

Министерство науки и высшего образования РФ

Министерство строительства и ЖКХ РФ  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Правительство Ивановской области  
Администрация города Иванова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный политехнический университет»



ИВАНОВСКИЙ  
ПОЛИТЕХ



# **ОБЪЕКТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*К 100-летию строительного образования в Ивановской области  
и создания инженерно-строительного факультета  
Иваново-Вознесенского политехнического института*

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
I научно-практического форума  
«SMARTBUILD»**

**23 – 24 ноября 2018 года**

Иваново 2018

УДК 378  
ББК 74.58

Объектно-пространственное проектирование уникальных зданий и сооружений. К 100-летию строительного образования в Ивановской области и создания инженерно-строительного факультета Иваново-Вознесенского политехнического института: сборник материалов I научно-практического форума «SMARTBUILD». – Иваново: ИВГПУ, 2018. – 272 с.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**С.В. Федосов** – академик РААСН, д-р техн. наук, профессор (*председатель*)

Члены редколлегии:

**П.Б. Разговоров** – д-р техн. наук, профессор;

**В.Е. Румянцева** – советник РААСН, д-р техн. наук, профессор;

**В.Н. Федосеев** – д-р техн. наук, профессор;

**В.А. Огурцов** – д-р техн. наук, доцент;

**Л.А. Опарина** – д-р техн. наук, доцент;

**А.В. Огурцов** – канд. техн. наук;

**М.В. Таничев** – канд. техн. наук (*ответственный редактор*)

Информация об опубликованных статьях представлена  
в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

## **Состав организационного комитета форума**

**Президент форума SMARTBUILD:** **Травуш В.И.** – вице-президент Российской академии архитектуры и строительных наук, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Москва).

### ***Сопредседатели форума SMARTBUILD***

**Коробкин С.М.** – заместитель председателя Правительства Ивановской области, руководитель комплекса строительства Ивановской области;

**Румянцев Е.В.** – и.о. ректора ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», д.х.н., доц. (Иваново);

**Колчунов В.И.** – председатель Центрального территориального отделения РААСН, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Курск);

**Федосов С.В.** – руководитель Верхневолжского представительства ЦТО, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Иваново);

**Чернышов Е.М.** – руководитель Центрально-Черноземного представительства ЦТО, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Воронеж).

### ***Представители научного и образовательного сообщества, члены оргкомитета форума SMARTBUILD***

**Акимов П.А.** – главный ученый секретарь, академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Москва);

**Федоров В.С.** – академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Москва);

**Беккер А.Т.** – член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Владивосток);

**Есаулов Г.В.** – академик Российской академии архитектуры и строительных наук, д-р архитектуры, проф. (Москва);

**Захаров А.В.** – советник Российской академии архитектуры и строительных наук, проф. архитектуры (Иваново);

**Койфман О.И.** – член-корреспондент Российской академии наук, д.х.н., проф. (Иваново);

**Лапшин А.Н.** – советник по экономическим вопросам Ивановского объединения профсоюзов, заслуженный экономист Российской Федерации;

**Леонович С.Н.** – иностранный член Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Минск, Республика Беларусь);

**Маткеримов Т.Ы.** – профессор Инженерной академии (ИА КР), профессор Международной академии педагогического образования (МАНПО), декан факультета транспорта и машиностроения КГТУ им. И. Раззакова д.т.н., проф. (Бишкек, Кыргызская Республика);

**Мондрус В.Л.** – член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Москва);

**Неупокоев А.Н.** – генеральный директор «АРТХАБ» (Иваново);  
**Огурцов А.В.** – к.т.н. (Иваново);  
**Огурцов В.А.** – д.т.н., доцент (Иваново);  
**Опарина Л.А.** – член-корреспондент Российской инженерной академии, д.т.н., доцент (Иваново);  
**Пухаренко Ю.В.** – член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург);  
**Радивое Митрович (Radivoje Mitrović)** – декан факультета технологии машиностроения университета Белграда, PhD, проф. (Белград, Республика Сербия);  
**Разговоров П.Б.** – проректор по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» д.т.н., проф. (Иваново);  
**Румянцева В.Е.** – советник Российской академии архитектуры и строительных наук д.т.н., проф. (Иваново);  
**Степанова В.Ф.** – академик Российской инженерной академии, д.т.н., проф. (Москва);  
**Федосеев В.Н.** – д.т.н., проф. (Иваново).

