ существующих методов технико-экономического сравнения вариантов конструкций дорожных одежд посвящено множество научных работ и статей [6,7].

Основными факторами, которые сегодня учитываются при выборе конструкций дорожных одежд нужно выделить следующие:

- ✓ район строительства и категория дороги;
- ✓ местные условия строительства и эксплуатации дороги;
- ✓ грунтово-гидрологические условия;
- ✓ наличие местных дорожно-строительных материалов и их качество;
- ✓ состав транспортного потока;
- ✓ расчетная нагрузка и интенсивность движения.

Стоит отметить, что указанные факторы при проведении технико-экономического сравнения не в полной мере адекватно отражают суть работ того или иного типа конструкции дорожной одежды в рассматриваемом районе строительства, и для соседнего района все может поменяться с точностью наоборот. Кроме того, как правило, сегодня не учитывается способ строительства рассматриваемых вариантов, а как показывает практика, цена одной и той же конструкции дорожной одежды при строительстве и капитальном ремонте может сильно отличаться за счет организации проведения строительно-монтажных работ, ведь стоимость строительства по половине проезжей части, в случае организации реверсивного движения при капитальном ремонте, и строительство дороги в чистом поле при отсутствии движения будет различаться в разы.

В предлагаемой методике [4] технико-экономического сравнения вариантов конструкций дорожных одежд дополнительно предлагается учитывать следующие моменты:

- ✓ увеличение периода сравнения вариантов;
- ✓ учет затрат пользователей дорог в процессе эксплуатации в зависимости от ухудшения ровности автомобильной дороги и уменьшения скорости движения транспортного потока в процессе жизненного цикла дорожной одежды;



- ✓ увеличение затрат пользователей в год выполнения капитального ремонта или ремонта из-за ограничения движения транспортных средств на участке выполнения ремонтных работ;
- ✓ учет внедрения в конструкции дорожных одежд новых инновационных технологий;
- ✓ учет фактической ставки дисконтирования на день выполнения работ по ТЭСВДО;
- ✓ учет остаточной стоимости дорожной одежды.

Нельзя не согласиться также с тем, что дорожное строительство-энергоёмкая отрасль, потребляющая материальные ресурсы других энергоёмких отраслей и затрачивающая достаточно много энергии на их доставку и преобразование в дорожных процессах [1]. Следует отметить, что до последнего времени учету энергозатрат в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог уделяли недостаточно внимания. Однако показатель потребления энергии является одним из объективных критериев при принятии организационно-технологических решений на стадиях проектирования и строительства автомобильных дорог. Кроме того, сегодня это важнейший показатель экологичности рассматриваемых процессов.

Обобщив все сказанное выше, выделим 4 группы факторов и условий, влияющих на выбор оптимальной конструкции дорожной одежды (рис. 1) [1-7]:

- 1) нагрузки;
- 2) природно-климатические условия проектирования, строительства и последующей эксплуатации;
- 3) энергоэффективность конструкции;
- 4) экономические факторы.



Рисунок 1 – Блок-схема выбора оптимального варианта конструкции дорожной одежды

Для примера сравним по разработанной выше методике несколько вариантов конструкции дорожной одежды нежесткого типа для природно-климатических условий Тамбовской области.

В качестве исходных данных примем следующие допущения:

- ✓ категория проектируемой дороги III;
- ✓ грунтовые воды отсутствуют;
- ✓ интенсивность и состав движения, см. табл. 1;
- ✓ нагрузка на ось - А11,5;
- ✓ грунт земляного полотна суглинок легкий;
- ✓ вид работ – строительство дорожной одежды;
- ✓ поставка дорожно-строительных материалов осуществляется автосамосвалами.

Интенсивность и состав транспортного потока

год	всего грузовых	легкие до 2 тн	средние от 2,1 до 5,0 тн	тяжелые 5,1-8,0 тн	оч. тяжелые более 8,0 тн	легковые	автобусы	Всего авт/сут	приведенных
2020	1390	200	370	700	120	750	15	2155	2860
2036	2230	315	595	1125	195	1200	24	3454	4580
2040	2510	360	670	1265	215	1350	28	3888	5150

На основании исходных данных с помощью программы IndorPavement 9.0 запроектированы, приведенные ниже варианты дорожной одежды, см рис. 2.

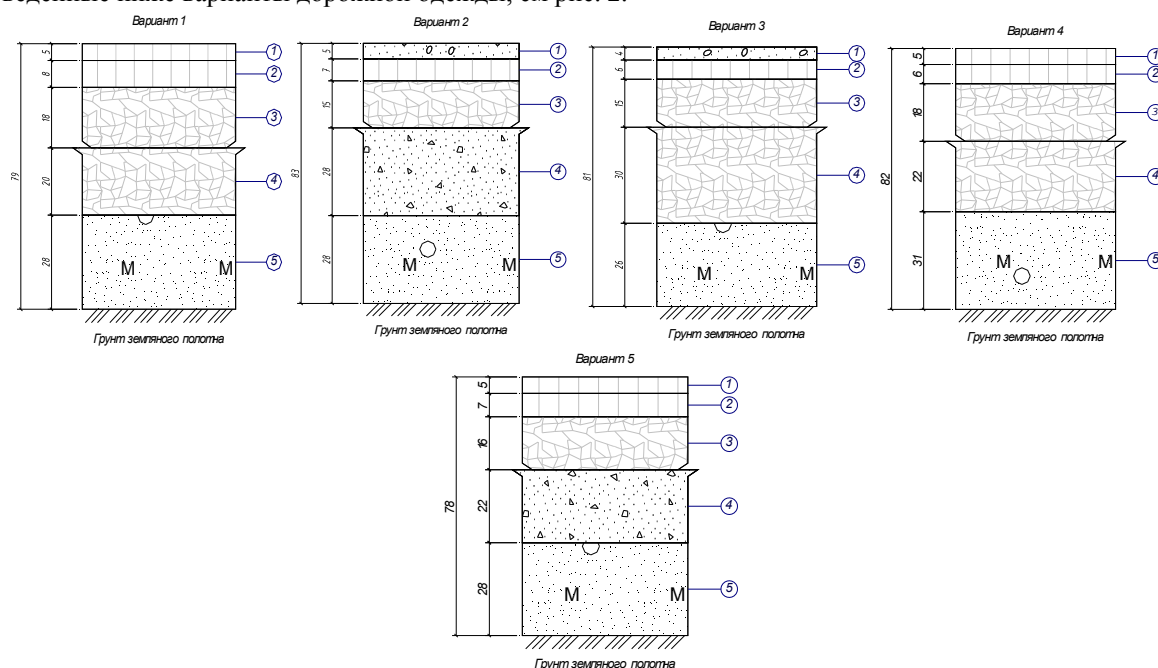


Рисунок 2 – Варианты конструкции дорожной одежды

**ВАРИАНТ 1****Верхний слой покрытия: 5,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки плотный II марки типа Б

**Нижний слой покрытия: 8,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой смеси

**Верхний слой основания: 18,0 см**

Щебень М 600 фр. 40..70 мм с заклиной мелким щебнем

**Нижний слой основания: 20,0 см**

Щебень М 600 фр. 40..70 мм с заклиной мелким щебнем

**Дополнительный слой основания: 28,0 см**

Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

**ВАРИАНТ 2****Верхний слой покрытия: 5,0 см**

ЩМА-15 щебень из изверженных горных пород М1200-М1400

**Нижний слой покрытия: 7,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой смеси

**Верхний слой основания: 15,0 см**

Смеси оптимальные из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зёрен до 40 мм

**Нижний слой основания: 28,0 см**

Шлаковая щебёночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков С2 - 70 мм

**Дополнительный слой основания: 28,0 см**

Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

### **ВАРИАНТ 3**

**Верхний слой покрытия: 4,0 см**

ЩМА-15 щебень из изверженных горных пород М1200-М1400;

**Нижний слой покрытия: 6,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки высокопористый II марки из крупнозернистой смеси

**Верхний слой покрытия: 15,0 см**

Смеси оптимальные из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зёрен до 40 мм;

**Нижний слой основания: 30,0 см**

Смеси неоптимальные из активных материалов с максимальной крупностью зёрен до 70 мм

**Дополнительный слой основания: 26,0 см**

Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

### **ВАРИАНТ 4**

**Верхний слой покрытия: 5,0 см**

Щебёночно-мастичный асфальтобетон с использованием полимерно-битумного вяжущего ПБВ 60 (СТО АВТОДОР 2.25-2016)

**Нижний слой покрытия: 6,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90

**Верхний слой основания: 18,0 см**

Щебень фракционированный 40...80 мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем

**Нижний слой основания: 22,0 см**

Щебень фракционированный 40...80 мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем

**Дополнительный слой основания: 30,5 см**

Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

**Грунт земляного полотна**

Суглинок лёгкий

### **ВАРИАНТ 5**

**Верхний слой покрытия: 5,0 см**

Щебёночно-мастичный асфальтобетон с использованием полимерно-битумного вяжущего ПБВ 60 (СТО АВТОДОР 2.25-2016)

**Нижний слой покрытия: 7,0 см**

Асфальтобетон горячей укладки пористый II марки из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси марка битума БНД-60/90

**Верхний слой основания: 16,0 см**

Смеси оптимальные из высокоактивных материалов с максимальной крупностью зёрен до 40 мм

**Нижний слой основания: 22,0 см**

Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С4 - 80 мм (для оснований)

**Дополнительный слой основания: 28,0 см**

Песок мелкий, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

**Грунт земляного полотна**

Суглинок лёгкий

Рассчитаем стоимость рассмотренных вариантов с использованием расценок, приведенных в [8], см. табл.2

Из анализа приведенной выше таблицы, вариант №4 является наиболее приемлемым с точки зрения стоимости материалов.

Используя расценки сборника [9], рассчитаем стоимость доставки материалов автомобильным транспортом, см. табл. 3

Таблица 2

Сравнение вариантов дорожной одежды по стоимости материалов в ценах 2001 г

Наименование материалов	ед. изм	Σ <sub>ед.р</sub>	вариант 1		вариант 2		вариант 3		вариант 4		вариант 5	
			h, см	Σ, р	h, см	Σ, р	h, см	Σ, р	h, см	Σ, р	h, см	Σ, р
ЩМА-15 на ПБВ 60	т	4741,84		-		-		-	5,00	569,02	5,00	569,02
ЩМА-15, марка битума 90/130	т	399,30		-	5,00	47,92	4,00	38,33		-		-
А/б плотный МП тип Б, на БНД/БН-60/90	т	512,40	5,00	61,49		-		-		-		-
А/б к/з пористый II марки на БНД-60/90	т	451,75	8,00	86,74	7,00	75,89		-	6,00	65,05	7,00	75,89
А/б к/з высокопористый II марки на БНД-60/90	т	479,60		-		-	6,00	69,06		-		-
Щебень М600 фр. 40..70	м <sup>3</sup>	98,60	38,00	37,47		-		-	40,00	39,44		-
ЩПС С4 - 80 мм	м <sup>3</sup>	167,30		-		-		-		-	22,00	36,81
Смеси шлаковые оптимальные - до 40 мм	м <sup>3</sup>	113,68		-	15,00	40,92	15,00	40,92		-	16,00	43,65
Смеси шлаковые неоптимальные - до 70 мм	м <sup>3</sup>	91,98		-	28,00	61,81	30,00	66,23		-		-
Песок мелкий	м <sup>3</sup>	59,99	28,00	16,80	28,00	16,80	26,00	37,43	31,00	18,60	28,00	16,80
<b>Итоговая стоимость</b>				<b>202,49</b>		<b>243,34</b>		<b>251,98</b>		<b>123,09</b>		<b>173,15</b>
<b>Рекомендуемый для дальнейшего проектирования вариант</b>			<b>вариант 4</b>									

Таблица 3

Сравнение вариантов дорожной одежды по стоимости транспортировки материалов в ценах 2001 г

Наименование материалов	ед. изм	L, км	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4	вариант 5
			Σ, р	Σ, р	Σ, р	Σ, р	Σ, р
ЩМА-15 на ПБВ 60		15,15	-	-	-	учтено расценкой	учтено расценкой
ЩМА-15, марка битума 90/130	т	15,15	-	учтено расценкой	учтено расценкой	-	-
А/б плотный МП тип Б, на БНД/БН-60/90	т	15,15	учтено расценкой	-	-	-	-
А/б к/з пористый II марки на БНД-60/90	т	15,15	учтено расценкой	учтено расценкой	-	учтено расценкой	учтено расценкой
А/б к/з высокопористый II марки на БНД-60/90	т	15,15	-	-	учтено расценкой	-	-
Щебень М600 фр. 40..70	м <sup>3</sup>	221,3	339,51	-	-	534,31	-
ЩПС С4 - 80 мм	м <sup>3</sup>	139,8	-	-	-	-	168,68
Смеси шлаковые оптимальные - до 40 мм	м <sup>3</sup>	378,2	-	202,67	202,67	-	212,81
Смеси шлаковые неоптимальные - до 70 мм	м <sup>3</sup>	139,8	-	118,21	127,79	-	-
Песок мелкий	м <sup>3</sup>	12,09	учтено расценкой	учтено расценкой	учтено расценкой	учтено расценкой	учтено расценкой
<b>Итоговая стоимость</b>			<b>339,51</b>	<b>320,88</b>	<b>330,46</b>	<b>534,31</b>	<b>381,49</b>
<b>Рекомендуемый для дальнейшего проектирования вариант</b>			<b>вариант 2</b>				

С точки зрения поставки материалов наиболее выгодным является конструкция дорожной одежды по варианту №2.

Рассчитаем стоимость рассматриваемых вариантов с составлением локальной сметы. Результаты расчета сведем в таблицу 4.

Таблица 4

Сметная стоимость вариантов дорожной одежды в ценах 2001 г

вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4	вариант 5
2 260,04	2 213,01	2 199,49	2 312,61	2 254,62

Как видно из представленной таблицы наиболее выгодным является 3 вариант дорожной одежды.

Проведем расчет сроков окупаемости исходя из производимых капиталовложений и условий движения на 1 км дороги с учетом снижения аварийности и повышения комфортности движения по методике, изложенной в [10] с пересчетом в цены 2001 года.

Таблица 5

Окупаемость вариантов дорожной одежды

№ варианта	Капвложения, млн. руб	ЧДД, млн. руб. при ставке:			ВНД, %	Окупаемость, лет		
		12%	16%	20%		12%	16%	20%
вариант 1	18,08	21,76	11,16	52,44	22,54	6,91	7,98	9,50
вариант 2	17,70	21,32	10,94	51,41	22,54	6,91	7,98	9,49
вариант 3	17,60	21,19	10,87	51,12	22,54	6,91	7,97	9,49
вариант 4	18,50	22,25	11,41	53,59	22,54	6,91	7,98	9,51
вариант 5	18,04	21,71	11,14	52,32	22,54	6,91	7,98	9,50

Анализ таблицы показывает, что с точки зрения окупаемости капиталовложений наиболее выгодным является 3 вариант конструкции дорожной одежды.

В таблице 6 приведен сводный расчет всех вычислений.

Таблица 6

Сводная таблица технико-экономического сравнения вариантов дорожной одежды

№ варианта	стоимость 1 м <sup>2</sup> ,руб.			Окупаемость, лет		
	Материалы	Доставка	Сметная стоимость	12%	16%	20%
				12%	16%	20%
вариант 1	202,49	339,51	2260,04	6,91	7,98	9,50
вариант 2	243,34	320,88	2213,01	6,91	7,98	9,49
вариант 3	251,98	330,46	2199,49	6,91	7,97	9,49
вариант 4	123,09	534,31	2312,61	6,91	7,98	9,51
вариант 5	173,15	381,49	2254,62	6,91	7,98	9,50
Минимальная стоимость	вариант 4	вариант 2	вариант 3	вариант 3		
Наиболее выгодный вариант	вариант 3					

Таким образом, наиболее экономически выгодным при прочих равных расчетных параметрах является 3 вариант конструкции дорожной одежды.

#### Список использованных источников

1. Senibabnov, S.A. Analysis of normative documentation on the calculation of the strength characteristics of non-rigid road pavement for the permissible elastic deformation /Senibabnov S.A., Andrianov K.A., Zubkov A.F.// Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. № 1 (45).P. 66-84.
2. Pakhomova, E.G. Influence of thickness and granulometric composition of granular asphalt on its strength characteristics when placing into the road pavement // E.G. Pakhomova, K. Andrianov, A. Zubkov, P. Monastirev // Journal of applied engineering science. Издательство: Institut za Istrazivanja I Projektovanja u Privredi Том: 18Номер: 2 Год: 2020. – С. 192-197.
3. Зубков, А.Ф. Технология строительства и ремонта дорожных покрытий нежесткого типа с учетом температурных режимов асфальтобетонных смесей./Зубков А.Ф., Андрианов К.А., Антонов А.И., Однолько В.Г.// Тамбов: ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. - 300с.

4. Конорева, А.А. Обоснование выбора конструкций дорожных одежд с использованием критерия энергетических затрат [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.11) / Конорева Алла Александровна; ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)». – Омск, 2009. – 22 с.
5. Кулижников, А.М. Совершенствование методики технико-экономического сравнения вариантов дорожных одежд/А.М. Кулижников, Ю.А. Скрипникова // Дороги и мосты. – 2010-№2(24) - С.39
6. Ресурсное обеспечение дорожного строительства: учеб. Пособие/С.В. Алексиков [и др.]// Волгоград: ВолГАСУ, 2009.2007.213 с.
7. Михалев И.Г. Техничко-экономическое обоснование выбора конструкции дорожной одежды нежесткого типа/Михалев И.Г., Крюкова А.А//Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 26-27 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет".– Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. – 305 с.
8. Федеральная сметно-нормативная база ФСНБ-2001 (ФЕР-2001). Часть 4 бетонные, железобетонные и керамические изделия. Нерудные материалы. Товарные бетоны и растворы. Москва, 2014 - 186 стр.
9. Государственные сметные нормативы. Федеральные сметные цены на перевозки грузов для строительства. ФССЦпг 81-01-2001 Москва, 2014 - 134 с.
10. ВСН 21-83. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1985.

УДК 625.7/8

73.31.11: Автомобильные дороги

## **АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЧНОСТИ ШЕБЕНОЧНОГО СДОЯ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ КРАЕВЫХ, ОСТАНОВОЧНЫХ ПОЛОС И ОБОЧИН АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Сенибабнов С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

**Зубков А.Ф.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры  
«Городское строительство и автомобильные дороги»  
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

Безопасность дорожного движения зависит не только от прочности и ровности проезжей части автомобильной дороги, но и ширины и состояния укрепленных обочин. Состояние укрепленных обочин влияет на скоростной режим транспортных средств, аварийность и прочность основания дорожной одежды. Установлено, что укрепление обочины дороги способствует увеличению прочности основания под проезжей частью на 6–8 %; обеспечивает стабильность характеристик покрытия по ровности и позволяет до 20 % уменьшить число дорожно-транспортных происшествий [1]. Анализ состояния обочин автомобильных дорог показал, что распространенными дефектами являются выбоины, колеиность, превышение кромки проезжей части над поверхностью обочины, скол кромки проезжей части, просадки под действием погодных условий и действия нагрузок от транспортных средств. Причинами такого состояния обочин является недостаточная прочность конструкции обочины, отсутствие краевых и остановочных полос, а также использование обочин для движения транспорта на участках дорог с перегруженным движением. Нормативным документом ПНСТ265-2018 «Проектирование нежестких дорожных одежд» предусмотрено обочины и разделительные полосы укреплять для повышения пропускной способности автомобильных дорог, удобства и безопасности движения, что позволяет обеспечить земляное полотно от проникновения в дорожную конструкцию поверхностных вод, предохраняет проезжую часть дороги от разрушения и загрязнения. Конструкция укрепления и применяемые материалы должны обеспечить выезд на обочину транспортных средств с расчетной нагрузкой без возникновения остаточных деформаций. При строительстве и реконструкции дороги укрепительная полоса должна иметь конструкцию, аналогичную проезжей части. При капитальном ремонте, ввиду невозможности устройства аналогичной конструкции, следует проектировать обочину по прочности, равной дорожной одежде проезжей части покрытия.



Анализ применяемых материалов для укрепления обочин автомобильных дорог показал, что для этих целей используются разные дорожно-строительные материалы, влияющие на толщину слоя при укладке (табл.1) [2].

Таблица 1

**Таблица 1. Минимальные толщины конструктивных слоев дорожных одежд**

Материал покрытий слоев дорожных одежд	Минимальная толщина слоя, м
Асфальтобетон	0,04
Щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическим, неорганическим и комплексными вяжущим, способом пропитки, а также материалы, не обработанные вяжущим на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	0,08
Щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущим на песчаном основании	0,15
Грунты, обработанные органическими или неорганическими вяжущими	0,1
Песок	0,2

Наибольшее применение при устройстве дорожного основания, укрепления краевых, остановочных полос и обочин автомобильных дорог находят щебеночные материалы, физико-механические свойства которых влияют на жесткость устраиваемого слоя. Технология устройства основания и укрепления полос из щебня, без обработки вяжущими, характеризуется наименьшими затратами и возможностью проведения работ в сложных погодных условиях.

В зависимости от механических свойств применяемый щебень разделяют на группы:

А - прочный, легкоуплотняемый, из карбонатных пород 2 –3 классов прочности;

Б - прочный, трудноуплотняемый, из магматических пород 1 – 3 классов прочности, а также песчаных пород 1 - 2-го классов прочности;

В - малопрочный, легкоуплотняемый, из карбонатных и песчаных пород 4 - 5-го классов прочности и из магматических пород 4-го класса прочности.

Щебень группы А обеспечивает большую жесткость основания по отношению к щебеню группы Б. Щебень группы В рекомендуется для дорог III - V категории. Жесткость щебеночного основания зависит от прочности и твердости применяемого материала, а также наличия фракций менее 0,63 мм.

В зависимости от пластичности мелких частиц в составе щебня принят дополнительный параметр, влияющий на качество устройства слоя укрепления (П, С, Г). К категории П относится щебень, К категории П относится щебень, в котором мелкие фракции состоят из песка. При наличии мелких фракций супеси его относят к категории С и при содержании в щебне частиц суглинка или глины относят к категории Г.

Минимальная толщина при укладке щебеночного слоя должна быть в 2-2,5 раза превышать максимальный размер щебенки и в 1,5 раза для щебеночной смеси. При устройстве щебеночного слоя с разными свойствами необходимо устройство выполнять в два приема. В нижний слой укладывают щебень с более высокой прочностью и морозостойкостью, а верхний слой с меньшей прочностью.

Расчет-

ные модули упругости основания из прочного и малопрочного щебня категории П принимают согласно данным табл. 2 [2].

Таблица 2

**Таблица 2. Расчетные модули упругости щебеночного основания**

Группа щебня	Размер зерен щебня, мм	Вид материала для заклинки	Модуль упругости слоя, МПа
А		Мелкий щебень	350
	40 - 70	Высевки, гравийно-песчаная смесь	270
	20 - 70		
Б		Без заклинки	300
	40 - 70	Мелкий щебень, клинец, высевки	180
	20 - 70	Гравийно-песчаная смесь	160
	70 - 120 (150)	Щебень средней крупности	300
В	40 - 70 (100)	Без заклинки	250-220

Расчетный модуль упругости основания из щебня группы Б, устраиваемого в два слоя, принимается 200 МПа. При устройстве щебеночного слоя из малопрочного щебня категории С модуль упругости принимается по данным, представленным на рис.1 [3].

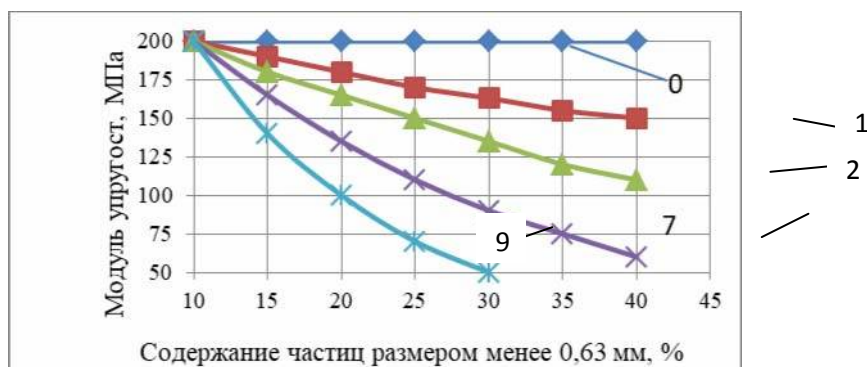


Рисунок 1 – Зависимость модуля упругости слоя от содержания мелких частиц (0,1,2,7,9- число пластичности мелких частиц)

При устройстве оснований с применением щебеночного материала без вяжущего в IV - V дорожно-климатических зонах полученные значения модуля деформации необходимо увеличить на 20%.

Согласно требованиям ПНСТ 265-2018, для повышения несущей способности дорожной конструкции и снижения толщины покрытия, рекомендуется укреплять щебеночные слои основания вяжущими материалами. В этом случае при укреплении щебеночного основания цементопесчаной смесью допускается применение щебня любой породы и прочности. Расчетный модуль упругости основания из щебня, укрепленного цементопесчаной смесью по способу пропитки, при толщине слоя от 14 до 18 см, принимается 500 МПа.

При устройстве краевых и остановочных полос, а также использование обочин для движения транспорта на участках дорог с перегруженным движением, предусматривается укрепление обочин с устройством асфальтобетона. Модуль упругости слоя, в зависимости от интенсивности движения расчетного автомобиля группы А1 и толщины слоя, имеет разные значения (табл.3) [2].

Таблица 3

Таблица 3. Модуль упругости плотной асфальтобетонной смеси в зависимости от толщины покрытия и интенсивности движения, приведенной к расчетному автомобилю группы А1.

Модуль упругости щебеночного основания, МПа	Минимальная толщина асфальтобетонного покрытия (м) при интенсивности движения расчетного автомобиля группы А1, авт./сутки			
	50 - 100	100 - 200	200 - 500	500 - 1000
50 - 100	0,10	0,11	0,12	0,13
100 - 150	0,09	0,10	0,11	0,12
150 - 200	0,08	0,09	0,10	0,11
200 - 300	0,07	0,08	0,09	0,10
300 - 500	-	0,07	0,08	0,09

Представленные данные для определения модуля деформации щебеночного основания соответствуют устройству однослойного покрытия из плотной асфальтобетонной смеси. При устройстве двухслойного покрытия, с применением в нижнем слое пористого асфальтобетона, толщину укладываемого слоя асфальтобетона необходимо увеличивать от 20 до 50% в зависимости водонасыщения.

Анализ данных в табл. 2 показал, что модуль упругости щебеночного основания зависит как от толщины слоя, так и интенсивности движения транспортных средств. При повышении интенсивности движения по укрепленной полосе, для обеспечения требуемого модуля упругости, необходимо увеличивать толщину слоя (рис.2).

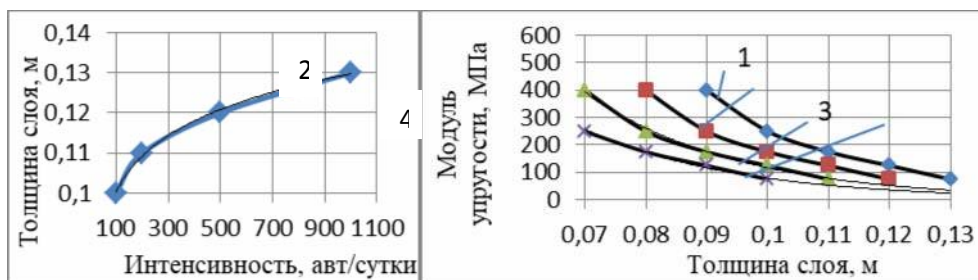


Рисунок 2 – Зависимость модуля упругости щебеночного слоя от толщины слоя покрытия и интенсивности движения транспортных средств. 1-при интенсивности движения до 1000 авт./сутки; 2-до 500 авт./сутки; 3-200 авт./сутки; 4-100 авт./сутки

Из представленных данных видно, что независимо от интенсивности движения транспортных средств между модулем упругости щебеночного слоя и толщиной слоя имеется общая закономерность, которая подчиняется экспоненциальной зависимости. Представим данные на рис. 2 в относительных величинах, принимая при толщине слоя 0,1 м модуль упругости за единицу и обозначим ее за коэффициент, зависящий от модуля упругости слоя щебня (табл.4).

Таблица 4

Таблица 4. Зависимость модуля упругости щебеночного слоя от толщины слоя покрытия при разной интенсивности движения транспортных средств (в относительных значениях).

h, м	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13
E1	3,32	2,33	1,66	1	0,73	0,5	0,33
E2	3,2	2,0	1,4	1	0,6	0,4	0,3
E3	3,24	2,29	1,43	1	0,71	0,43	0,29
E4	3,52	2,36	1,6	1	0,7	0,5	0,3
$\sum n/n$	3,32	2,24	1,52	1	0,685	0,46	0,31

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента ( $K_E$ ), зависящего от модуля упругости при разной толщине слоя щебня. Численное значение  $K_E$  определяется по формуле:

$$K_E = 52,987e^{-39,56h} \quad (1)$$

где h – толщина слоя асфальтобетона, м. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

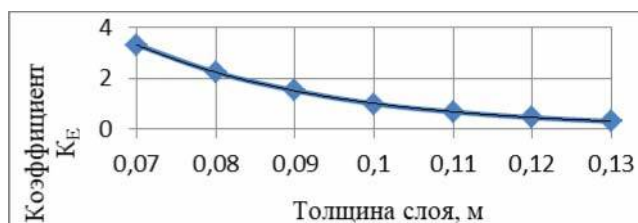


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента ( $K_E$ ) от модуля упругости при разной толщине слоя щебня

Принимая модуль упругости слоя щебня при разной толщине слоя за единицу, установим влияние интенсивности движения на модуль упругости. Обозначим принятую величину за коэффициент влияния интенсивности движения на модуль упругости щебеночного слоя ( $K_N$ ). Численное значение  $K_N$  определяется по формуле:

$$K_N = 0,669e^{0,395N} \quad (2)$$

$K_N$  – безразмерная величина; N – интенсивность движения, авт./сутки. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99

С учетом полученных значений коэффициентов модуль упругости слоя щебня можно определить по формуле:

$$E = 2658 e^{-39,5h + 0,395N}, \text{ МПа} \quad (3)$$

Мониторинг транспортного потока показал, что доля грузового транспорта, превышающего расчетную нагрузку на дорожные одежды, составляет от 30 до 40% от общего количества транспортных средств. Следовательно, требуется необходимость пересмотра нормативной базы по расчету характеристик дорожных одежд нежесткого типа по допускаемому упругому прогибу, что нашло отражение в нормативном документе ПНСТ 265-2018. Однако в данном документе не учтена нагрузка на ось 130 кН, что характерно для большегрузного транспорта. Нормативными документами СП 34.13330.2012, ГОСТ 32960 и ПНСТ 265-2018 группа расчетной нагрузки для покрытий капитального типа принимается А-11,5 с осевой нагрузкой 115кН при расчетной нагрузке на дорожное покрытие (давление воздуха в шинах) 0,8 МПа, а для покрытий облегченного типа группа расчетной нагрузки - А-10 с нагрузкой на ось 100кН. В ОДН 218.046-01, МОДН 2-2001 давление воздуха в шинах принимается равным 0,6 МПа независимо от группы расчетной нагрузки и типа дорожной одежды, кроме того, группа расчетной нагрузки А2 соответствует нагрузке на ось 110кН. Изменение осевой нагрузки привело к необходимости значительного увеличения модуля упругости дорожной одежды по отношению к действующим нормативным документам (ОДН 218.046-01, МОДН 2-2001) [4-7]. Согласно ТКП 45-3.03-112-2008 величина требуемого модуля упругости зависит от группы нагрузки. На рис.3 представлены зависимости влияния группы нагрузки на величину требуемого модуля упругости для разных категорий дороги.

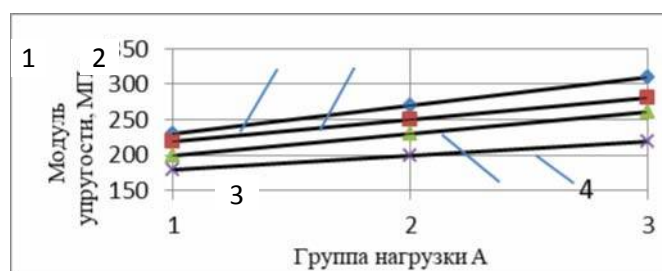


Рисунок 4 – Зависимость требуемого модуля упругости от группы нагрузки для разных категорий дороги: 1 - I категория, 2 - II категория, 3 -III категория, 4 - IV категория

Анализ представленных зависимостей показал, что независимо от категории дороги они характеризуются линейной зависимостью. Для установления общей зависимости требуемого модуля упругости от группы нагрузки представим данные рис.3 в относительных значениях, принимая модуль упругости для группы нагрузки А1, за единицу. Обозначим принятую величину коэффициентом влияния группы нагрузки на модуль упругости ( $K_{гн}$ ). На рис. 4 представлена зависимость величины модуля упругости от группы нагрузки.

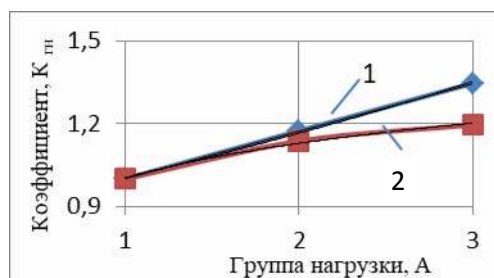


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента влияния группы нагрузки ( $K_{гн}$ ) на дорожную одежду от группы нагрузки А: 1 - по ОДН 218.046-01; 2- По ПНСТ 265-2018

Численное значение коэффициента влияния группы нагрузки ( $K_{гн}$ ) на дорожную одежду определяется зависимостями:

- по ОДН 218.046-01:

$$K_{гн} = 0,1735A + 0,8267, \quad (4)$$

коэффициент корреляции зависимости равен 1,0,

- по ПНСТ 265-2018:

$$K_{гн} = 0,1805 \ln A + 1,0032, \quad (5)$$

где А - группа нагрузки. Коэффициент корреляции зависимости равен 0,99.

В конечном виде модуль упругости щебеночного слоя определяется по формуле:

$$E = 2658 \cdot K_{гн} \cdot e^{-39,5h + 0,395N}, \text{ МПа} \quad (6)$$

Следовательно, полученная зависимость позволяет определить модуль упругости щебеночного слоя покрытия при укреплении асфальтобетоном краевых и остановочных полос автомобильных дорог в зависимости от толщины слоя, интенсивности движения и группы нагрузки согласно нормативным документам ОДН 218.046-01 и ПНСТ 265-2018.

#### Список использованных источников

1. Алексиков С.В. Использование фрезерованного асфальтобетона для укрепления обочин автомобильных дорог./ С.В. Алексиков, А.Н. Будрудинова// Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 10, Иннов. деят. Вып. 7. 2012
2. Методические рекомендации по повышению качества дорожных оснований из щебня различных пород. Союздорнии. М., 1980.13с.
- 3.Руководство по строительству оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов. СОЮЗДОРНИИ, М, 1999,85с.
4. Зубков А.Ф. Анализ нормативной документации по расчету прочностных характеристик дорожных одежд нежесткого типа по допускаемому упругому прогибу / Зубков А.Ф., Сенибабнов С.А. Андрианов К.А.// Научный журнал строительства и архитектуры, 2019, №1(53), С.
5. Зубков А.Ф. Исследование битумоминеральной смеси, применяемой для ямочного ремонта дорожных покрытий струйно-инъекционным методом./ Зубков А.Ф , Пилецкий М.Э., Андрианов К.А.// Строительные материалы. 2017. № 6. С. 19-23.
6. Зубков А.Ф. Влияние грузоподъемности транспортных средств при выполнении ремонтных работ дорожных покрытий струйно-инъекционным методом/ Зубков А.Ф ,Пилецкий М.Э., Андрианов К.А.// Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 4 (52). С. 11-22.
7. Senibabnov S. A. Analysis of normative dokyumentation on tne calculation of the strengtn characteristics of of non- rigid road pavement for the permissible elastic deformation/ Senibabnov S. A., Andrianov K. A , Zubkov A. F.// Russian Journal of Building Construction and Architecture. S.66-84.

УДК 656.13

73.01.75: Экономика, организация, управление, планирование и прогнозирование на транспорте

#### ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО РФ О ПРОХОЖДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Хапров Д. А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,  
e-mail: dima.khaprov@mail.ru*

**Лавриков И.Н.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.э.н., доцент  
кафедры ТТАГ (научный руководитель), e-mail: lin.555@mail.ru*

**Аннотация:** В статье рассматриваются и анализируются изменения, которые произошли и какие в скором времени произойдут в федеральном законе № 170 "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". В результате анализа в действующем законодательстве и планируемых изменениях выявлены недостатки. Для оптимизации технического осмотра автомобилей в статье предложены определённые мероприятия.

**Ключевые слова:** автотранспорт, технический осмотр, техническое состояние, фото-фиксация, транспортное средство.

Правила проведения государственного технического осмотра автотранспортных средств и прицепов к ним являются нормативным актом, устанавливающим единый порядок государственного технического осмотра транспортных средств на всей территории Российской Федерации [3].

Настоящие Правила обязательны для всех предприятий, объединений, учреждений и организаций независимо от организационно-правовых форм и форм собственности, а также граждан Российской Федерации, иностранных юридических лиц и граждан, лиц без гражданства, имеющих автотранспортные средства и прицепы.

Проведение техосмотра направлено на определение технического состояния транспортных средств и всех узлов автомобиля на исправность и правильную его работу [4].

Технический осмотр транспортных средств (техосмотр) - это проверка технического состояния транспортных средств, в том числе их частей и элементов их дополнительного оборудования, на предмет их соответствия обязательным требованиям безопасности транспортных средств в целях допуска транспортных средств к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации и в случаях, предусмотренных международными договорами Российской Федерации, также за её пределами [2]. Весь порядок проведения технического осмотра прописаны в Федеральном законе «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5].

Основными задачами государственного технического осмотра являются:

1. Оценка соответствия технического состояния транспортных средств требованиям правил, нормативов и стандартов в части, относящейся к обеспечению безопасности дорожного движения;
2. Уточнение численности транспортных средств, их принадлежности и иных регистрационных данных;
3. Предупреждение и пресечение преступлений и административных правонарушений [1].

Последние изменения в Федеральном законе № 170 от 1 июля 2011 г. "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" с изменениями от 1 апреля 2020 г., должны действовать с 8 июня 2020 года.

Данный закон предписывает фотографировать пассажирские, грузовые и мототранспортные средства (категории М, N и L) спереди до и после техосмотра так, чтобы были отчетливо видны марка, цвет и регистрационный номер. Каждая фотография будет отмечена усиленной электронной подписью. Кроме того, все изображения должны сопровождаться координатами местоположения с точностью определения не более 15 м по координатным осям при доверительной вероятности 0,95.

Транспортные средства категории О (прицепы), также должны фотографировать в начале и конце проведения технического диагностирования. При этом на фотографии должна быть видна передняя часть тягача, марка, цвет и государственный регистрационный знак.

Главная задача внедрения новых мер - это исключить неконтролируемое «заочное» прохождение ТО. Когда при прохождении техосмотра, автомобиль даже не осматривался, а в некоторых случаях даже не присутствовал у специалиста при осмотре.

Нововведения коснутся и сроков прохождения технического осмотра ТС. Автомобили младше четырех лет будут освобождены от необходимости прохождения техосмотра. Кроме того, автомобили в возрасте от 4 до 10 лет должны будут проходить техосмотр каждые два года, а более старые - ежегодно.

Поменяли правила и для таксистов. Если сейчас все автомобили такси должны проходить ТО каждые полгода, то потом эта необходимость будет только для машин такси старше пяти лет. Для более новых автомобилей такси срок увеличен до одного раза в год.

Мотоциклы, грузовики грузоподъемностью до 3,5 т, прицепы и полуприцепы возрастом от четырех до десяти лет нужно привозить на ТО раз в два года. Затем - каждый год. Также ежегодно нужно будет проверять автобусы, грузовики грузоподъемностью более 3,5 т, учебные автосредства, с года выпуска которых прошло не более пяти лет. Весь такой транспорт старше пяти лет нужно привозить на ТО раз в полгода.

Изменения должны вступить в силу с 1 марта 2021 года - вместе с нововведениями, «разработанными для поддержки добросовестного бизнеса в сфере технического осмотра». Речь идет о необходимости обязательной фото-фиксации транспортных средств при заезде на сервис и при выезде после прохождения ТО.

Пока точного ответа нет, когда же вступят изменения в силу. Каждый раз их откладывают. Но 8 июня 2020 года вступает часть изменений в технический осмотр транспортных средств, остальные с 1 марта 2021 года.

Ранее предлагалось при прохождении технического осмотра автобусов и микроавтобусов, занимающихся пассажирскими перевозками, присутствие инспектора ГИБДД для контроля процесса проверки транспортного средства. Опять же это нововведение постоянно откладывают, но обещают принять в виде дополнений в Федеральный закон № 170 от 1 июля 2011 г. "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

На наш взгляд, все изменения делаются в лучшую сторону, что положительно скажется на аварийности на дорогах и будет меньше недобросовестных технических пунктов осмотра транспортных средств. Из-за технических неисправностей автомобилей в 2019 г. в стране произошло 4,4 тыс. ДТП (доля аварий составляет 3,8%), в которых погибли 733 человек. Жертвами ДТП стали 12,8 тысячи человек, а ранения различной степени тяжести получили 152,8 тыс. [6]

Одним из недостатков рассматриваемых поправок в законодательство является чрезмерная затратность на хранение фото, видеозаписей производимых на станциях осмотра транспортных



средств. Именно поэтому постоянно откладывают поправки, т.к. нужно создать условия для хранения фото на цифровых носителях.

Немаловажно, на какой срок будут сохраняться данные. Пока точного срока не установлено. Что также является проблемой.

Второй незатронутый момент в поправках, это база данных, где будут храниться данные фото о техосмотре. В каких случаях они будут проверяться? Вот, например, случилось дорожно-транспортное происшествие по причине технической неисправности ТС. Будет ли устанавливаться, когда именно была эта неисправность? На момент прохождения техосмотра она была или нет?