***Региональные предприятия-партнеры***

**Холдинг «Комбинат строительных конструкций»** (Иваново);  
**ООО «Квартал»** (Иваново);  
**ООО «Славянский Дом»** (Иваново);  
**ГК «ФЕНИКС»** (Иваново).



# РАЗДЕЛ 1. ОБЪЕМНОЕ НАПОЛНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА. ОБЪЕКТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 721: 728

## ФУНКЦИИ И ИНТЕРЬЕР «УМНОГО ДОМА»

Г.В. Лебедева

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Современные требования к комфорту жилых помещений. Технологические инновации. Рассмотрение действующих функций «Умного дома» на примере дома Билла Гейтса.

**Ключевые слова:** умный дом, системы дома, климат-контроль, экология жилища, энергосбережение, голосовое управление, безопасность, комфорт.

Что такое Умный Дом? Это современная система автоматизации, призванная сделать жизнь человека максимально комфортной. Она может кардинальным образом изменить управление домом: от контроля температуры в комнатах и уровня их освещения до уровня безопасности дома и всей семьи.

Вы хотели бы жить в доме, где двери открываются, стоит вам только ступить на порог, окна распахиваются по утрам навстречу лучам солнца, а ковры сами чистятся по установленному графику? Ещё совсем недавно «Умный Дом» был фантазией, но в конце прошлого столетия люди заинтересовались внедрением высоких технологий в повседневную жизнь – технологий, которые сегодня уже доступны каждому.

В наши дни «Умный Дом» едва ли можно назвать новомодным явлением. Эта модель функциональной коммуникативной организации помещения является результатом неуклонного развития технологий отделки и оформления интерьера [1].

В самом деле, если современные технологии позволяют, к примеру, управлять освещением комнаты с помощью голоса, движения либо же вообще дистанционно, почему бы этим не воспользоваться?

А между тем управление освещением – всего лишь небольшая часть тех преимуществ, которые представляет реализация модели «Умный Дом».

Ни для кого не секрет, что зарубежные, и в особенности западные домовладельцы, уже давно и серьезно занимаются проблемами обеспечения экологичности своего жилища, а также экономии энергоресурсов. Именно

эти факторы были изначально поставлены во главу угла при создании концепции управляемого жилого пространства, или «Умного Дома».

Системы такого дома должны были прежде всего обеспечить строгий контроль над использованием потребляемых ресурсов: электричества, воды, газа и т.д. [2].

В системах электроснабжения подобных домов часто используют солнечные батареи и ветряные электрогенераторы, что дает превосходную экономию, особенно в сочетании с продуманной и качественно выполненной теплоизоляцией помещения.

Широкое применение получили «умные» системы кондиционирования, которые с помощью с помощью термодатчиков сами определяют, какую из систем (отопления или охлаждения) и насколько следует задействовать.

Система «Умный Дом» контролирует функции зарядки аккумуляторных батарей и при необходимости задействует их как резервный источник питания.

Сегодня многие производители электроники и оборудования уже предлагают наборы готовых решений по автоматизации управления функциями систем дома, квартиры и любого другого помещения.

Наиболее востребованные функции в системе «Умный Дом»:

- климат-контроль;
- регулирование освещения;
- удаленное закрытие дверей;
- мультирум, телекоммуникации;
- домашний кинотеатр;
- датчики движения;
- голосовое управление (включить стереосистему, кофе-машину, электрочайник, освещение, запустить стиральную машину, закрыть шторы);
- режим отпуска (меньше расход электроэнергии, имитация присутствия хозяев);
- кормление домашних животных;
- полив растений;
- режим «Кто пришел» – индивидуальный сценарий; кофеварка, водонагреватель в ванной;
- TV-программа.

Преимущества системы «Умный Дом»:

- энергосбережение;
- безопасность;
- простое управление;
- комфорт.

Функции защиты в «Умном Доме»:

- отключение сломавшейся техники,
- онлайн-доступ к домофону,
- дистанционное управление входными дверями,
- имитация присутствия хозяев,
- у владельца всегда есть онлайн-доступ к данным о состоянии помещений.