По нашему мнению в таком случае, нужно подробно проверять базу данных, как проходил техосмотр, какие узлы и агрегаты видно на снимках сделанных во время его прохождения. Все эти моменты тоже нужно дополнить. Как будет регулироваться сам процесс в дальнейшем после прохождения техосмотра.

Если говорить о поправках в техосмотр общественного транспорта, где предполагается присутствие инспектора ГИБДД для контроля самого процесса осмотра. То возникает вопрос - зачем задействовать и специалистов технического центра и инспектора? Да, инспектор будет контролировать правильность проверки. Но будет еще и фото-видео фиксация осмотра. Конечно, инспектор прямо на месте будет осуществлять контроль. Тогда почему полностью не отдать бы назад полномочия по проведению техосмотра общественного транспорта в подразделение ГИБДД, как это было ранее? По нашему мнению, контроль будет осуществляться еще лучше, чем на лицензированных станциях техосмотра.

По результатам проведённого анализа законодательства РФ для оптимизации технического осмотра автомобилей предлагаем:

1. Дополнить Федеральный закон № 170 от 1 июля 2011 г. "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" о времени хранения информации о ТО, в том числе и фото и видео о транспортных средствах при прохождении технического осмотра автомобиля;

2. Прописать, как будет осуществляться контроль за проведением технического осмотра и как решать спорные моменты, если они будут возникать после прохождения технического осмотра транспортных средств. Также необходимо разъяснить, как будут регулироваться ситуации, связанные с тем, когда после прохождения техосмотра, автомобиль был замечен сотрудниками ГИБДД с запрещающими дальнейшую эксплуатацию неисправностями на дороге;

3. Отдать полномочия по прохождению технического осмотра маршрутных транспортных средств и транспортных средств, осуществляющих услуги по перевозке пассажиров отделениям ГИБДД. Прохождение техосмотра рекомендуется проводить сотруднику ГИБДД на специальных площадках в подразделениях.

В результате принятия наших предложений, контроль за техническим состоянием автобусов должен стать значительно строже. И купить диагностическую карту через интернет уже не удастся. Ведь мало того, что она будет сформирована непосредственно в единой информационной системе, так еще и подписана усиленной квалифицированной электронной подписью инспектора ГИБДД с сохранённой фото-, видеoinформацией.

#### **Список использованных источников**

1. Анохин С.А. Нормативно-правовое регулирование транспортной деятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. А. Анохин, Н. В. Пеньшин, В. А. Гавриков. – Электрон. дан. – Тамбов: ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2017.

2. Пеньшин Н.В. Обеспечение безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте: учебное пособие / Н.В. Пеньшин. В.А. Молодцов, В.С. Горюшинский - Изд-во: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 115 с.

3. Инфраструктура автотранспортного комплекса [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Анохин, Н.Ю. Залукаева, А.А. Гуськов, В.А. Гавриков. – Тамбов. Издательство ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018.

4. Молодцов, В. А. Безопасность транспортных средств: учеб. Пособие / В. А. Молодцов. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 236 с.

5. Федеральный закон № 170 от 1 июля 2011 г. "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" с изменениями от 1 апреля 2020 г.

6. <http://stat.gibdd.ru>.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИОННОГО СТАБИЛИЗАТОРА ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

**Шорин В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», профессор, профессор кафедры  
«Автомобильные дороги»  
e-mail: shorin.ru@yandex.ru*

**Вельсовский А.Ю.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент, заведующий кафедрой  
«Автомобильные дороги»  
e-mail: v2u@yandex.ru*

**Аннотация.** Данная работа посвящена исследованию возможности применения стабилизатора «UNDERBOLD» для глинистых грунтов Вологодской области. Показано влияние стабилизатора на сохранение предела прочности на сжатие укрепленных грунтов, которое зависит от содержания глинистых частиц (вида грунта) и может достигать 30% в случае применения рекомендуемой производителем технологии. Применение стабилизатора «UNDERBOLD» по предлагаемой нами технологии (обработка стабилизатором – высушивание – укрепление цементом) обеспечивает повышение прочности укрепленного грунта после водонасыщения до 2-х и более раз по сравнению с образцами без стабилизатора. Показано, что при проектировании дорожной одежды с использованием местных глинистых грунтов укрепленных стабилизатором «UNDERBOLD» необходимо предусмотреть устройство водоизолирующей прослойки, а также необходимого водоотвода позволяющих повысить работоспособность конструктивного слоя. Отмечено, что данный стабилизатор не является реагентом снижающим явление морозного пучения.

**Ключевые слова.** Грунты, дорожная одежда, химический стабилизатор, укрепление грунтов, морозное пучение, прочность, водостойкость.

В последние десятилетия широко используются химические стабилизаторы для укрепления грунтов. Опыт применения данного способа укрепления показывает хорошие результаты: Укрепленные грунты полностью исключают использование в основании дорожной одежды щебня и гравия. Вследствие этого экономия на материалах, горючем и рабочей силе достигает 50% от стоимости всей автомобильной дороги [1,2].

Целью данной работы является исследование- возможности применения стабилизатора «UNDERBOLD» для глинистых грунтов Вологодской области. Данный стабилизатор был разработан в Германии и успешно применяется во многих странах, где KaHel International является единственным обладателем лицензии на использование этой безвредной, защищенной немецкими патентами, известной и проверенной на практике технологии устройства дорог. В России данный продукт ещё не опробован. Поэтому данное исследование представляется актуальным.

Для исследования стабилизатора «UNDERBOLD» служили грунты, отобранные из различных карьеров Вологодской области. Физические характеристики этих грунтов, гранулометрический состав и степень пучинистости определялись в соответствии с нормативными требованиями [3,4].

Подготовка отобранных грунтов к испытаниям выполняют в следующей последовательности:

1. Грунт доводится до воздушно-сухого состояния путем прогрева его в сушильном шкафу при температуре 105<sup>0</sup>С. В процессе сушки грунт периодически перемешивают. Высушенный грунт должен иметь влажность, не превышающую значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Грунты	Влажность грунта, %
Песок гравелистый, крупный и средней крупности	4
Песок мелкий и пылеватый	6
Супесь, суглинок легкий	6-8
Суглинок тяжелый, глина	10-12

2. Воздушно-сухой грунт, без нажима на него, растирают в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником, с целью разъединения отдельных структурных агрегатов.

3. Высушенный и измельченный грунт тщательно перемешивают для достижения его однородности. [5]

Для укрепления грунта принимался цемент марки 500 (ГОСТ 10178-85). Технология приготовления укрепленного неорганическим вяжущим грунта приведена в ГОСТ 23558-94. [6]

При использовании стабилизатора в эту технологию внесены изменения в соответствии с рекомендациями, содержащихся в сопроводительных к нему материалах. В этом случае технологические операции по укреплению цементом грунта с использованием стабилизатора выполнялись в следующей последовательности:

1. Приготовление водной эмульсии концентрата «UNDERBOLD» (3 части концентрата на 100 частей воды).

2. Подготовка навески грунта с оптимальной влажностью.

3. Добавка в подготовленную навеску грунта эмульсии «UNDERBOLD» в пропорции 50 л на 1 м<sup>3</sup> грунта и тщательное перемешивание.

4. Выдерживание готовой смеси не менее 30 минут.

5. Внесение в подготовленную смесь вяжущего в количестве 5% от объема грунта.

6. Уплотнение готовой смеси в формах при коэффициенте стандартного уплотнения 0,98.

7. Выдерживание образца в течение 28 суток и проведение испытаний.

Все полученные экспериментальные результаты для анализа сведены в единую таблицу 2.

Таблица 2

№		компоненты			среднее расчетное сопротивление, МПа	среднее водонасыщение, %
грунта	образцов	грунт	вяжущее	стабилизатор		
1	1, 2, 3	Ip19	Ц 5%	2%	1,371	0,156
2	7, 8, 9	Ip19	Ц 5%	-	1,083	0,354
3	4, 5, 6	Ip12	Ц 5%	2%	0,716	0,259
4	10, 11, 12	Ip12	Ц 5%	-	0,653	0,229
5	13, 14, 15	Ip10,5	Ц 5%	2%	1,002	0,586
6	16, 17, 18	Ip10,5	Ц 5%	-	0,916	0,494
7	19, 20, 21	Ip7	Ц 5%	2%	1,072	0,478
8	22, 23, 24	Ip7	Ц 5%	-	1,677	0,628
9	25, 26, 27	Ip5	Ц 5%	-	1,931	0,436
10	28, 29, 30	Ip5	Ц 5%	2%	2,277	0,261
11	31, 32, 33	Ip12	Ц 7,5%	-	1,107	0,197
12	34, 35, 36	Ip12	Ц 7,5%	2%	1,298	0,261
13	37, 38, 39	Ip12	Ц 10%	-	1,346	0,230
14	40, 41, 42	Ip12	Ц 10%	2%	1,838	0,228
15	43, 44, 45	Ip12	Ц 5%	4%	0,605	0,365
16	52, 53, 54	Ip12	Ц 5%	6%	0,635	0,303
17	55, 56, 57	Ip12	Ц 5%	2%	1,420	0,293

Как видно из таблицы прочность повысилась после обработки стабилизатором практически у всех образцов (исключением является суглинок с числом пластичности 7). Наибольшая разница между средними расчетными сопротивлениями обработанного и необработанного грунтов получилась у супеси (0,346 МПа) и у глины (0,288 МПа). У суглинков разница не такая большая, но все же есть. У суглинка с числом пластичности 12 она составляет 0,063 МПа, а у суглинка с числом пластичности 10,5 – 0,086 МПа.

У глины обработанной стабилизатором водонасыщение уменьшилось в два раза. Так же водонасыщение уменьшилось у суглинка с числом пластичности 7 на 0,15 % и у супеси на 0,175 %. У суглинков с числом пластичности 12 и 10,5 водонасыщение увеличилось на 0,03 и 0,092 % соответственно.

На диаграмме (рис.3) приведены экспериментальные результаты влияния различного количества вяжущего на прочность укрепленного грунта.

Отчетливо видно, что прочность увеличивается с увеличением процентного содержания в укреплённом грунте цемента. Так разница между средними расчетными сопротивлениями образцов грунта, обработанных стабилизатором и не обработанных, с содержанием вяжущего равным 5% составляет 0,063МПа, 7,5% – 0,191МПа, а 10% - 0,492 МПа.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что с увеличением количества вяжущего растет и показатель прочности грунта.

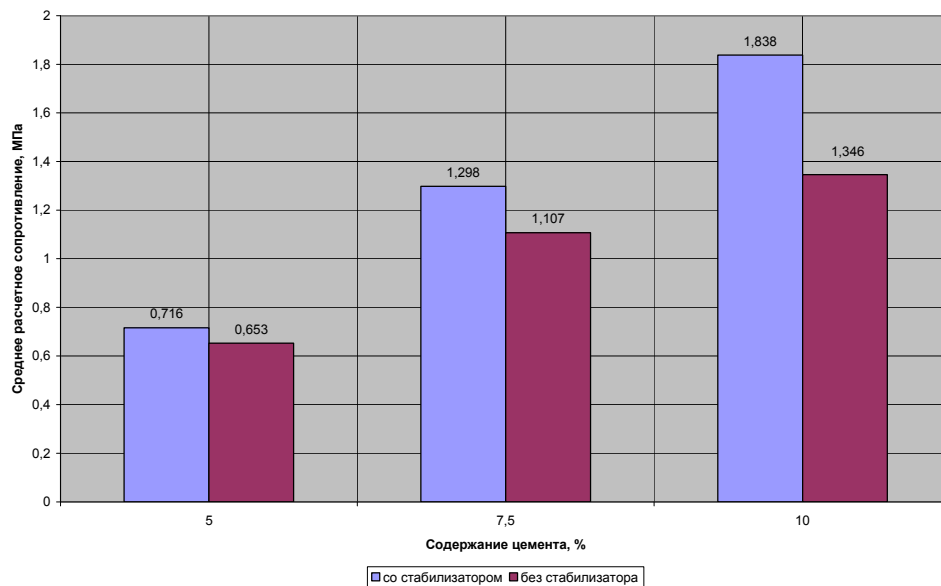


Рисунок 1 – Зависимость прочности от содержания цемента

Результаты влияния различного количества стабилизатора «UNDERBOLD» на прочность укреплённого грунта приведены на рис 24.

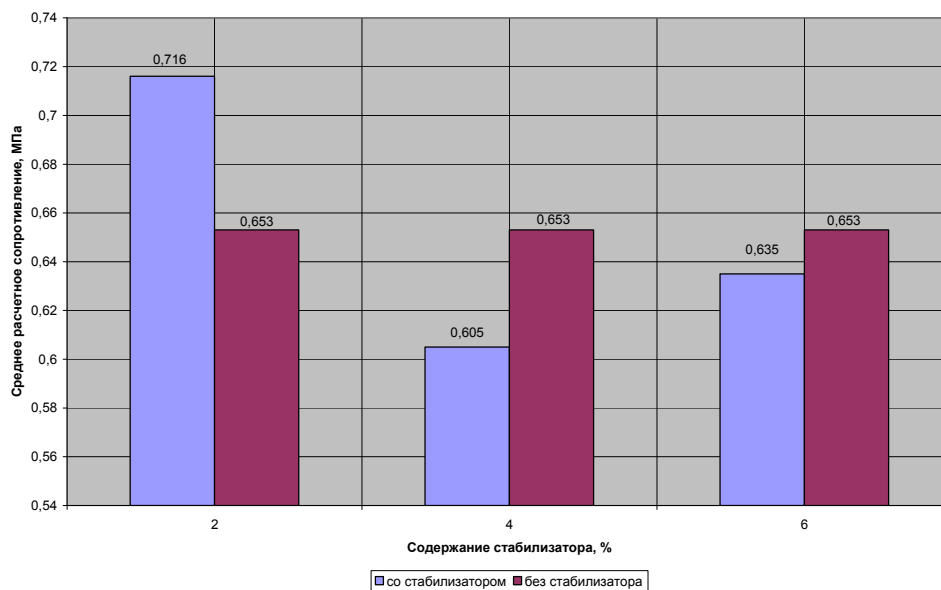


Рисунок 2 – Зависимость прочности от количества стабилизатора «UNDERBOLD»

С увеличением количества стабилизатора в два и в три раза среднее расчетное сопротивление грунта падает. При количестве стабилизатора 2% от массы грунта прочность увеличивается на 0,063 МПа, а при 4 и 6% падает на 0,048 и 0,018 МПа соответственно. Следовательно, необходимо строго придерживаться рекомендуемой технологии и выдерживать концентрацию стабилизатора, которую указывает держатель патента-лицензии.

Анализ влияния различного количества стабилизатора «UNDERBOLD» на водонасыщение укреплённого грунта показан на следующей диаграмме (рис.3). С увеличением количества

стабилизатора в два и в три раза среднее водонасыщение увеличивается. При обработке грунта стабилизатором в количестве 2 % процентов от общей массы грунта, водонасыщение увеличивается не значительно на 0,03 %. Увеличение количества стабилизатора до 4 % ведет к резкому возрастанию водонасыщения на 0,136 %. При увеличении количества стабилизатора до 6 % водонасыщение возрастает до 0,74 %.

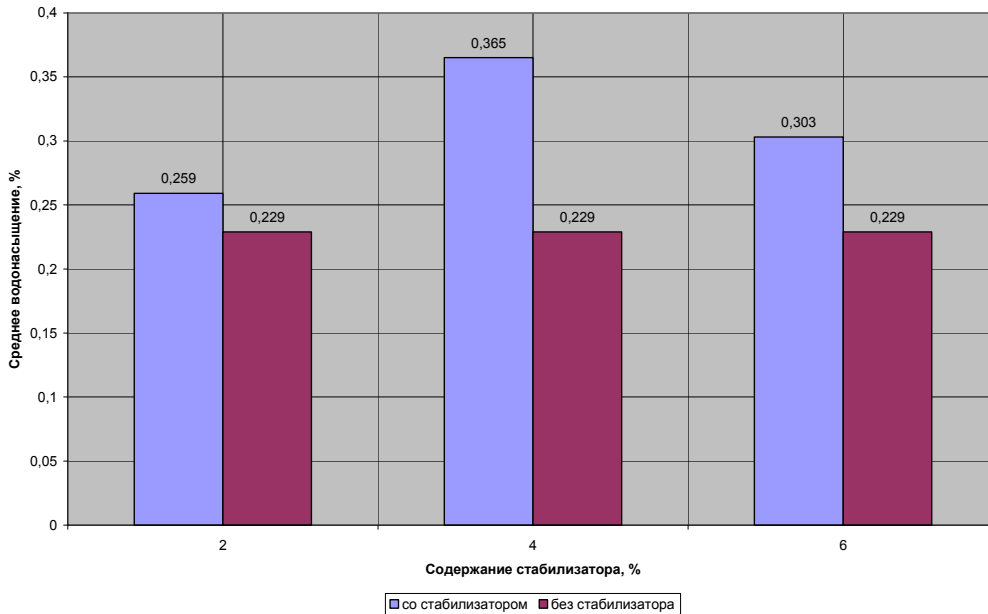


Рисунок 3 – Зависимость водонасыщения от количества стабилизатора «UNDERBOLD»

На диаграмме (рис.4) показано влияния технологии обработки стабилизатором «UNDERBOLD» глинистого грунта на прочность этого грунта.

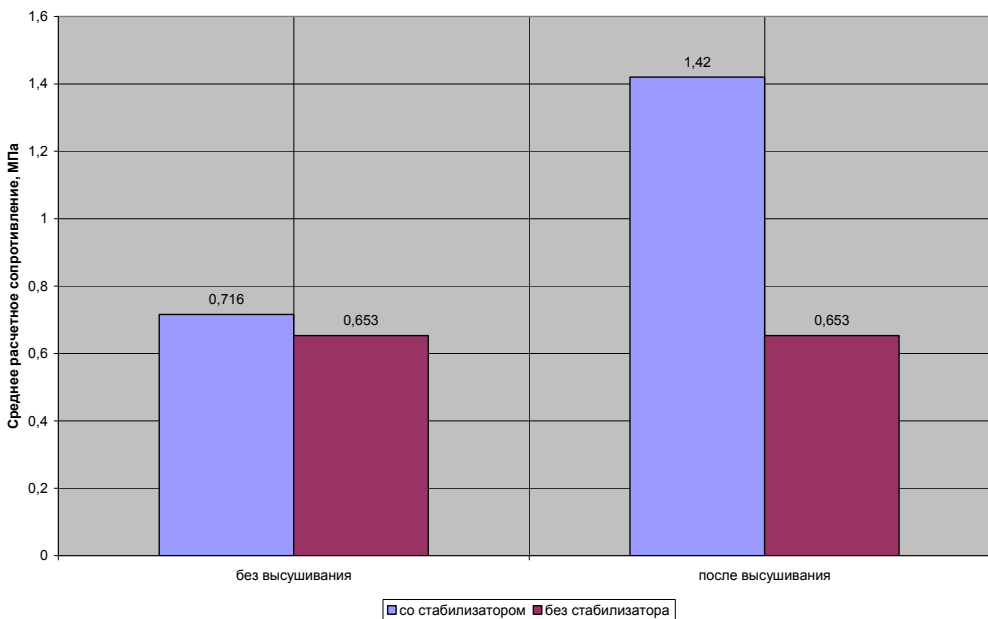


Рисунок 4 – Зависимость прочности от технологии обработки стабилизатором «UNDERBOLD»

Шесть образцов были изготовлены по технологии рекомендуемой изготовителем стабилизатора. Разница между средними расчетными сопротивлениями не большая, но есть. Сопротивление у образцов, обработанных стабилизатором, выше на 0,063 МПа.

Шесть образцов были изготовлены по предложенной методике (обработка 2-х процентным раствором стабилизатора грунта, доведенного до оптимальной влажности; полное высушивание обработанного грунта; добавление вяжущего (цемента) в грунт оптимально увлажненный). Разница между получившимися результатами составляет 0,767 МПа. Это значит, что при использовании

данной технологии среднее расчетное сопротивление обработанного грунта возрастает в 2,5 раза по сравнению с необработанным грунтом.

Экспериментальные результаты влияния технологии обработки стабилизатором «UNDERBOLD» глинистого грунта на прочность этого грунта показаны на следующей диаграмме (рис.5)

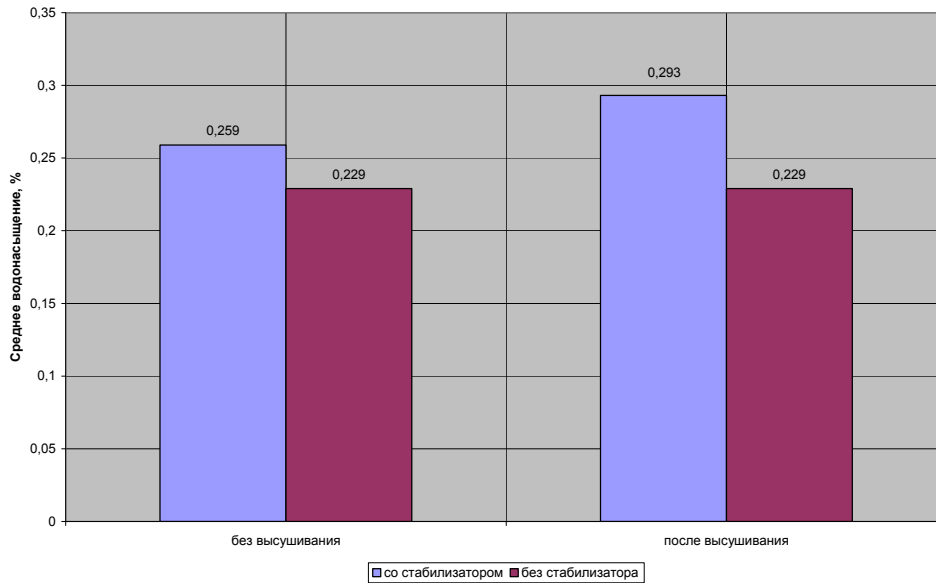


Рисунок 5 Зависимость водонасыщения от технологии обработки стабилизатором «UNDERBOLD»

Результаты экспериментальных исследований образцов грунта до и после стабилизации на показатели морозного пучения представлены в таблице 3.

Таблица 3

№ пп.	Вид грунта	Относительная деформация морозного пучения $\varepsilon_{fn}$ , %	Степень морозного пучения грунта
1	Не обработанный стабилизатором	7,9	Сильнопучинистый
2	Обработанный стабилизатором по Способу №1	8,45	Сильнопучинистый
3	Обработанный стабилизатором по Способу №2	4,5	Среднепучинистый

### Заключение

1. Влияние стабилизатора «UNDERBOLD» на сохранение предела прочности на сжатие укрепленных грунтов зависит от содержания глинистых частиц (вида грунта) и может достигать 30% в случае применения рекомендуемой производителем технологии.

2. Применение стабилизатора «UNDERBOLD» по предлагаемой нами технологии (обработка стабилизатором – высушивание – укрепление цементом) обеспечивает повышение прочности укрепленного грунта после водонасыщения до 2-х и более раз по сравнению с образцами без стабилизатора.

3. При проектировании дорожной одежды с использованием местных глинистых грунтов укрепленных стабилизатором «UNDERBOLD» необходимо предусмотреть устройство водоизолирующей прослойки

4. Данный стабилизатор не является реагентом снижающим явление морозного пучения (при испытании на морозное пучение получен отрицательный результат). Для рекомендации новых химических реагентов в качестве противогололедных добавок необходимо иметь результаты экспериментальных определений их влияния на пучинистые свойства грунта.

### Список использованных источников

1. Укрепленные грунты. (Свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве) / В.М. Безрук, И.Л. Гурячков, Т.М. Луканина [и др.]. – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.



2. Технология укрепления грунтов «АНТ». 2009г./ЗАО «Агентство Новых Технологий»: [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.ant-rus.com>
3. Дорожное мерзлотоведение и грунтоведение. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дорожному грунтоведению для студентов специальности 270205, – Вологда: ВоГТУ, 2007 [Электронный ресурс].
4. Шорин, В.А. Обеспечение морозоустойчивости дорожных конструкций / В.А. Шорин, Г.Л. Каган. – Вологда, 2001. – 64 с.
5. Бирюков, Н.С. Методическое пособие по определению физико-механических характеристик грунтов / Н.С. Бирюков, В.Д. Казарновский, Ю.Л. Мотылев. – М.: «Недра», - 1975. - 176с.
6. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. – Взамен ГОСТ 23558-79; введ. 1995-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1995. - [Электронный ресурс].
7. Каган, Г.Л. Effective Design Solutions in the Design of Shallow Foundations / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.
8. Каган, Г.Л. To the question of improvement the normative methodology for calculating the frost resistance of a road structure / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // E3S Web of Conferences: . – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.
9. Вельсовский, А.Ю. Development of a New Method for Checking Frost Heave in Roads / А.Ю. Вельсовский, В. Карпов, Е. Smirnova // Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering. – 2015. – V. 168. – Issue 5. – P. 49-54.
10. Каган, Г.Л. Effective Design Solutions in the Design of Shallow Foundations\ / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.
11. Каган, Г.Л. A method for construction of an energy-efficient ice floating pier in the Arctic using hardened ice / Г.Л. Каган, Л.П. Мухаметова, А.Ю. Вельсовский // E3S Web of Conferences: – 2020. – V. 178. – P. 01064.

УДК 624.139.22

67.13.69: Строительно-дорожные и путевые работы

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВЯЗЕЙ В КОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Шорин В.А.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», профессор, профессор кафедры  
«Автомобильные дороги»  
e-mail: shorin.ru@yandex.ru*

**Вельсовский А.Ю.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент, заведующий кафедрой  
«Автомобильные дороги»  
e-mail: v2u@yandex.ru*

**Мясникова С.А.,**

*ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент кафедры  
«Автомобильные дороги»  
e-mail: lana-m-11@mail.ru*

**Аннотация.** Данная работа посвящена вопросам исследования адгезионных связей в композиционном материале на основе природного щебня из гранита и габбро-диабазы и щебня из сталеплавильного шлака для ямочного ремонта автомобильных дорог. Основным методологическим инструментом для решения этой задачи было использование современного метода исследования, в частности, спектрофотометрического способа определения величины адгезии обычного и модифицированного нефтяного дорожного битума к поверхности щебня из природных и техногенных материалов. Впервые проведено комплексное исследование щебней из природных и техногенных материалов в сочетании с модифицированными битумами по критериям их использования в технологии ямочного ремонта автомобильных дорог.

**Ключевые слова.** Адгезионные связи, композиционный материал, битум, битумная эмульсия, автомобильная дорога, ямочный ремонт, сталеплавильный щебень.

В настоящее время самым распространенным методом быстрого восстановления дорожного полотна является ямочный ремонт. С его помощью можно устранить дефекты на дороге, особенно в случае, когда нет возможности удаления старого асфальтового покрытия. Важной задачей на сегодняшний день является улучшение качества, надежности и снижение стоимости ямочного ремонта. Такую задачу можно решить за счет исследования и применения новых технологических методов и использования нетрадиционных каменных материалов. Большое значение имеет использование в технологии ямочного ремонта местных техногенных вторичных продуктов, в частности, металлургических шлаков. Целью работы является исследование адгезионных связей в композиционном материале для ямочного ремонта автомобильных дорог и повышения эффективности ямочного ремонта за счет использования природных и техногенных щебёночных материалов.

В данной работе нами были проведены экспериментальные исследования по определению адгезии битумной эмульсии к поверхности гранитного щебня, щебня из сталеплавильного шлака, а также щебня из доменного шлака с использованием спектрофотометра ПЭ-5300В (рисунок 1).

Спектрофотометр ПЭ-5300В разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми в российских химико-аналитических лабораториях к спектральным приборам для анализа вод, для технологического контроля сырья и готовой продукции различных отраслей промышленности [1]. Программное обеспечение для персонального компьютера, поставляется в комплекте со спектрофотометром ПЭ-5300В и позволяет: отображать, хранить и распечатывать результаты. Принцип действия прибора основан на сравнении светового потока, прошедшего через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому проводится измерение, и светового потока, прошедшего через исследуемую среду.

Определение площади покрытия поверхности каменных материалов битумной эмульсией выполняем в несколько этапов:

1 этап: готовим раствор метиленового голубого с оптической плотностью 1,500 – 1,600 ( $D_{исх}$ ).



Рисунок 1 - Спектрофотометр ПЭ-5300В

2 этап: готовим пятнадцать навесок щебня одного вида по 25 г, фракции 5-10 мм:

- 5 навесок щебня, поверхность которого полностью покрыта битумом (искусственно созданная 100 % адгезия);
- 5 навесок щебня, поверхность которого не покрыта битумом (искусственно созданная нулевая адгезия);
- 5 навесок щебня покрытых битумом, адгезию которого необходимо определить и прокипяченных в течение 30 минут в дистиллированной воде (в соответствии с действующим нормативным документом ГОСТ 11508-74 [2]).

3 этап: в лабораторные стаканчики емкостью 50 мл помещаем все пятнадцать образцов щебня и заливаем раствор метиленового голубого и оставляем на 24 часа.

После 24 часов выдерживания образцов в растворе метиленового голубого, определяем оптическую плотность раствора в стаканчиках:  $D_0$  %,  $D_{100}$  %,  $D_x$  соответственно. ( $D_0$  % – оптическая плотность раствора, в котором на протяжении 24 часов находился щебень, непокрытый битумной эмульсией (нулевая адгезия).  $D_{100}$  % – оптическая плотность раствора, в котором на протяжении 24 часов находился щебень, полностью покрытый битумной эмульсией (100-процентная адгезия);  $D_x$  –

оптическая плотность раствора, в котором на протяжении 24 часов находился щебень, прошедший испытание кипячением (реальная адгезия).

**4 этап:** определение площади покрытия поверхности щебня битумом.

Для определения площади покрытия битумом навески щебня, прошедшего испытание кипячением, необходимо при помощи спектрофотометра определить оптическую плотность растворов после 24-х часов выдерживания в них щебня (рисунок 2.6).

По полученным данным строим линию адсорбции: слева откладываем значение оптической плотности раствора, в котором находился щебень со 100 % адгезией, справа откладываем значение оптической плотности раствора, в котором находился щебень с адгезией 0 %. Проводим линию адсорбции, соединив крайние значения. Откладываем значение оптической плотности исследуемого раствора и определяем величину адгезии по горизонтальной шкале.

В ходе работы были проведены теоретические и экспериментальные исследования свойств щебеночных материалов, таких как известняк, гранит, габбро-диабаз, доменный и сталеплавильный шлаки. Для ямочного ремонта необходимо соответствие физико-механических свойств щебёночных каменных материалов с указанными в требованиях ВСН 38-90 [3]. Все исследуемые виды щебеночного материала, исключая известняк, полностью удовлетворяют этим требованиям. В качестве вяжущего для композиционных материалов был выбран нефтяной дорожный битум БНД 60/90.

Степень адгезии между битумом и щебеночным материалом зависит от химической природы компонентов. Основные карбонатные породы (известняк), имеют положительный заряд, кислые (гранит) – отрицательный. А в составе битума преобладают анионоактивные вещества. То есть битум несет отрицательный заряд. С точки зрения электростатической теории адгезии, хорошее сцепление битума с основными породами объясняется разноименными зарядами поверхности каменного материала и битума, плохое – с одноименными кислыми.

Рассматривая такой показатель, как модуль основности (отношение содержания суммы щелочных оксидов  $\text{CaO}+\text{MgO}$  к сумме содержания оксидов кремния и алюминия  $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ , %), мы можем предположить, что, горная порода известняк, состоящая преимущественно из карбоната кальция ( $\text{CaO}$ ), которая имеет высокий модуль основности равный 60 %, будет также иметь высокую адгезию с битумом, а гранит, являющийся кислой горной породой, содержащий 72 % кремнезема  $\text{SiO}_2$  с модулем основности 0,048 % – низкую. Исходя из этого, чем больше модуль основности материала, тем выше адгезия.

Так как известняк не соответствует требованиям ВСН 38-90 [3] по прочности, а в случае гранита наблюдается низкая адгезия, целесообразно рассмотреть не уступающий граниту по прочности природный каменный материал – габбро-диабаз. Габбро-диабаз, который содержит кремния  $\text{SiO}_2$  48,5 %, кальция  $\text{CaO}$  11,5 % и имеет модуль основности равный 0,285 %, должен по нашим гипотетическим предположениям иметь высокую адгезию.

Рассматривая материалы с точки зрения экономии, мы также ожидаем больших перспектив при применении отходов производства – металлургических шлаков ПАО «Северсталь» г. Череповце. Так как шлаки (доменный, сталеплавильный) соответствуют требованиям ВСН 38-90 [3] и имеют средний модуль основности равный 1,508 % - доменный и 2,6 % - сталеплавильный, они будут хорошо работать в сочетании с битумом БНД 60/90.

Значения модуля основности щебеночных материалов рассчитаны в зависимости от их химического состава, и приведены в диаграмме (рисунок 2). Модуль основности доменного шлака (как средний) взят за единицу. Значения указаны в долях единицы.

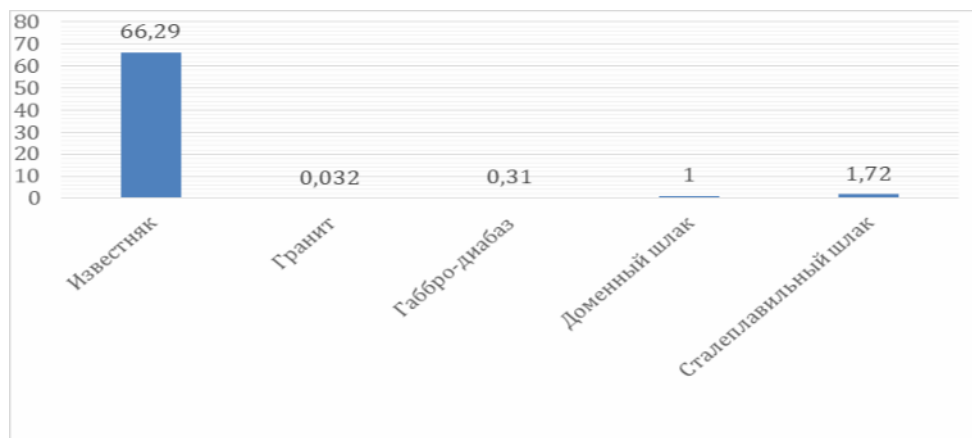


Рисунок 2 - Значения модуля основности щебеночных материалов

Завершающем и важнейшим этапом диагностики эффективности композиционного материала для ямочного ремонта является определение внутренних адгезионных связей, а именно, определение величины адгезии битумных вяжущих к поверхности щебёночного каменного материала. Это исследование должно быть обязательным, так как может наблюдаться неудовлетворительная адгезия битумного вяжущего к поверхности каменного материала даже при наличии у последнего требуемых физико-механических свойств.

Вяжущие, имеющие достаточное сцепление с минеральным щебёночным материалом, нельзя оторвать механическим усилием, его вытягивают и разделяют, но не отрывают. Если в результате какого-то усилия достигается действительный отрыв вяжущего от минерального материала, это означает, что вяжущее не имело сцепления с данным материалом. Показатель сцепления (адгезии) битума и щебня определяется на частицах щебня крупнее 10 мм. Таким образом за показатель сцепления принимается визуально определяемая величина поверхности щебенки, сохранившей битумную пленку после создания растягивающих усилий кипячением в течение 30 минут в воде. Мы определили величину адгезии спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра ПЭ-5300В с точностью до 1 %.

Нами проведены исследования с чистым битумом БНД 60/90 и битумом БНД 60/90 с 3 % адгезионной добавкой Амдор-9. Результаты исследования адгезии битумных вяжущих к поверхности щебня из гранита, габбро-диабазы и сталеплавильного и доменного шлаков приведены на диаграммах (рисунки 3, 4, 5 и 6).

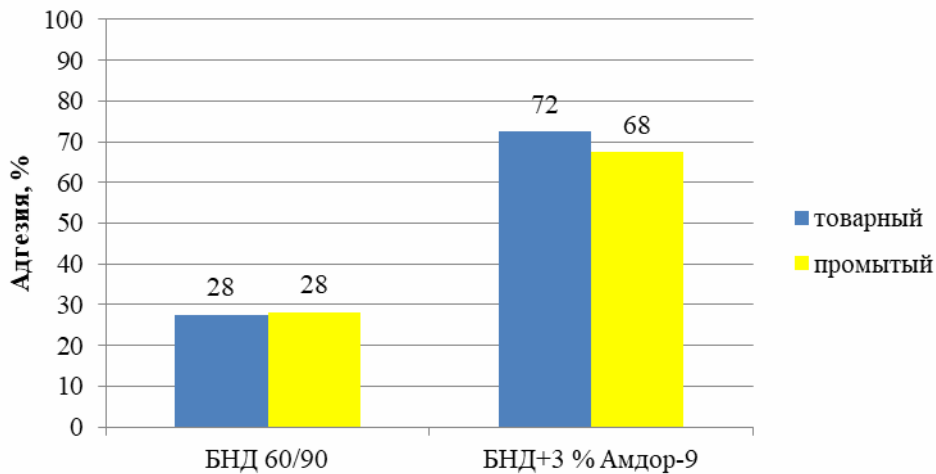


Рисунок 3. – Результаты определения адгезии битумных вяжущих к щебню из гранита

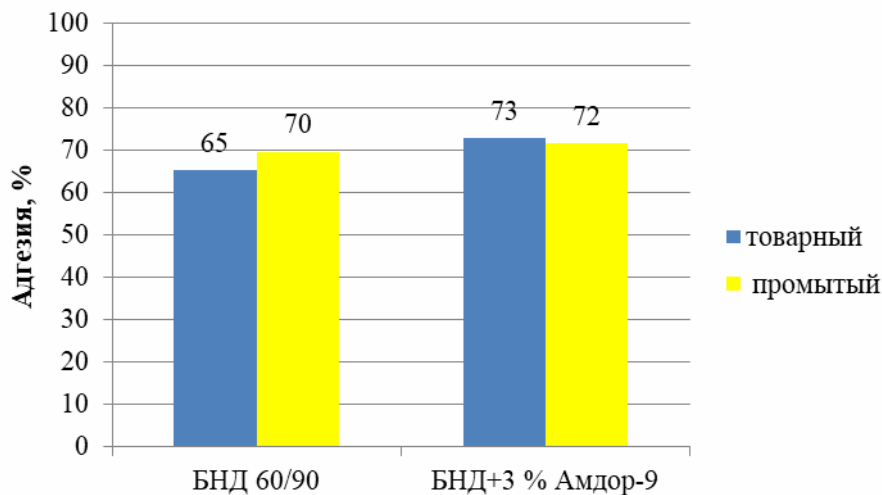


Рисунок 4 – Результаты определения адгезии битумных вяжущих к щебню из габбро-диабазы

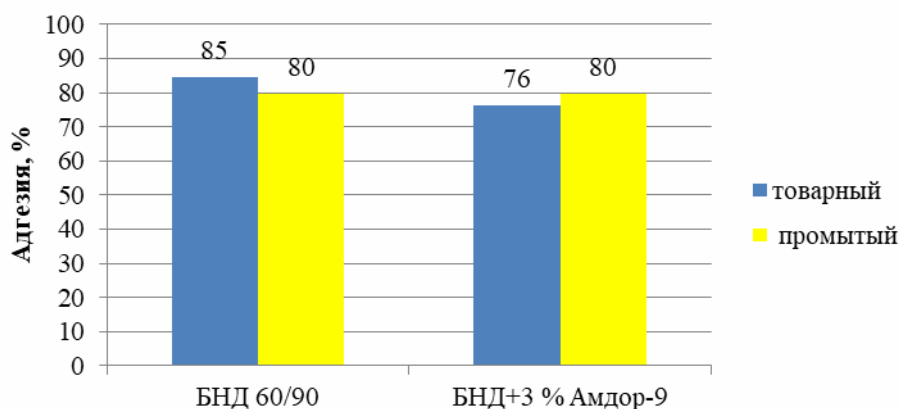


Рисунок 5 – Результаты определения адгезии битумных вяжущих к щебню из сталеплавильного шлака

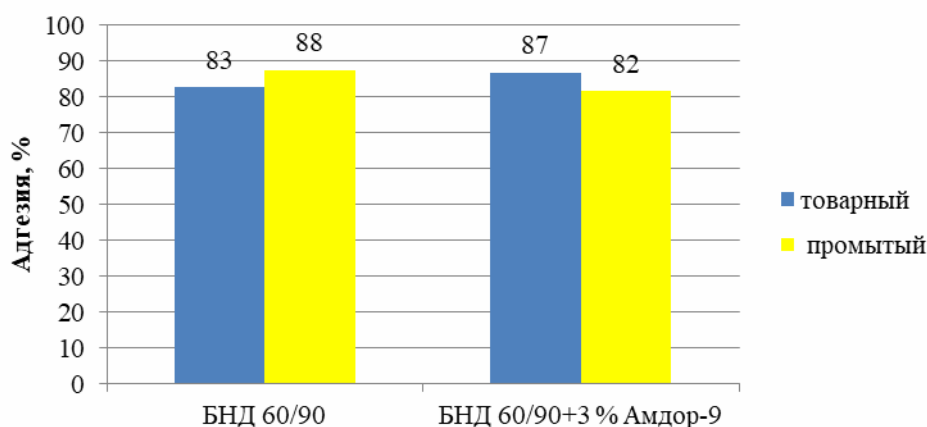


Рисунок 6 – Результаты определения адгезии битумных вяжущих к щебню из доменного шлака

По результатам определения адгезии отчетливо видно, что адгезия чистого битума к поверхности щебня из гранита очень низкая, но при введении добавки адгезия резко повышается. Для габбро-диабазы влияние адгезионной добавки не столь очевидно, так как мы наблюдаем уже высокую адгезию между чистым битумом и каменным материалом. В случае сталеплавильного и доменного шлаков также можно увидеть высокую адгезию чистого битума без введения адгезионной добавки.

Можно сделать вывод о том, что в случае габбро-диабазы, сталеплавильного и доменного шлака нет необходимости использовать адгезионную добавку, что значительно удешевляет стоимость ямочного ремонта.

Исследование показало необходимость определения величины адгезии, так как гранит показал низкую адгезию к чистому битуму БНД 60/90. Для компенсации этого недостатка необходимо обязательное введение в битум адгезионной добавки. В нашем случае была использована адгезионная добавка Амдор-9.

1. Впервые исследован композиционный материал для ямочного ремонта автомобильных дорог на основе щебня из природного и техногенного каменного материала с одной стороны и модифицированного битума с другой.

2. Впервые величина адгезии битума БНД 60/90 модифицированного добавкой Амдор-9 экспериментально определена с точностью до 1 %.

3. Показано, что чистый битум марки БНД 60/90 (как и следовало ожидать) имеет низкую величину адгезии к кислой горной породе, какой является гранит. Введение добавки адгезионной добавки Амдор-9 увеличивает величину адгезии с 28 % до 72 % в случае товарного щебня (более чем в 2,5 раза).

4. Показана хорошая адгезия битума БНД 60/90 без адгезионной добавки к поверхности щебня из габбро-диабазы, сталеплавильного и доменного шлаков. Это позволяет исключить применение добавки Амдор-9 и снизить стоимость ямочного ремонта.

5. Сравнение полученных нами результатов по влиянию степени чистоты на адгезионные связи дает основание в перспективе исключить дорогую и трудоемкую операцию промывки щебня.

#### Список использованных источников

1. Шорин, В.А. Использование спектрофотометрической и компьютерной диагностики для определения качества сцепления в системе «битум – каменный материал» / В. А. Шорин, С. В. Припорова // Актуальные проблемы современного дорожного хозяйства: материалы Всерос. науч.-практической конф., /ВоГТУ. – Вологда, 2002. - С. 123-126.

2. ГОСТ 11508-74 Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006476>.

3. ВСН 38-90. «Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью» Утвержден Минавтодором РСФСР, Введ. 01.01 1991. – 31 с.

4. Каган, Г.Л. Effective Design Solutions in the Design of Shallow Foundations / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.

5. Каган, Г.Л. To the question of improvement the normative methodology for calculating the frost resistance of a road structure / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // E3S Web of Conferences: . – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.

Каган, Г.Л. Effective Design Solutions in the Design of Shallow Foundations\ / Г.Л. Каган, В.А. Шорин, А.Ю. Вельсовский // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – V. 463. – Issue 2. – P. 022073.



**ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ КОНДЕНСАЦИОННЫМ МЕТОДОМ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Жернаков Е.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», аспирант кафедры  
водоснабжение и водоотведения  
e-mail: 672276@mail.ru*

**Миронов В.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», профессор кафедры  
водоснабжение и водоотведения  
e-mail: mironovvv@list.ru*

От развития агропромышленного комплекса зависит жизненный уровень и благосостояние населения всего мира. В связи с ростом населения, сокращается площадь земель, пригодных для выращивания пищевых продуктов [1]. При развитии фермерского дела, выгодно использовать высокопроизводительные системы выращивания растений, которые позволяют осуществлять сбор урожая круглогодично.

Одной из таких систем является гидропоника – метод, предполагающий, выращивание растений без почвы. При этом растение получает все необходимые питательные вещества из растворов. С помощью данной технологии, увеличивается плодородность, примерно в 10 раз. С целью оптимизации площади производства, возможно выращивание растений в нескольких уровнях, используя весь объем помещения.

В структуре себестоимости продукции наземных тепличных предприятий энергозатраты составляют порядка 40-80 %, что в свете роста тарифов на энергоносители является проблемой социальной важности и требует обоснованного научного решения [2].

В работе представлен проект гидропоники для стран с жарким климатом и относительно большим числом солнечных дней в году, а также имеющих доступ к морю. Проектом предусмотрено размещение гидропоники на морском дебаркадере, другими словами «здание на воде». Далее представлены три основных показателя, которые объясняют экономические преимущества проекта:

1. Отсутствие затрат на кондиционирование воздуха в теплицах. Кондиционирование, осуществляется охлажденным воздухом, полученным естественным испарением воды с поверхности акватории, путем простого проветривания без применения дорогостоящих энергоемких систем. Дополнительно объект оборудуется системой зашторивания для снижения в теплицах температуры воздуха.

2. Отсутствие взносов на аренду или покупку земли под тепличное хозяйство. Рациональное использование пространства обеспечивается расположением тепличного хозяйства в прибрежной зоне акватории моря и не предполагает использования территории суши с дорогостоящей землей.

3. Отсутствие расходов на дистиллированную воду для приготовления питательных растворов. Необходимая дистиллированная вода вырабатывается из морской воды с использованием солнечной энергии в плавучих модулях, из которых собран дебаркадер с тепличным хозяйством.

Рассмотрим принцип работы гидропоники на морском дебаркадере. Дебаркадер состоит из быстроразъемных соединений кубической формы с положительной плавучестью объемом один кубический метр каждый, который собирается на месте дальнейшего использования всей системы. Модули одновременно являются генераторами дистиллированной воды, использующими энергию солнечной инсоляции, включающими в себя испарительные камеры и конденсаторы влаги, расположенные под уровнем моря. Подробное описание принципа действия модульных агрегатов для получения чистой пресной воды методом конденсации влаги изложено в работах [3, 4]. Модули изготавливаются в заводских условиях и доставляются на место сборки дебаркадера. Ниже представлена схема такого плавучего модуля (рис. 1).

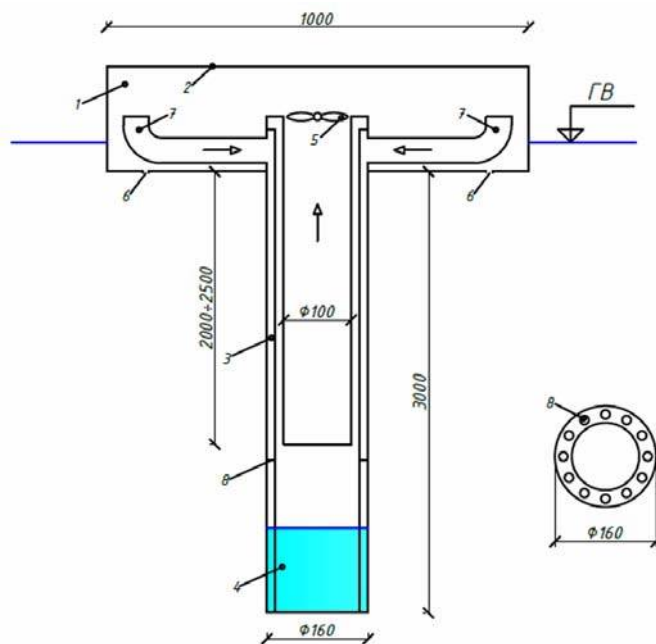


Рисунок 1 – Схема плавучего модуля для получения пресной воды

1 – теплоизолированная емкость для нагрева и испарения морской воды; 2 – светопроницаемая поверхность для сбора лучистой энергии солнца; 3 – конденсатор влаги, расположенный под уровнем моря; 4 – чистая пресная вода; 5 – вентилятор для обеспечения циркуляции воздуха, насыщенного водяными парами, с приводом от энергии солнца; 6 – отверстия, обеспечивающие циркуляцию морской воды в испарительной емкости и предотвращение отложения солей; 7 – патрубки для пропуска насыщенного влагой воздуха; 8 – медные трубки для рекуперации тепловой энергии и поступления свежей морской воды в испарительную емкость.

Производительность одного модуля в ясный день по дистиллированной воде составляет в среднем 1 литр в час. Данной производительности достаточно для приготовления питательных растворов, необходимых для выращивания растений методом гидропоники, и капельного полива растений. На дебаркадере из плавучих модулей сооружается типовое тепличное хозяйство с форточным проветриванием морским воздухом. Коллекторы для сбора солнечной энергии устанавливают на кровле теплиц с регулируемой возможностью частичного затенения, когда в этом есть необходимость.

Оценивая экономическую выгоду проекта, можно сделать следующие выводы:

1. Цена 1 м<sup>2</sup> земли под застройки прибрежной части в разных странах значительно отличается, но в целом превышает стоимость постройки сооружения в несколько раз. Первоначальные затраты на сооружение тепличного хозяйства на дебаркадере в сравнении с традиционными теплицами на суше уменьшаются на разницу цен покупки земли и покупки модулей дебаркадера с монтажом. Исключаются также первоначальные затраты на приобретение дорогостоящих систем кондиционирования (охлаждения) воздуха;

2. Энергетические затраты в тепличных хозяйствах составляют от 40 до 80% от себестоимости конечной продукции. За счет отсутствия эксплуатационных затрат на кондиционирование воздуха и производство дистиллированной воды, идеально подходящей для приготовления питательных растворов, себестоимость продукции будет значительно снижена;

3. При коммерциализации проекта срок окупаемости вложений уменьшается, а рентабельность выращивания растений методом гидропоники на морском дебаркадере кратно возрастет.

Следуя из всего выше сказанного, можно сказать, что проект является экономически выгодным для любой страны с заданными показателями, а получаемые продукты растениеводства становятся более доступными для населения.

#### Список использованных источников

1. Аль Майтами Валид Абдулвахид Мохаммед, Фрумин Г.Т. Направления совершенствования водообеспечения в странах аравийского полуострова // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6-2.

2. Долгих П. П. Анализ технологий и оборудования для управления системой микроклимата в теплицах на базе утилизированной тепловой энергии от систем облучения / П.П. Долгих, Н.В. Кулаков, М.В. Самойлов. // ВЕСТНИК НГИЭИ. – 2016. – С. 80-94.

3. V. Mironov, Yu. Ivanyushin, E. Zhernakov and D. Mironov Thermal Balance in the Process of Fresh Water Production from Atmospheric Air Using the Sea Waves Renewable Energy // MATEC Web Conf., 170 (2018) 04018. – <https://doi.org/10.1051/mateconf/201817004018>

4. V. Mironov, Yu. Ivanyushin, E. Zhernakov, D. Mironov, O. Stepanov, O. Sidorenko Technology of receiving fresh water from forcedly saturated air through the use of solar energy // E3S Web Conf., 91 (2019) 04008. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199104008>

УДК 631.3

68.85.35: Механизация и электрификация в растениеводстве

### **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАШИН ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Шемонаев И.А.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистр  
e-mail: ivanshemonaev.com@mail.ru*

**Черешнев В.О.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистр  
e-mail: vitaliy-cha1999@yandex.ru*

**Кулешов И.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистр  
e-mail: kuleschov.ilja2017@yandex.ru*

**Прохоров А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент  
e-mail: prohorov.av@mail.tstu.ru*

В настоящее время существует значительное количество зарубежных проектов сельскохозяйственных роботов и каждый из которых имеет свои системы привода. Наибольшее распространение среди них получили работы тракторы HortiBot [1], BoniRob [4], AgBot [5], OZ Weeding Robot [3]. Часть из них создана для выполнения узкоспециализированной задачи. Например, сбор только спелых овощей, или точечная сращивания одного растения в случае необходимости. Итак, это узкоспециализированные работы, имеют ограниченное применение.

Платформа HortiBot разработана в Оксфордском университета в 2007 году. Ее общая компоновка представлена на рисунке 1. Платформа выполнена на базе радиоуправляемой газонокосилки которая работает в автономном режиме (робот автономной компоновки). Их габаритные размеры примерно 915 × 915 мм, она может вращаться вокруг своей оси и использует GPS (система глобальная система позиционирования). В зависимости от модификации и компоновки весит между 200 и 300 кг [1].



Рисунок 1 – Общий вид платформы HortiBot

Движение привода четырех колес управляется центральным гидравлическим двигателем со специальной шестерней и центральным электрическим двигателем постоянного тока для управления колесными модулями отдельно. И так, колеса платформы могут быть управляемыми отдельно друг от друга, это позволяет увеличить маневренность платформы и выполнять разворот вокруг центральной оси, является очень позитивным во время работы на полях малой площади. Однако, в настоящее время существует только в виде прототипа [2].

Роботизированная платформа OZ Weeding Robot - создана корпорацией NANO TECHNOLOGIES (рисунок 2), на данный момент находится в производстве. Имеет три модели управления:

- ручную, когда движение осуществляется под ручным управлением, а наличие оператора во время работы платформы является обязательным;
- следования по заданному маршруту, или движение за объектом. Наличие оператора не обязательно;
- полностью автономный режим, когда маршрут воспроизводится GPS ориентирами (реперная система позиционирования).



Рисунок 2 – Общий вид роботизированной платформы OZ Weeding Robot

Робот способен работать в автономном режиме от 3 до 10 часов с возможностью быстрой смены аккумуляторов (менее 5 минут). Оборудован 4-мя электродвигателями по 110 Вт каждый, то есть установленные четыре отдельные ведущие колеса. Однако модель нет возможности поворота колес, заставляет его буксовать для того чтобы выполнить определенный поворот. Максимальной допустимый наклон - 10% [3].

Платформа BoniRob представлена на рисунке 3 - разработка Deepfield Robotics (корпорация Bosch), это многоцелевой агро-робот с переменным навесным оборудованием, способен управлять всеми колесами и двигаться в любом направлении. BoniRob является гибкой платформой с 4-мя колесами, которыми можно управлять отдельно. Двигая поворотные «руки» BoniRob может адаптировать ширину колеи от 0,75 м до 2 м, а его клиренс - от 0,4 м до 0,8 м.



Рисунок 3 – Общий вид платформы BoniRob

В целом платформа имеет 16 степеней свободы, реализованных смесью электропривода и гидравлического привода. Система BoniRob оснащена рядом специальных блоков управления: 4 контроллера двигателя, проворный и гидравлический интерфейс, блок управления навигацией и блок управления приложением. Различные блоки управления подключаются через Internet и общаются с помощью протокола TCP / IP (за исключением контроллеров двигателя, подключенных шиной CAN) [4].

Платформа AgBot II - разработка Квинслендского технологического университета, финансируемого Квинслендским правительством (рисунок 4).



Рисунок 4 – Общий вид платформы AgBot II

Сельскохозяйственный робот, предназначенный для работ в составе группы автономных роботов. Он оборудован камерами, сенсорами и развитой системой распознавания, что позволяет ему ориентироваться на поле. Данный робот способен уничтожать сорняки как механически, так и химически. Благодаря низкой массе уплотнения почвы меньше, чем при использовании традиционных тракторов. Робот состоит из двух боковых модулей. В боковых блоках размещены аккумуляторы и повод, а также другая электроника.

Конструкция управления имеет два идентичных привода, обеспечивающих дифференцированное управление двумя передними ведущими колесами и двумя колесными модулями сзади. Эта конфигурация уменьшает количество приводных агрегатов, тем самым уменьшая стоимость агрегата. Находится на стадии разработки с 2013 года, в 2015 году создан действующий прототип [5,6].

Платформа RPPA & VIPA - проекты Австралийского центра полевой робототехники (рисунок 5). Название "RPPA" это аббревиатура от Robot for Intelligent Perception and Precision Application (робот для интеллектуальной оценки и точного применения).



Рисунок 5 –Общий вид платформы RPPA & VIPA

Он был в разработке около трех лет и включает в себя VIIPA - Variable Injection Intelligent Precision Applicator (интеллектуальный точный аппликатор с переменным разбрызгиванием), который монтируется на RIPPA и распыляет на сорняки микродозы вещества.

Вся система базируется на более ранней разработке Ladybird. Исходную платформу изменили, чтобы сделать ее более легкой, прочной и простой в управлении. Как и Ladybird платформа RIPPA&VIIPA оснащена солнечными панелями. Такая компоновка позволяет платформе работать в автономном режиме. Без использования солнечных панелей платформа способна работать до 10-12 часов.

К особенностям конструкции можно отнести наличие 4 независимых приводов на колеса, что позволяет ему преодолевать небольшие наклоны [7, 8]. Надо определить, что возможность предоставлять платформе хотя бы незначительный наклон сразу выводит систему на более высокий уровень применения.

Канадская компания «Clearpath Robotics», специализирующаяся в области робототехники, разработала автоматизированную полно-приводную беспилотную платформу «Grizzly Robot Utility Vehicle» (рисунок 6), которая обещает справиться с самыми требовательными задачами сельскохозяйственной и горнодобывающей промышленности, а также задачами, связанными с оборонной промышленностью.



Рисунок 6 – Робот «Grizzly Robot Utility Vehicle»

Колесами (66 см) и передней осью с разворотом в 16 градусов. В сочетании с 8-дюймовым посадкой (20 см)

«Grizzly» может преодолевать препятствия высотой до 6 дюймов (15 см). «Grizzly Robot Utility Vehicle» снабжен электродвигателем (60 кВт) мощностью 80 лошадиных сил, а его трансмиссия обеспечивает максимальную тяговую силу 6300 Н (1,400 фунт-силы). «Clearpath Robotics» рассказывает, что транспортное средство в состоянии тянуть плуг или перевозить полезный груз, вес которого может достигать до 1322 фунтов (600 кг). Размеры «Grizzly» составляют 68,9×50,5×31,9 дюйма (175×128×81 см), а максимальный вес 2000 фунтов (910 кг), в зависимости от типа выбранной батареи. При скорости 12 миль/ч (9 км/ч) он может работать до 12 часов или 3 часа в режиме тяжелой буксировки.

Компанией «Lely» была разработана «Voyager» – система контроля над содержанием скота на пастбище (рисунок 7). Фактически автоматическая ниточная система использует двух роботов для перемещения линии электрифицированного ограждения с шагом, гарантирующим полное поедание дерна на данном участке.

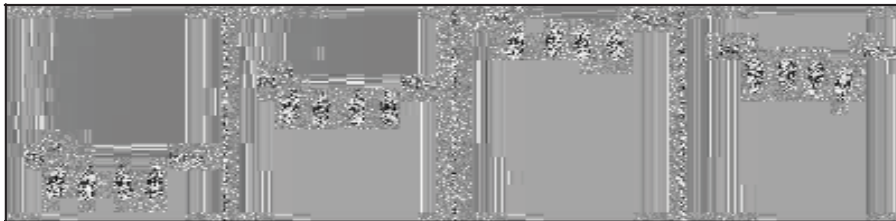


Рисунок 7 – Робот «Voyager»



Эксперимент, проведенный датской исследовательской организацией «Animal Science Group», показал, что метод фронтального выпаса увеличивает сохранность пастбищ на 12% по сравнению с чередующейся четырехдневной системой. В тепличных хозяйствах управление микроклиматом, подкормкой растений и авто полив применяются повсеместно и уже сравнительно давно. Например, робот, собирающий грибы («robotic mushroom picker»), рисунок 8. Данная машина с помощью системы камер идентифицирует и выбирает грибы по размеру, соответствующему стадии созревания.



Рисунок 8 – Робот «Robotic mushroom picker»

Проанализировав существующие роботизированные платформы создаем сравнительную таблицу 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики платформ

Название	Габариты Д.Ш.В.	Масса, кг	Тип привода
HortiBot	1000 × 400 × 600	200-300	гидропривод
OZ Weeding Robot		110-150	электромоторы
BoniRob	2800 × 2400 × 2200		электромотором
AgBot II		~ 600	электромоторы
RIPPA & VIIPA			электромоторы
Робот «Prospero»			
Робот «Grizzly Robot Utility Vehicle»			
Робот «BoniRob»			
«Valtra RoboTrac»			
Робот «Grizzly Robot Utility Vehicle»	175×128×81	910	электромоторы

Анализ таблицы показывает, что большинство из существующих аналогов роботизированных платформ используют электропривод для движения колес. Малое количество роботов предусматривает использование модульной конструкции. Также в большинстве приводных модулей отсутствует система подвески. Только некоторые работы имеют возможность изменения ширины колеи. Кроме них существуют узкоспециализированные работы, уже вышли на рынок, однако приводной модуль вообще является на недоработанный.

Итак, дальнейшим направлением работы является определение параметров модуля по поводу колесного повода для применения в платформах сельского хозяйства.

#### Список использованных источников

1. Васянин В. И. Сельскохозяйственные роботы. М.: Колос, 1984. 224 с.
2. R.N. Jørgensen, C.G. Sørensen, J. Maagaard, I. Havn, K. Jensen, H.T. Søgaard, and L.B. Sørensen. “HortiBot: A System Design of a Robotic Tool Carrier for High-tech Plant Nursing”. Agricultural Engineer-

ing International: the CIGR Ejournal. Manuscript ATOE 07 006. Vol. IX. July, 2007.

3. Долгов И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория, расчет). Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. 707 с.

4. Шаныгин С.В. О необходимости создания в России сельскохозяйственных роботов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 1. С. 9-11.

5. Navigation System of the Autonomous Agricultural Robot “BoniRob” – Peter Biber, Ulrich Weiss, Michael Dorna, Amos Albert

6. Максимов П.Л., Иванов А.Г., Мохов А.А, Петров В.А. Изучение возможностей автоматизации сельскохозяйственных работ// Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - №3(44) 2015. – С.32-38.

7. Прядеин Д.В., Скворцов Е.А. Актуальность применения робототехники в сельском хозяйстве // Научное сопровождение АПК: сб. тр. Казань, 2015. С. 308.

8. Скворцов Е.А. С.-х. роботы в системе воспроизводственных процессов // Аграрный вестник Урала. 2015. №3. С. 89.

9. Skvortsov Y. Reproduction of staff in the conditions of use of robotics in agriculture of Russia // Fundamental and Applied Studies in the Modern World. Oxford, 2015.

10. Новый английский робот собирает грибы [Элек- трон. ресурс] / MEMBRANA: Люди. Идеи. Технологии: сайт. – 9 марта 2006. – Режим доступа: [http:// www.membrana.ru/particle/9771](http://www.membrana.ru/particle/9771).

11. Федоров, О. RoboTrac, многоцелевой робот для сельского хозяйства [Электрон. ресурс] / О. Федоров // Новостной портал «Mobile Device». – 02.08.2008. –Режим доступа: <http://www.mobiledevice.ru/Valtra-RoboTrac-Hannes-Seeberg-robot-selskohoziastvennii-mnogoc.aspx>.

12. Набоков В. И., Скворцов Е. А., Саакян М. К., Скворцова Е. Г. Кадровые аспекты применения робототехники в сельском хозяйстве // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. С. 149-153.

13. Mathijs E. Socio-economic aspects of automatic milking // Automatic milking: a better understanding: proc. of the intern. symp. Wageningen Academic Publishers, 2004. 526 p.

14. Grizzly: Robotic Utility Vehicle [Jelektron. resurs] / Clearpath Robotics Inc.: sajt. – Rezhim dostupa: [http:// www.clearpathrobotics.com/grizzly-ruv/](http://www.clearpathrobotics.com/grizzly-ruv/)

**СЕКЦИЯ 7. ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОБРАЗОВАНИЯ**  
**(СОДЕРЖАНИЕ И СОВРЕМЕННАЯ ДИДАКТИКА)**

УДК 72.012

67.23.15: Архитектурно-строительное проектирование. Технические средства в проектировании

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦВЕТА**

**Антонов А.И.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: aiant58@yandex.ru*

**Долженкова М.В.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: dmv20101@yandex.ru*

**Мамугина В.П.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,  
e-mail: mamugina@mail.ru*

Хроматические решения, используемые в архитектуре, очень важны в жизни человека при восприятии окружающего мира. Благодаря цвету возникает первое впечатление об объекте, создающее определенный образ и подготавливающее нас к лучшему восприятию авторской идеи. Цвет является компонентом пространственной среды, частью материальной и духовной культуры, частью структуры мышления. Цвет окружает нас повсюду, он формирует особую культуру, которая оказывает влияние на человеческое восприятие, сознание.

Архитектура формирует среду обитания человека, является многомерным искусством и оказывает большое эмоциональное повседневное воздействие на человека. Современная архитектура демонстрирует цветовую многогранность отделочных и строительных материалов. Цвет хаотичен и очень активен. Нет четко выявленной палитры приоритетных цветов. Выбор основной цветовой гаммы зависит от конкретной цветовой среды, в которой находится объект, а также от требуемого эмоционального воздействия объекта на окружающих. Цвет может оказывать воздействие, усиливающее впечатление об объекте. В неудачных случаях цветовое решение может вступать в диссонанс с идеями авторов проектов [1,3].

На кафедре «Архитектура и строительство зданий» ТГТУ разрабатывается пакет компьютерных программ для решения практических задач по дисциплине «Архитектурная колористика». Кроме того, компьютерные разработки могут быть использованы для колористического анализа объектов и в качестве помощника при разработке цветовых проектных решений. В качестве примера представлена программа «Изучение и дизайн цвета», предназначенная для оценки цветовой гаммы фасадов зданий, интерьеров помещений и других архитектурных объектов [2,3].

Компьютерная программа состоит из трех блоков: для освоения базовых понятий колориметрии, исследовательский блок и блок цветового анализа и проектирования.

По аналогии с трехкомпонентностью цветового зрения полная и однозначная характеристика цвета определяется в колориметрии тремя числами. Известно, что смешением трех основных цветов – красного, зеленого и синего могут быть получены почти все существующие цвета.

На рисунке 1 построена колористическая система или цветовой куб в координатах КЗС (красный: зеленый: синий), или RGB в английском написании.

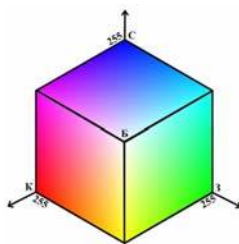


Рисунок 1 – Колористическая система

Разработан обучающий модуль, благодаря которому студенты могут потренироваться в выборе цвета на основе смешивания трех основных составляющих: красного, зеленого и синего (рисунок 2). Величина каждого цвета задается числом в диапазоне от 1 до 255.

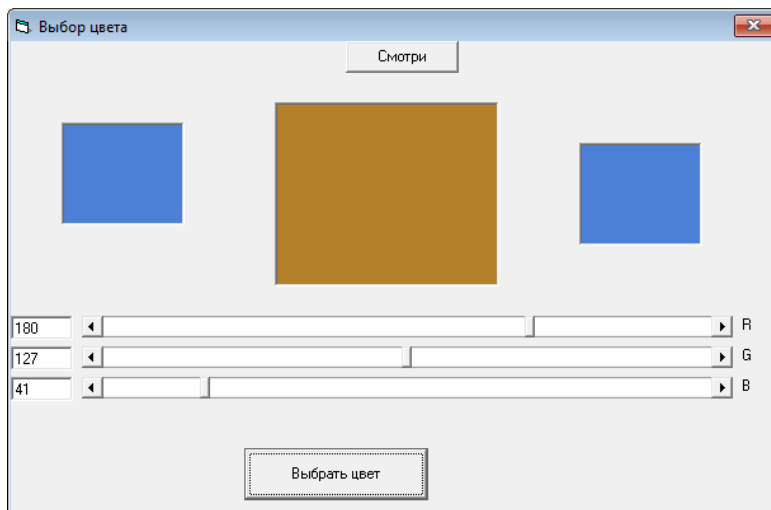


Рисунок 2 – Модуль обучающий – выбор цвета

Между чистотой цвета и цветовым тоном, определяющим цветность, и координатами цветности существует взаимосвязь. Эта взаимосвязь отражена на цветовом теле Рабкина. Компьютерная программа демонстрирует развертку наружной поверхности такого тела (рисунок 3).

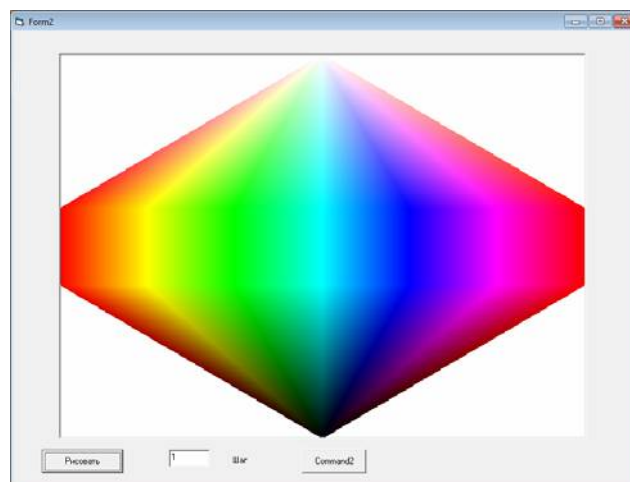


Рисунок 3 – Цветовая палитра основных цветов (Цветовое тело)

В центральной части тела (по экватору) нанесены чистые цвета, которые являются комбинацией двух составляющих с переходом от красного к зеленому, затем к синему и возвращением опять к красному цвету. К полюсам тела эти чистые тона плавно переходят к белому цвету (наблюдается рост светлоты) и к черному цвету (падение насыщенности). При желании студенты могут увидеть изменение цвета в сечении тела Рабкина любой плоскостью, проходящей через ось симметрии тела.

В принятой цифровой системе можно отобразить  $256^3$  или почти 18 000 000 цветов. Такое количество цвета является избыточным. Глаз человека может различать гораздо меньшее количество. Для дальнейших цветовых исследований необходимо уменьшить количество анализируемых цветов.

В исследовательском блоке выполнен анализ возможности снижения количества цветов для оценки цветового решения архитектурных объектов. Студенты самостоятельно подбирают оптимальный шаг изменения параметров цвета, при котором становятся заметными погрешности дискретизации цвета. На рисунке 4 показаны результаты использования шага в 32 единицы цифровых шкал каждого цвета в интервале от 16 до 240. В правой части компьютерных форм показано непрерывное изме-

нение цвета, а в левой – дискретное. При этом вся цветовая гамма из миллионов возможных цветов сведена к 512 цветам, часть которых приведена на рисунке 4. На нем показано членение поверхностей цветового тела (рисунок 1) на 8 слоев по трем взаимно перпендикулярным поверхностям. На рисунке отмечены также опорные цветовые точки, которые присутствуют в колористической базе программы (см. рисунок 5).

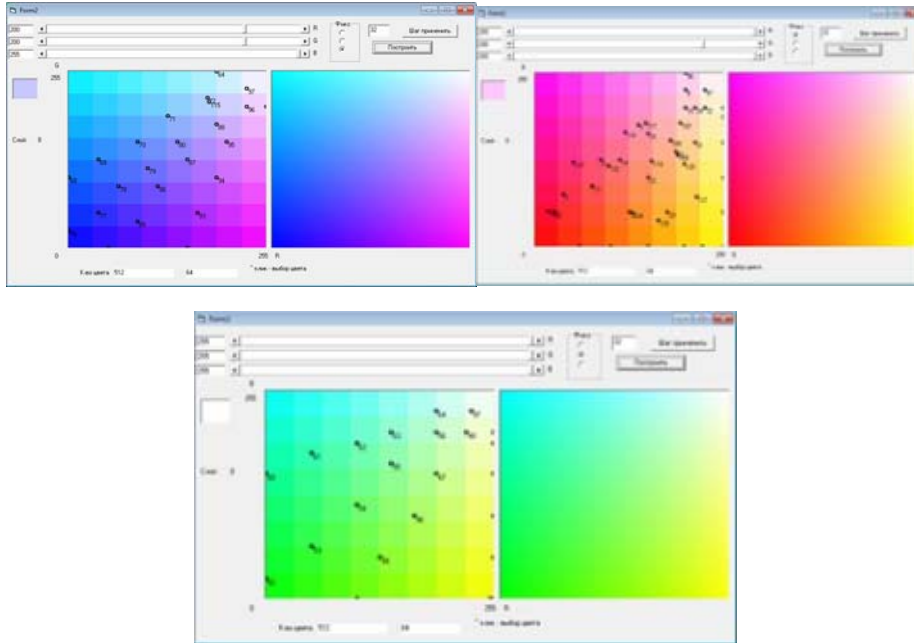


Рисунок 4 – Результат дискретизации цветовой гаммы

Студентам предлагается поучаствовать в составлении цветовой базы сочетания различных цветов и их эмоционального воздействия. На рисунке 5 показаны 167 характерных цветовых точек, для которых составлено несколько тысяч сочетаний с различными эмоциональными характеристиками: спокойное, возбуждающее, природное и т.д. Характерные цветовые точки показаны внутри колористического куба, а также на его восьми слоях.

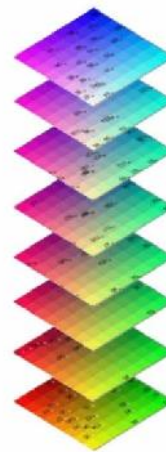
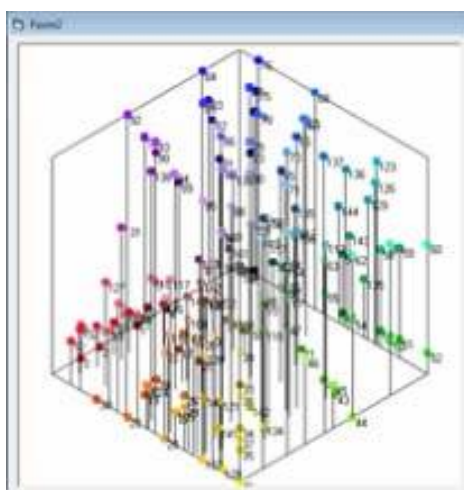


Рисунок 5 –Характерные цветовые точки в колористическом кубе

Выполненные предварительные исследования позволили разработать программный модуль по анализу цветового решения архитектурных объектов. В качестве примера выполнена колористическая оценка интерьера, приведенного на рисунке 6. На фотографии интерьера выделена область, для кото-

рой определены цвета, присутствующие в наибольшей степени. Восемь наиболее часто встречающихся цветов показаны в правой части рисунка 6. Основной цвет, встречающийся во фрагменте интерьера, занимает 11.9% площади поверхности.

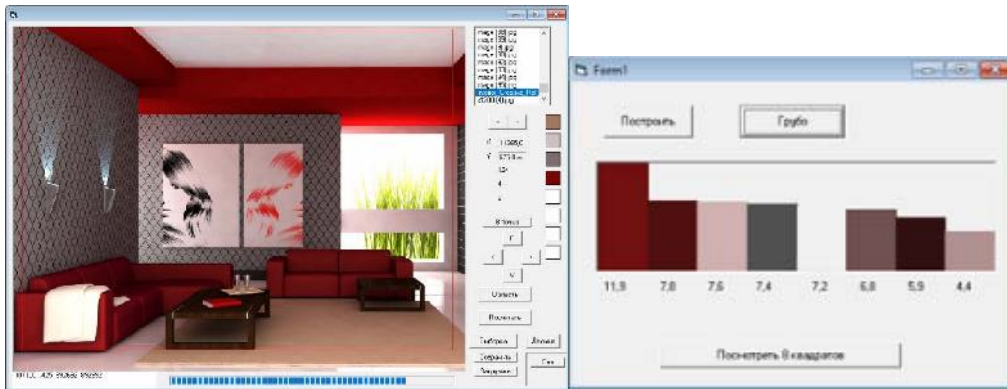


Рисунок 6 – Результат оценки цветового решения интерьера

По результатам расчета определены координаты точек сочетания цветов в колористической системе (рисунок 7). На этом рисунке показаны 8 слоев цветового тела с характерными цветами. В нижней части рисунка приведены цвета, обнаруженные программой в выделенном фрагменте интерьера с указанием частоты их присутствия.

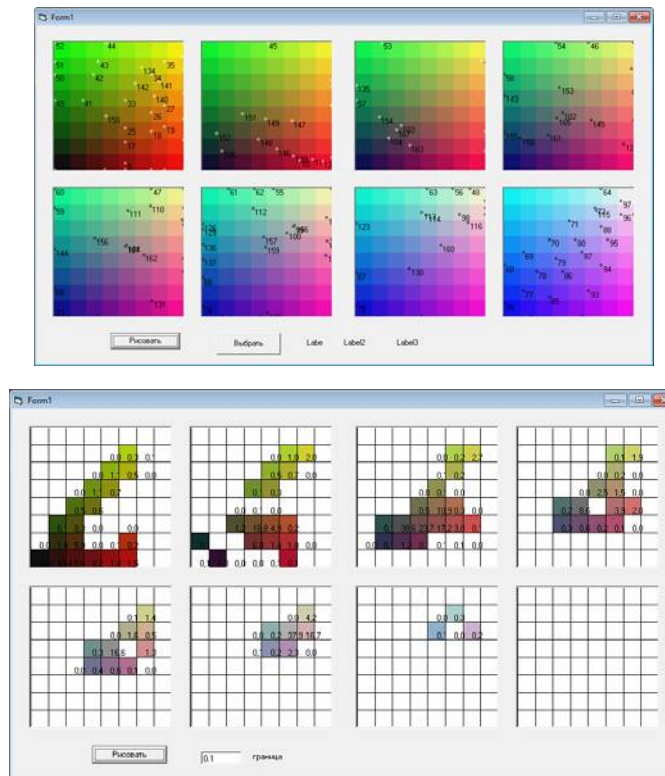


Рисунок 7 – Результаты анализа колористического решения интерьера

В проектном блоке из колористической базы подобран цвет (номер 146), который наиболее близок к доминирующему цвету в интерьере. Для этого цвета программа предложила возможные его сочетания с другими цветами из колористического набора (рисунок 5). Эти сочетания показаны на рисунке 8. Основной цвет интерьера присутствует в сочетаниях, оказывающих эмоциональное воздействие: возбуждающее, природное, теплое или женственное (рисунок 8). Однако, сочетания цветов интерьера в наибольшей степени соответствуют комбинациям цветов под номерами 4 (цвета 146, 165, 150) и 12 (цвета 146, 147, 162). Воздействие этих цветов оценивается как природное и теплое. Не-



большое присутствие красного цвета под номером 132 придает интерьеру женственность и может оказывать возбуждающее воздействие.

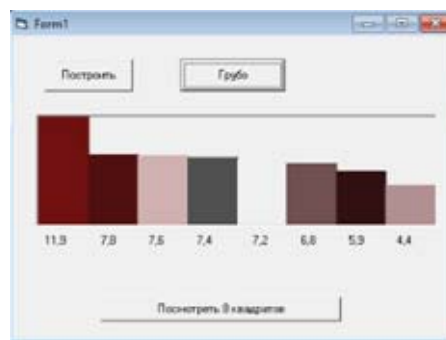
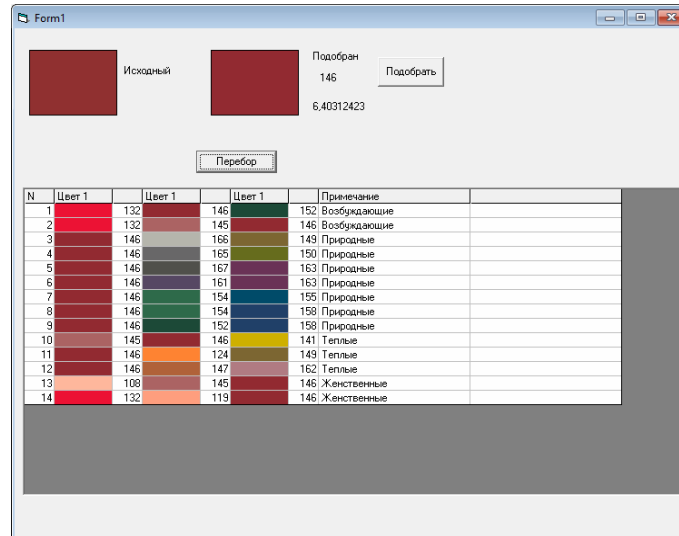


Рисунок 8 – Определение эмоционального воздействия основного цвета интерьера с другими цветами из базы данных

Вывод: представлена компьютерная программы по определению цветового решения интерьеров помещений и фасадов зданий. Программа позволяет с помощью автоматизированных методов получать объективную количественную характеристику цветовых решений различных архитектурных объектов[4,5,6]. Эта информация может быть полезна студентам в процессе изучения архитектурной колористики и для анализа эмоционального воздействия архитектурных объектов на их наблюдателей.

#### Список использованных источников

1. Беляева, Е.Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия/ Е.Л. Беляева. - М.: Стройиздат,1977. — 127с.
2. Кузнецова Н.В., Савельева К.М. Информационный образ архитектурного объекта: Современный взгляд /Кузнецова Н.В., Савельева К.М. // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта.Издательство ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2018. С. 88-93.
3. Минервин Г.Б. и др. Дизайн архитектурной среды: Учеб. для вузов: Спец. «Архитектура» / Г.Б. Минервин, А.П. Ермолаев, В.Т. Шимко, А.В. Ефимов, Н.И. Щепетков, А.А. Гаврилина, Н.К. Кудряшев. – М.: «Архитектура-С», 2006. – 504 с.
4. Сергеева А.А., Кузнецова Н.В. Принципы колористической организации исторической части города / Сергеева А.А., Кузнецова Н.В. //Творчество и современность. 2017. № 2 (3). С. 39-44.
5. Сергеева А.А. Колористические особенности архитектуры г.Тамбова /Сергеева А.А.//Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых. Сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых./Издательство ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2016. С. 520-526.

6. Сергеева А.А., Кузнецова Н.В. Колористический анализ исторической застройки Тамбова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 35-летию института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. Издательство ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2014. С. 47-53.

УДК 721.021.22

67.01.45: Преподавание строительных дисциплин и архитектуры. Обучение, повышение квалификации

## ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ РИСУНКА СРЕДСТВАМИ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ВОЛГОГРАДА

Колышев Ю.Б.,

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный политехнический университет», профессор кафедры «Дизайн и монументально-декоративное искусство» института архитектуры и строительства  
e-mail: tango7412@gmail.com

### Введение

Студенты, будущие архитекторы и дизайнеры, изображают, наглядно познают дошедшие до нас исторические постройки, предметы быта и орудия труда – жизненные ценности, результаты творческого опыта мастеров предшествующих поколений, – и начинают осознавать значение предстоящей деятельности зодчего, роль творческой личности в развитии региона.

На основе восприятия и анализа городского пространства, организации материально-пространственной среды, приобретения умений графической передачи трехмерности изучаемых архитектурных сооружений с натуры и по воображению студенты делают выводы и умозаключения о целях профессионально ориентированного изучения и освоения обширных материалов архитектурно-культурного наследия Царицына – Сталинграда – Волгограда.

Одной из важнейших целей методической направленности художественной подготовки на основе профессионально ориентированного подхода в создании новых объемно-пространственных форм является формирование творческой личности будущего архитектора и дизайнера, обладающего нравственными качествами, необходимыми для сохранения историко-культурного и природного наследия Царицына – Сталинграда – Волгограда.

История, природное и культурное наследие уникальной территории, охватывающей междуречья Волги, Ахтубы и Дона, исследуются с XV–XVI в. во многих направлениях. Приоритетными для темы исследования являются публикации 2013–2018 г., посвященные изучению и сохранению историко-культурного наследия нашей страны, нашего народа, а также материалы статей автора данной работы, позволяющие организовать профессионально ориентированный процесс познания средствами рисунка исторических и современных мест Волгограда [5, с. 96], [6, с. 443], [11, с. 49].

Новизна исследования заключается в определении значения профессионально ориентированного подхода при изучении опыта предыдущих поколений в строительстве архитектурных объектов региона как основы предстоящей творческой архитектурной деятельности, гармонизирующей среду обитания, внося новое не в ущерб созданному.

Изучение истории, природных богатств, архитектурного наследия края играет важную роль в возрождении патриотизма современной молодежи, в связи с чем тема исследования является актуальной.

### 1. Исторические факты Царицына – Сталинграда – Волгограда

Иностранцы купцы и путешественники Христофор Бэрро, А. Олеарий и др. писали о нашем крае и выполняли зарисовки Царицына в XV–XVI в. (рис. 1) [1], [2, с. 13].



Рисунок 1 – Крепость Царицын. Олеарий. 1636 г.



Рисунок 2 – Храм Иоанна Предтечи



Рисунок 3 – Пойма реки Царица

Доктор исторических наук Г.В. Орлов [10, с. 8] выявил факты о том, что рождение Царицына в 1589 г. укрепило обороноспособность Русского государства на южных его рубежах и река Волга стала неотъемлемой частью России. Впоследствии это подтверждено образованием по приказу Петра I Сторожевой линии между Волгой и Доном (рис. 2).

Ко времени царствования Екатерины II в Царицынском уезде уже существовали старейшие села – Бекетовка, Отрада, Ельшанка, Дар Гора (рис. 3), на севере Мечётка (Ныне Спартановка). На юге, по распоряжению императрицы, образована Сарепта (рис. 4) – немецкая колония, содействующая по ее планам развитию новых технологий в сельском хозяйстве и текстильной промышленности. В организованных ремесленных училищах Сарепты мальчики обучались столярному и слесарному делу, а девочки – рукоделию и текстильному ремеслу. Запасы ергенинских минеральных вод, найденных в Сарепте, спасали население от эпидемий чумы и холеры.



Рисунок 4 – . Ансамбль Сарепта. 18в.

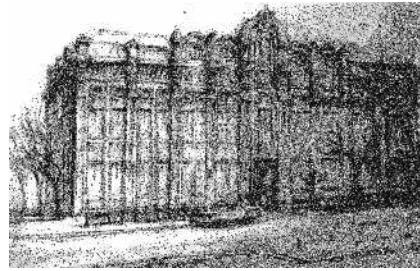


Рисунок 5 – Особняк А. Шлыкова. 19 в.

В конце XIX в. в Царицыне бекетовская лесопереработка по техническому уровню не уступала лучшим заграничным образцам. Эффективность железнодорожной и водной магистралей, дешевая рабсила создали условия для строительства металлургического завода «Урал-Волга» (ныне «Красный Октябрь»). Главным земельным собственником в округе было казачество. Паевые дольствия казаков дополнялись пашнями общего пользования, что оказывало влияние на развитие земледелия и скотоводства. Население Царицына к 1909 г. возросло до 100 тысяч жителей (рис. 5).

Первая мировая война 1914 г. принесла разорение и голод. В 1917 г. на перевыборах Царицынского совета победили большевики.

Исследователь Г.В. Орлов отмечает, что период социалистического строительства прежде всего был направлен на преодоление разрухи, последствий войн – Первой мировой и гражданской.

В Сталинграде начинают формироваться планировочные системы, развивается строительство жилого, общественного и промышленного фондов.

«Проблема кадров превратилась у нас в проблему поистине животрепещущую» [4; с. 13]. В 1930 году, в Сталинграде образованы Механический и Строительный институты. Основной упор делался на специалистах промышленных предприятий и инженерах-градостроителях.

Велико значение Сталинграда в истории Великой Отечественной войны 1941–1945 г. Победа в Сталинградской битве 1942–1943 г. явилась переломным этапом в разгроме фашистских немецких войск. Послевоенное восстановление Сталинграда активизировалось Черкасовским движением, поднявшим добровольцев со всей страны на помощь возрождению из руин города на Волге (рис. 6, 7).



Рисунок 6 – Руины Мельницы

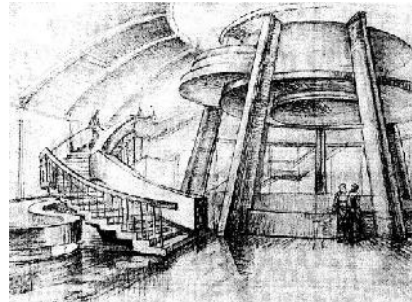


Рисунок 1 – Интерьер Панорамы Сталинградской битвы

С 1958 г. строительство Сталинграда-Волгограда переходит к комплексной застройке, планировке главных магистралей (рис. 10), к формированию Центрального и других районных ансамблей города. Благоустраивается одна из красивейших набережных Волги, определяющая новый архитектурно-художественный облик города (рис. 8). На Волге сооружена мощная плотина ГЭС. Сбылась мечта Петра I о проведении по степям между Волгой и Доном судоходного канала, оснащенного совершенной системой шлюзов (рис. 9).

Открылись вновь построенные вузы – Технический, Инженеров городского хозяйства, Сельскохозяйственный и Педагогический, стали действовать библиотека имени М. Горького, театры – Музыкальный и Драматический, музеи – Краеведческий и Изобразительных искусств и пр.

В Волгоградском институте инженеров городского хозяйства, по инициативе архитектора А.В. Баранского, в 1969 г. основана кафедра «Архитектуры» по подготовке будущих зодчих [4].



Рисунок 8 – Набережная р. Волга



Рисунок 9 – Волго-Донской канал



Рисунок 10 – Путепровод канал

## 2. Методика применения профессионально ориентированного подхода в изучении архитектурного наследия Царицына – Сталинграда – Волгограда

В решении поставленных задач данного исследования приоритетными являются научные труды [5], [6], [8], [11], позволяющие развивать методику профессиональной ориентации на предстоящую деятельность архитектора и дизайнера в создании новых пространственных форм.

Студенты с натуры и по представлению изучают, переосмысливают и создают средствами рисунка образы архитектурных объектов, открывают особенности историко-культурного наследия и природной красоты родного края, в среду которого им придется в будущем вводить свои творения.

Достижение этих целей возможно при условии учета специфики архитектурного рисунка – выявления формы объектов во времени (истории), пространстве (среде) и движении (строительстве) [15, с. 107]. Рисование – процесс мышления, строительство – это процесс мышления, отсюда рисование – это строительство [14, с. 124].

Ключевым вопросом здесь является осознание обучающимися значения приобретенных знаний, открытий и умений для творческой архитектурной деятельности.

Методические задачи:

- изучение средствами рисунка архитектурного наследия Царицына – Сталинграда – Волгограда;
- учет специфики художественной подготовки будущих архитекторов и дизайнеров;
- познание истории градостроительного пространства родного края, проблем его сохранения, развития и популяризации.

В работе целесообразно использовать метод дедукции – «от общего к частному», от комплексного познания совокупности исторических, природных и культурных взаимосвязей к понятиям реализации конкретных задач:

- изучение этапов развития, характера построек славянских поселений на Нижней Волге, специфики строительства, планировки и благоустройства города Волгограда и области [12];
- овладение совокупностью знаний стилевых особенностей архитектуры, умениями изображения архитектурных сооружений в их историческом развитии и модификации [7, с. 58];
- создание условий для активного отношения к совмещению в изобразительном процессе работы в натуры, по представлению и воображению [13, с. 104–108].

## 3. Содержание учебных заданий работы с натуры, по представлению и воображению

Выбор условий для рисования с натуры (перспективная ситуация – точка зрения, положение картинной плоскости) и наличие опыта познавательно-изобразительной деятельности позволяет студентам целенаправленно наблюдать и изучать панораму города, рисовать его планировку по представлению и осознавать, что градостроительное пространство, ландшафты Волгограда высокого правого берега подковообразно изогнутой Волги с юга начинаются холмами Ергени (Красноармейский район),

переходят в рельефы Лысой горы и горной поляны (Кировский и Советский районы), ближе к центру находится Дар-гора (Ворошиловский район), далее на север от Центрального района возвышается легендарный Мамаев Курган, севернее которого располагаются Краснооктябрьский, Тракторозаводской районы и новостройки Спартановки (рис. 11).

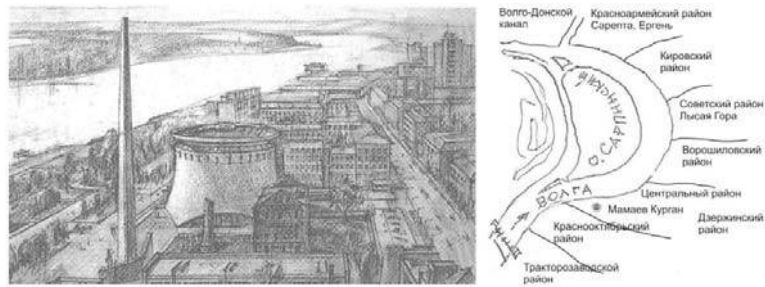


Рисунок 11 – Панорама Волгограда

Результатами познавательной-изобразительной деятельности являются основные рисунки (дли-тельные) и дополнительные задания (наброски с целью сбора материала для творческой работы).

В основных рисунках будущие архитекторы изучают и выявляют характерные черты архитектур-ных сооружений Царицына – Сталинграда – Волгограда, сохранившихся, несмотря на колоссальные разрушения от бомбардировок Сталинграда 1942–1943 г.: ансамбль XVIII в. (ныне музей Старая Са-репта), особняк XIX в. купца Шлыкова (ныне Казачий театр) (рис. 4, 5) и стиливые объекты конструк-тивистов 20-х годов XX в. (дом Грузчиков, проходная Тракторного завода и др.).

Восстановленный город студенты воспринимают и изображают как монумент с прямолинейными проспектами и помпезными зданиями сталинского ампира, памятниками, воздвигнутыми героям Ста-линградской битвы (Аллея героев, Площадь Павших борцов, ансамбль «Героям Сталинградской бит-вы»), и современной высотной точечной застройкой (рис. 12 а, б).

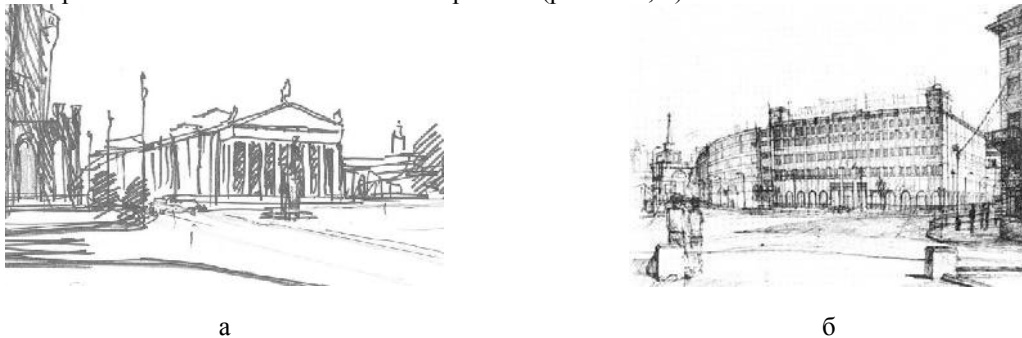


Рисунок 12 – Площадь Павших борцов, а – Новый экспериментальный театр, б - Главпочтамт

В учебных рисунках студенты выявляют взаимосвязи архитектурных ансамблей с городской сре-дой (масштабность, структурирование, оптимальное решение композиционного центра) [9, с. 20]. В дополнительных набросках деталей объектов и малых архитектурных форм, несущих дух своего вре-мени, подчеркивают функциональность, выразительность декора и фактуру строительных материа-лов. Обучающиеся не только приобретают практический изобразительный опыт, но и одновременно знакомятся с бытом, традициями жизни донского казачества (рис. 13 а, б).

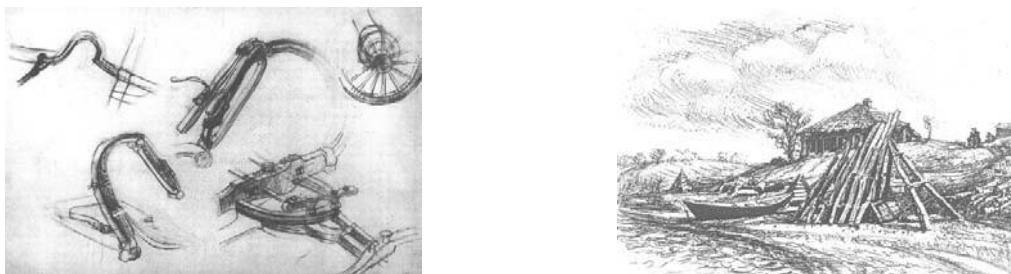


Рисунок 13 – Казачий быт, а – орудия труда, б - бакенщик

На пленэрной практике студенты рисуют с натуры исторические и современные здания города Волгограда и области: Царицынский храм И. Предтечи (рис. 2), постройки музея Старая Сарепта (рис. 4), объекты сталинской архитектуры (рис. 9, 12 а, б), первый шлюз Волго-Донского канала (рис. 10), орудия труда, быт Донского казачества (рис. 13 а, б), ансамбль Мамаева Кургана (рис. 14).

Изобразительный опыт работы с натуры и по представлению (по планам, фасадам) несет в себе ценный потенциал для рисования по воображению с наглядной проверкой замыслов, идей при создании архитектурных и дизайнерских проектов сооружений и элементов благоустройства территорий. Работа по воображению происходит в творческих мастерских.

В вузе студент-архитектор обязан:

- знать историю, традиции, архитектурное наследие родного края; законы формообразования материально-пространственной среды; принципы исследовательской работы – критического анализа, самоконтроля и оценки полученного результата;
- уметь уверенно и свободно выражать свою мысль графическими средствами; осознанно применять знания и умения в архитектурной области;
- владеть разнообразными техническими приемами рисунка и умением их реализации в архитектурно-проектной работе.

Приобретение вышеуказанных знаний, умений и навыков зависит от степени инициативности, активности в работе, от наличия интереса обучающихся к изучению изображаемой натуры [5, с. 51].



Рисунок 14 – Течет Волга

Пометки, собственные умозаключения и открытия, которые выполняются на свободных полях рисунка, показывают последовательность раскрытия разрабатываемой темы и совершенствуют познавательно-исследовательскую работу. Изучение органичного слияния человека со средой средствами рисунка формирует архитектора-созидателя, а не рисовальщика, «пассивно копирующего натуру» [15, с. 7]. Рисунок будущего архитектора – это графический комплекс ортогоналей – плана, фасадов, разрезов и их трансформации в наглядные виды [13, с. 104–108].

Внедрение профессионально ориентированного подхода в художественную подготовку будущих архитекторов и дизайнеров способствует приобретению обучающимися умений наглядного выражения своих замыслов на бумаге, передачи сути организации городской среды и донесения архитектурной идеи до зрителя. То есть тех профессиональных качеств, которые так необходимы при решении творческих задач в архитектурном проектировании [3, с. 47].

### **Заключение**

Анализ полученных результатов подтверждает, что без профессионально ориентированного интереса к истории родного края, основным этапам его существования, осознания ценностей его культурного и природного наследия невозможно достичь эффективности художественной подготовки творческой личности архитектора и дизайнера, повышения ее роли в бережном отношении к природе, богатствам ее животного и растительного мира, к архитектурно-художественному наследию.

Познавательные задачи учебного рисунка формируют у студентов способность целенаправленно наблюдать архитектурные объекты, природу, делать выводы, определять главное – трехмерность пространства, функцию, красоту и образность архитектурной среды, в которую обучающимся придется



вводить в будущем свои творения. Архитектурные рисунки студентов раскрывают идеи, замыслы и наглядно демонстрируют достигнутые результаты.

Целенаправленное рисование достопримечательных исторических и современных мест Волгограда и области позволяет популяризировать объекты историко-культурного наследия Юга России путем участия студенческих учебных работ в выставках и конкурсах архитектурного рисунка различных уровней.

В дальнейшем мы предполагаем расширять имеющиеся научные связи с международными архитектурными школами. В нашем вузе увеличивается количество иностранных студентов, интересующихся историей России и Нижнего Поволжья. Активное творческое участие преподавателей и студентов в Международных конференциях и конкурсах архитектурного рисунка открывает возможности признания достижений нашего вуза в области академической деятельности по художественной подготовке будущих зодчих.

#### Список использованных источников

1. Бэрро Х. Хрестоматия по истории Подонья и Приазовья Кн. 1. Ростов н/Д: Ростовское обл. кн-во, 1946. 170 с.
2. Водолагин М.А. Очерки истории Волгограда. Москва: Изд-во «Наука», 1968. 448 с.
3. Гавричков А.А. Архитектурная графика России второй половины XIX – начала XX в.: на опыте Петербургской архитектурной школы: Автореф. дисс. ... доктора архитектуры: 18.00.01 / Гавричков Алексей Алексеевич. Ленинград, 1988. 47 с.
4. Головкин Г.М. Время и люди. Очерки истории ВолгГАСУ Часть 1. Волгоград: изд-во ВолгГАСУ, 2007. 181 с.
5. Жилкина З.В. Рисунок, развивающий архитектурное мышление. Москва: Архитектура «С», 2012. 96 с.
6. Кольшев Ю.Б. Рисунок архитектурных форм и пространств: Учеб. пособие. Волгоград: ВолгГАСА, 1997. 112 с.
7. Кольшев Ю.Б. Рисунок и архитектура Волгограда // Архитектурно-художественное образовательное пространство будущего: Сб. материалов международной научно-методической конференции / Науч. ред. Л.В. Карташова. – Ростов н/Д: ЮФУ, 2015. С. 135–137.
8. Кольшев Ю.Б. Методика познания историко-культурного наследия родного края в художественной подготовке будущего архитектора // Архитектура и искусство: от теории к практике: Сборник тезисов Междунар. науч.-практич. конф. / Отв. ред. А.М. Иванова-Ильичева, О.А. Кудинов; ЮФУ. Ростов н/Д; Таганрог: изд-во Южного Федерального университета, 2018. С. 443–447.
9. Кольшева Д.О. Структурирование модуля церкви Троицы в Никитниках в Москве // Студенческое творчество в архитектурно-художественной культуре России: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции студентов и магистрантов. Ростов н/Д: ИАрХИ ЮФУ, 2011. С. 20.
10. Орлов Г.В. История родного края: Волгоградский регион (1589–2007): Учебная книга. Волгоград: Издатель, 2007. 288 с.
11. Регамэ С.К., Маркус К.Б. Историко-культурный каркас России. Подход к выявлению // Градостроительство. 2013. № 1 (23). С. 48–56.
12. Серебряная В.В. Культовое зодчество Волгоградской области. Волгоград: ГУ «Издатель, 2002. 336 с.
13. Соняк В.М. Архитектурное пространство. Методика освоения в курсе рисунка // Совершенствование методов обучения рисунку в архитектурно-художественном образовании: Материалы V Международной научно-методической конференции, 2009 г. / Под ред. Е.Н. Лихачева; НГАХА. Новосибирск: Новосибирская гос. архитектурно-художественная акад., 2010. С. 104–108.
14. Суинделл С. Взаимосвязь между художественным рисунком, абстракцией и архитектурным чертежом // Архитектурный рисунок: современные технологии обучения: Учеб. пособие / Ред.-сост. В.М. Соняк. Екатеринбург: Архитектон, 2005. С. 145.
15. Тихонов С.В., Демьянов В.Г., Подрезков В.Б. Рисунок: Учеб. пособие для вузов. Москва: Стройиздат, 1983. 296 с.

## О РАЗВИТИИ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБУЧЕНИИ РИСУНКУ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ

**Мамугина В.П.,**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. пед. наук, доцент,  
доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»  
e-mail: mamugina@mail.ru*

Ведущей задачей в подготовке архитектора в высшей школе является обучение организации материально-пространственной среды. В изучаемых курсах направления подготовки - «Архитектура», она реализуется в том числе и через изобразительную дисциплину - «Рисунок». Одним из путей решения данной профессиональной задачи является развитие объемно-пространственного мышления. «Мышление, - как отмечает художник-педагог В.С. Кузин, - есть высший познавательный процесс, направленный на раскрытие общих и существенных свойств, признаков предметов и явлений и имеющихся между ними закономерных связей» [1, с.149].

В обучении рисунку следует направлять процесс мышления на познание и осмысление закономерностей формообразования предметов, их характеристики в пространственной среде. Понимание многообразия и общности предметного мира позволяет создавать изображения логически осмысленными и качественными.

Целью нашей работы является предложить методику работы по развитию объемно-пространственного мышления на основе опыта работы со студентами-архитекторами.

Задания основаны на воспроизведении окружающей действительности с натуры, по памяти и по представлению с постепенным усложнением форм и их характеристик в пространстве. В основу обучения берется линейно-конструктивный рисунок. Метод геометрического анализа – эффективный метод познания всех объектов, который способствует пониманию формообразования предметного мира [2]. Используя геометрические плоскости, можно проанализировать объем (конструкцию) объекта. Моделирование в рисунке с использованием плоскостей позволяет понять форму любой сложности и её расположение в пространстве [4].

Задания группируются нами в темы по постановке главной задачи - передачи объема и пространства в рисунке. При этом должны решаться и текущие задачи рисунка: организация плоскости; передача конструкции, объема, пропорций; характеристика формы в пространстве.

1. Изображение с натуры и по представлению абстрактных геометрических форм с объемной и пространственными характеристиками (цилиндр, пирамида, шар и т.д.).

2. Рисование архитектурных форм, имеющих в основе конструкции комбинаторику абстрактных геометрических тел (архитектурные детали и архитектурные формы).

3. Создание композиций с натуры и по представлению из геометрических форм и архитектурных деталей.

4. Рисование человека.

5. Изображение закрытого пространства (интерьер).

6. Рисование открытого пространства (пейзаж).

На начальном этапе образовательного процесса по изучению передаче объема, пространственных явлений в рисунке используются абстрактные геометрические тела. Решается как задача создания трехмерного изображения самой формы, так и ее вариативного по ракурсу изображения в организованном пространстве плоскости листа. Вначале предлагается выполнить на одном листе в одном и том же положении рисунок с натуры геометрического тела с конструктивным и тональным решением. Для передачи иллюзии глубины пространства, удаленности и объемности предмета применяется линейная и воздушная (тональная) перспектива. Затем идет рисунок по представлению этой же формы, но с выполнением нескольких его изображений с различными пространственными характеристиками (выше уровня зрения, на уровне зрения, в наклонном положении и т.д.). От студентов требуется умение представить и изобразить форму с разных точек зрения, передавая объем, пространственную характеристику формы. Данное задание подготавливает рисующих к выполнению более сложных по объемно-пространственному решению изображений.

После освоения простых форм, следует изучение более сложных объектов, которые состоят из комбинации простейших геометрических форм. Важным занятием по рисунку является изучение объектов профессиональной направленности – зданий и сооружений. В качестве примера возьмем одну из таких архитектурных форм (здание). На основе исследования натурального объекта, выполняется

эскиз. Затем проводится анализ конструктивной основы путем вычленения простых объемов, составляющих основу данной комбинированной формы, -кубов, призм, цилиндров, конусов. На одном листе изображается само здание и объемы, входящие в его конструкцию (рис. 1). В данном задании у студентов формируется понимание конструктивной основы сложной формы, умение передавать с помощью законов перспективы изображение, как самого объекта, так и форм его конструкции.

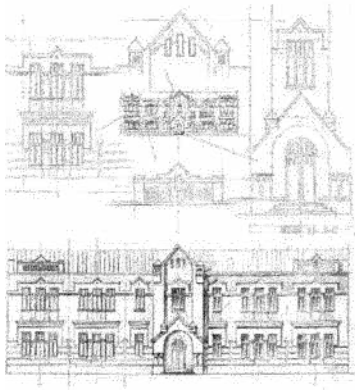


Рисунок 1 – Зарисовки конструктивных элементов здания

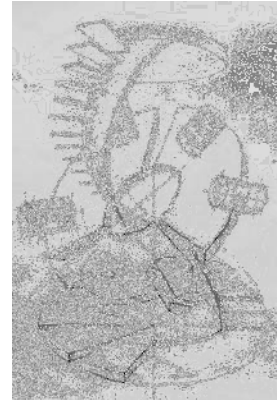


Рисунок 2 – Композиция по представлению



Рисунок 3.– Фигура человека в средовом пространстве

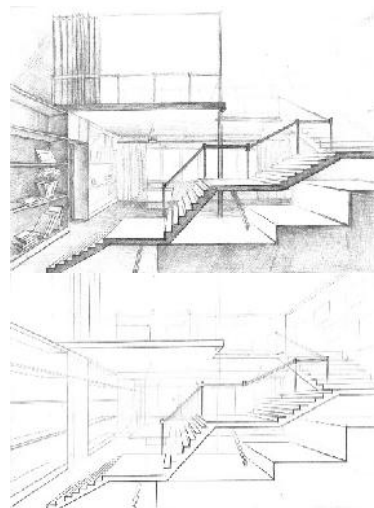


Рисунок 4 – Рисование пространства (интерьер)

Работа над композицией по представлению, состоящей из геометрических тел с включением архитектурных деталей и форм, выполняется как задание на закрепление основ рисования простых объемных форм и изучение передаче пространственных явлений на плоскости. В ней используется много абстрактных геометрических тел, несколько архитектурных форм или деталей. Важным в этой работе является усложнением пространственной организации. Студенты учатся выбирать тот или иной тип движения в композиции для передачи образа. Формы объединяются в единое тело и распределяются в пространстве на основе выбранного движения. Тип движения определяется характером заданного образа: динамичный – статичный, пластичный – ритмичный; основанный на контрасте или нюансе, симметрии или асимметрии. При этом требуется соблюдение законов композиции: наличие композиционного центра, равновесия, гармонии, целостности, выразительности. Для этого осуществляется поиск главных и второстепенных форм. Путем частичного наложения, врезания одних форм в другие, происходит образование «ядра» композиции. Относительно его в дальнейшем осуществляется пространственная организация второстепенных форм, помогающих раскрыть идею (рис. 2).

Рисование сложной объемной формы - человека, является одним из важных разделов в подготовке будущих архитекторов по рисунку. Человек является модулем в архитектурном проектировании. Сложная комбинированная форм требует последовательного, исследовательского подхода. Вначале

осуществляется изучение и изображение форм, связанных с головой человека: частей лица, костной и мышечной основы (рисование черепа, экорше) и, затем, собственно головы. Обучение изображению фигуры человека также осуществляется костной и мышечной основы к собственно фигуре человека (гипсовые модели и живая фигура человека). Частой ошибкой в методике обучения является то, что главным образом, изучаются: строение, конструкция, пропорции, движение формы. Задача передачи объемной формы в пространстве имеет место, но она выступает не в качестве главной. Это объясняется сложностью объекта изучения. Для упрощения задачи изучения и изображения сложной комбинированной формы используется нейтральный фон. Конечно, это оправданно этапом образовательного процесса, когда в качестве ведущих задач выступают изучение пропорций и конструкции более сложной, чем ранее форм. Тем не менее, как показывает опыт, длительное рисование одного объекта на листе с использованием нейтрального фона, усложняет освоение пространства студентами в дальнейшем, в котором будут присутствовать несколько предметов. Необходимо, по нашему мнению, сбалансированный подход к распределению заданий на протяжении обучения студентов рисунку, основанный на сочетании рисования формы на нейтральном и разработанном фоне. Так, например, при рисовании фигуры человека с натуры следует включать сразу и задачу проработки фона. Он может быть с неглубоким и глубоким пространством, более или менее проработанным (рис.3). Но обязательно вводить его на каждом этапе образовательного процесса. Иначе в дальнейшем формирование у студентов понимания формы в пространстве затруднительно. Частой ошибкой при рисовании на нейтральном фоне является подчеркнутый контур. К этому приводит желание рисовальщика отделить форму от фона. Чем раньше вводится разработка фона, тем быстрее происходит освоение задачи передачи объемной формы в пространстве.

Затем студенты подходят к работе над рисованием закрытого и открытого пространства, используя знания в изображении как отдельных предметов, так и их групп. Выполняются рисунки интерьеров, скверов, площадей и др.

Прежде всего рассмотрим методические вопросы, связанные с изображением закрытого пространства. Передача визуально воспринимаемых пространственных явлений в рисунке интерьера имеет свои сложности: глубокое пространство; множество предметов; модульность и пропорционирование предметов в среде; взаимосвязь перспективного построения интерьера базовых плоскостей (стены, пол, потолок) и предметов, входящих в него. Перспективное изображение стен, потолка, пола, как правило, простой этап и знаком студентам по изучению построения геометрических тел. Те же законы линейной перспективы. Трудности возникают при размещении объектов интерьера. Прежде они рисовали один или несколько предметов, входящих в натюрмортную постановку. В интерьерной работе задача усложняется. Это связано с увеличением объектов и пространства между ними. Расстановка предметов будет более точной, если начинать, прежде всего, с размещения их оснований. Получается, что на плоскости пола появляются сначала изображение плоских форм (квадраты, круги, прямоугольники). Имея перспективное изображение пола, проще построить основания предметов сначала тех, которые параллельно расположены стенам. Направляются в те же точки схода перспективные линии оснований объектов, как и базовых – стены, пол, потолок. Те же предметы, которые находятся не параллельно стенам, то, после уточнения места их на плоскости пола, определяем углы их наклона по отношению к линии горизонта и, соответственно, находим новые точки схода. Затем можно переходить к передаче объема (рис. 4). Здесь очень важно следить за модульностью предметов. Поможет в этом использование схемы-рисунка, в котором относительно величины фигуры человека расставлены предметы интерьера (человек - стол - стул - шкаф - полка и др.). Самый простой вариант, когда условно плоские изображения предметов интерьера располагаются на одном уровне, без перспективных явлений. Студентам так будет нагляднее объяснить понятие «модуль». Кроме того, требуется учитывать модульность предметов, изменение их величины по мере удаления в глубину пространства как одинаковых, так и различных по величине и по форме предметов. Линейная схема перспективного изображения интерьера дает возможность понимания геометрического, модульного и пропорционального строения объектов внутреннего архитектурного пространства. Этап тонального решения позволяет не только усилить пространственное решение, а и придать выразительность и образность всей композиции интерьера.

Изучение изображения на плоскости открытого архитектурного пространства осуществляется на основе законов линейной и воздушной перспективы. Это пейзажные работы: архитектурный, сельский, городской, индустриальный, чистый пейзаж (рис.5). К ним относятся задания, выполняемые с натуры и по памяти (на основе предварительных натуральных зарисовок) в аудиторное время, в процессе самостоятельной работы, во время академических занятий и учебных практик. Здесь акцентируется внимание на организации пространства по законам линейной и тональной перспективы и характеристике в нем объемной формы. Продолжается обучение осмыслению пространственных явлений: заполнение поверхности листа изображением его элементов по горизонтали и вертикали, расположении

ем оснований более близких предметов на бумаге ниже, чем удаленных, изображение близких предметов крупнее, передача моментов загромождения одних предметов другими, понятие об изменении изображаемых объектов по величине и форме в пространственной среде; определение главного и второстепенного в композиции, выявление композиционного центра.

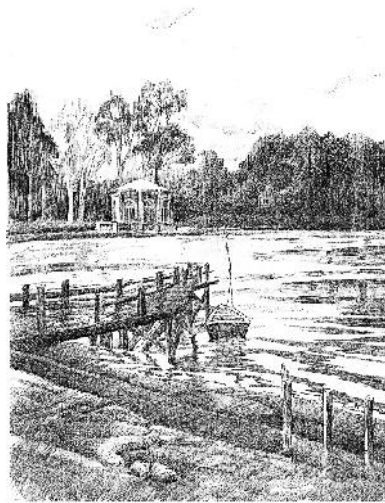


Рисунок 5 – Рисование глубокого пространства

Таким образом, в подготовке будущих архитекторов вузе, ведущее место среди профессиональных задач занимает формирование объемно-пространственного мышления. Недостаточный уровень его развития является одним из наиболее существенных препятствий во внедрении новых технологий. Наличие развитого пространственного мышления, в определенной степени, показатель общего развития человека, а для будущего архитектора является необходимым качеством личности.

Занятия по рисунку в вузе, способствуют решению задачи развития объемно-пространственного мышления и формирования навыков изображения объемно-пространственных явлений на плоскости.

Эффективность методики развития объемно-пространственного мышления в обучении рисунку обеспечивается соблюдением педагогических условий: систематичность и последовательность; постепенное и последовательное усложнение задач; использование визуальных средств компьютерных, графических рукотворных изображений, моделей и др.); использование возможностей смежных дисциплин (макетирование, архитектурное проектирование и т.д.) [3].

#### Список использованных источников

1. Кузин В.С. Психология: Учебник / В.С. Кузин. - М.: Высш. школа, 1982.
2. Ли Н.Г. Рисунок. Основы учебного академического рисунка: учебник / Н.Г. Ли. – М.: Изд-во Эксмо, 2013.
3. Мамугина В.П. Творческое развитие будущих архитекторов в подготовке по рисунку // В.П. Мамугина. Вестник Тамбовского университета. Серия Гуманитарные науки. Тамбов, 2014. Вып. 8 (136). С.60-66.
4. Шембель Л.Ф. Основы рисунка: Учебник для профессиональных учебных заведений / Л.Ф. Шембель. – М.: Высшая школа, 1994.

**ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ СОПРЯЖЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ****Тур В.И.,**

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», профессор, к.т.н., декан строительного факультета, заведующий кафедрой «Архитектурно-строительное проектирование»  
e-mail: v\_tur@mail.ru*

**Тур А.В.,**

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры «Архитектурно-строительное проектирование»  
e-mail: a\_tur87@mail.ru*

Высшее образование в России находится в режиме непрерывного реформирования, начало которому было положено отказом от специалитета и запуском многоуровневой системы болонского формата, что, как сейчас уже видно, было вызвано не реальными потребностями рынка труда, а необоснованным увлечением инновационными моделями развития высшего образования и стремлением гармонизировать систему высшего образования в России с системами высшего образования ведущих и прежде всего Европейских стран.

Реализация этого решения привела к существенной разбалансировке между предложением и спросом на профессии и квалификации на рынке труда, а появление нескольких уровней высшего образования, а именно – бакалавр, магистр, специалист еще более усугубило отношения между работодателями и системой высшего образования.

Возникший конфликт на рынке труда сформировал запрос на повышение качества трудовых ресурсов и прежде всего выпускников высших учебных заведений. Однако как показала практика последних лет, эта проблема системой высшего образования и работодателями стала решаться в основном самостоятельно без согласования друг с другом, что в итоге привело в высшем образовании к череде реформ путем введения различных образовательных стандартов, а профессиональное сообщество пришло к выводу о целесообразности создания системы профессиональных стандартов, хотя нечто подобное в стране уже было, а именно Единый квалификационный справочник должностей (ЕКСД).

По большому счету смысл введения профессиональных стандартов для большинства руководителей предприятий и бизнес-сообщества даже по прошествии более 10 лет запуска данного процесса неочевиден, но здесь сработал принцип, что нужно что-то делать и нужно показать активность, а вдруг, что-то получится. Спустя несколько лет когда стало понятно, что каждая система работает сама на себя, и это приводит к еще большему конфликту на рынке труда, государством было принято решение о сопряжении Федеральных образовательных стандартов (ФГОС) и профессиональных стандартов (ПС).

Однако, как показал анализ, напрямую, т.е. чисто формально сопряжение ФГОС и ПС оказалось невозможным, т.к. эти документы разрабатывались в разной идеологии и методическом инструментарии и совершенно не взаимодействующими коллективами. Это привело к определенной трансформации ФГОС 3 во ФГОС 3+, который должен был быть разработан с учетом наличия ПС.

В целом разумное, но наспех принятое решение создало множество проблем в реализации данной инициативы. Прежде всего не был разъяснен и сформулирован сам термин сопряжение в своей содержательной части, терминологии, методологии, что привело к появлению с нашей точки зрения к неразрешимым противоречиям. Главным из которых является то, что ФГОСы основаны на компетенциях, а в основе ПС лежат виды деятельности, что не позволяет напрямую установить взаимосвязь между ними ввиду разного понятийного аппарата. Кроме того стало очевидно, что ПС разработан на основе существующих сегодня специальностей и соответствует уровню развития экономики сегодня, и это главный принцип их создания, а высшая школа, имеющая длительный цикл обучения, должна готовить специалистов, которые будут работать завтра, а именно через 4÷5 лет. Кроме того, стало очевидно, что ПС могут динамично меняться, дополняться и отменяться, ввиду структурных изменений в конкретных отраслях производства.

Новые профессии рожают новые квалификации, а те в свою очередь требуют новых знаний, умений, навыков [1]. Понимание этих проблем привело к появлению универсальных компетенций, а также к созданию нового механизма сопряжения, а именно такого, что после принятия ФГОС 3+, разрабатываются при-



мерные основные образовательные программы (ПООП), а на их основе вузы разрабатывают основные профессиональные образовательные программы (ОПОП). Таким образом, процесс сопряжения становится трехуровневым. Данные процедуры должны были быть реализованы к 1 сентября 2019 года. Однако в преддверии 1 сентября 2020 года мы видим, что утвержденных ПООП нет, есть проекты ПООП и они где-то на согласовании, что мы получим после утверждения никому не известно.

Следует понимать, что разработка ПООП это сложная, трудоемкая и ответственная часть сопряжения, так как предусматривает разработку примерных учебных планов по профилям бакалавриата и может быть магистратуры, примерных программ дисциплин и других документов [2]. При этом следует учитывать, что в ПООП должны быть реализованы принципы сопряжений компетенций и профессиональных квалификаций, характерных для ПС. Задача усложняется, если ФГОСу соответствует несколько ПС. Процедура разработки ОПОП на основе ПООП также требует своей конкретизации.

Следует отметить, что процедура «сопряжения» ФГОС и ПС обсуждается до уровня корректировки, доработки, трансформации только ФГОСов, но процесс должен быть обоюдный, только в этом случае возможен позитивный результат. «В частности, в ПС необходимо четко обозначить квалификационные уровни и для каждой квалификации разработать полный перечень трудовых функций. Наряду с трудовыми функциями должны быть указаны требования к знаниям и профессиональным умениям, что равносильно профессиональным компетенциям [3].

Из сказанного складывается впечатление, что при данной постановке задачи качественно обеспечить «сопряжение» учебных технологий вузов и интересов реальной экономики невозможно. Формально это будет сделано, но все противоречия останутся нерешенными.

Однако следует понимать, что искусственное сопряжение ФГОС и ПС, а также «форсированное» введение ПС и профессиональных квалификаций в нынешнем виде окончательно выводит экономику и сферу образования на непересекающиеся траектории [3].

Одним из путей решения данной проблемы является воссоздание системы дополнительного образования, которое сегодня преимущественно функционирует на уровне курсов повышения квалификации и органов по выдаче различных удостоверений о повышении квалификации, а также создание системы корпоративного образования.

При этом необходимо максимальное вовлечение в учебный процесс, методическую работу, советы по профессиональным квалификациям (СПК) и центры оценки квалификаций (ЦОК), которые созданы практически во всех отраслях производства, но работают в значительной мере формально и в отрыве от системы образования.

Бесспорно, ключевым звеном в решении проблемы «сопряжения» должна быть система дополнительного образования со своим набором образовательных программ, методик и методологий, учитывающая профессиональные запросы работодателя и конечно же выпускников высшей школы, которые нуждаются в корректировке своих знаний, умений, навыков. Такой посыл предполагают, что в систему дополнительного образования, могут быть вовлечены также студенты старших курсов, у которых сформировалась личностная позиция (мнение) о своей дальнейшей профессиональной деятельности после окончания вуза. В создании такой системы дополнительного образования будут заинтересованы и работодатели, что позволит использовать их производственную базу для различных практик, а может быть и проведения учебного процесса на уровне практических и лабораторных занятий.

В принципе для решения обсуждаемой проблемы все есть, но нужно определенное ее регулирование и балансировка, что предполагает [2]:

- наличие долгосрочных стратегий развития экономики и системы образования всех уровней, включая дополнительное;
- создание объективной и актуализируемой системы информации о состоянии, проблемах и профессиональных потребностях на рынке труда сейчас и в перспективе;
- формирование эффективного социального партнерства между бизнесом и системой образования, нацеленного на решение фундаментальных, долгосрочных программ развития общества.

#### **Список использованных источников**

1. Будзинская О.В., Шейнбаум В.С. Семь лет спустя (концептуальные предложения по поводу формирующейся системы квалификаций) // Высшее образование в России, 2019. № 5. с. 84-92.
2. Тур В.И., Тур А.В. Решает ли проблему качества образования сопряжение ФГОС и ПС.// 9 Всероссийский Фестиваль науки [электронный ресурс]: Сб. докладов в 2-х томах. Том 1 / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, - Н.Новгород: ННГАСУ, 2020. с.557-560.
3. Сенашенко В.С., Стручкова Е.П. Образовательная модель - важный факт влияния на сопряжение системы высшего образования и сферы труда // Высшее образование в России. 2019. № 4. с. 9-20.

Научное издание

**УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ  
РЕГИОНА: АРХИТЕКТУРА,  
СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ**

*Материалы*

*VII-ой Международной научно-практической конференции*

Направление конференции

**«КОНЦЕПЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА»**

Тамбов, 23-25 сентября 2020 г.

---

**Издательство ИП Чеснокова А.В.**

**392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого 14. Тел. (4752) 53-60-84.**

Подписано в печать 22.09.2020 г. Формат 60х90/8.  
Объем – 44,8 усл. печ. л. Тираж 300 экз. Заказ № 607.