Система, управляющая вашим домом, – это не просто технологическая «начинка», но и способ подчеркнуть задумку дизайнера, оформившего интерьер.

### **1. Дизайн**

Когда дизайнер продумывает то, как будет выглядеть ваш новый дом, он опирается не только на стилевые и цветовые предпочтения, планировку и площадь пространства, но и на то, чтобы весь его дизайн работал.

Дизайн работает при условии, если он удобен для жизни и его грамотно подчеркивает технологическая «начинка» дома.

В настоящее время производятся целые системы, которые не только делают вашу жизнь комфортной, но и помогают дизайнеру осуществить его задумку. Например, компактный комнатный кондиционер способен управлять уровнем освещения в каждом уголке дома, открывать и закрывать жалюзи и, как бонус, менять температуру в доме. То есть запрограммированная «умная» система может самостоятельно подсветить те зоны, которые дизайнер хотел выделить, например, нишу для камина, декоративное панно или картину.

Кстати, если вам в какой-то момент наскучит окружающая обстановка, вы можете ее изменить одним «щелчком».

«Умная» панель управления может моментально сменить атмосферу в помещении. Например, вы можете включить сценарий «Ужин» – и ваш «Умный Дом» подчеркнет обеденную зону с помощью света, интимно приглушит свет в других частях помещения и еще включит легкую и приятную музыку.

Помимо современных систем, позволяющих управлять всем домом, сразу имеет смысл поставить классические выключатели, которые являются не просто выключателями, а важной деталью пространства.

### **2. Комфорт**

Попробуем разобраться, чем еще может быть полезен «Умный Дом», кроме поддержки задумки дизайнера. Разумеется, созданием высшего уровня комфорта. Вот представьте холодный зимний вечер: вы включили режим освещения, который вы запрограммировали, – «Уют», и понимаете, что не хватает только настоящего тепла. Сидя на диване, вы открываете приложение и прибавляете градусы. Теперь в тепле и уюте вы приятно проводите свой вечер после рабочего дня.

«Умный Дом» со временем действительно превращается из модной игрушки в настоящую необходимость.

Достойный уровень комфортной жизни становится доступен нам с помощью технологий.

Свет, климат, мультимедийные возможности и обеспечение безопасности дома – все это оказывается у вас в кармане и управляется с помощью пары кнопок [3].

Уникальную систему «Умный Дом» можно вписать даже в классический стиль в интерьере, а уж тем более в современные стили, такие, как хай-тек или минимализм.

Стиль хай-тек в интерьере – это стремительные строгие линии и четкие формы. Основные материалы – металл, пластик, стекло. Цветовая гамма в интерьере этого стиля – преобладание белого, черного, серебристого с отливом в металл, но и яркие цветовые акценты ему не чужды. А так как хай-тек не очень любит много декоративных элементов и деталей в интерьере, то отсутствие этих предметов компенсируется игрой фактур и материалов. В хай-тековском помещении найдется место стеклянным и хромированным деталям. В качестве декоративных элементов в этом стиле могут выступать бытовые приборы с их глянцевыми блестящими поверхностями и инженерно-монтажными конструкциями, специально выведенные на поверхность, что совсем не свойственно классическим интерьерам.

Рассмотрим возможности «Умного Дома» на примере Билл-Хаус для Билла Гейтса.

Для постройки своего дома мультимиллионер приобрел участок на берегу озера Вашингтон. Здание строилось семь лет и на первый взгляд не производит особого впечатления. Однако внешность в данном случае очень обманчива. Дом имеет 4 этажа над поверхностью земли и 4 под нею. Каждое из находящихся на территории строений полностью автоматизировано. Например, подземное арочное сооружение, в котором находится один из трех гаражей, по команде превращается в баскетбольную площадку. Стены большинства зданий представляют собой экраны с высоким разрешением, на которых демонстрируются известные картины.

Автоматика распознает посетителя и впускает его на территорию или, напротив, запрещает доступ. Каждому гостю выдается особый микрочип в бейдже, который крепится на одежду, – это электронный ключ. С его помощью автоматика следит за человеком, помогает ему не потеряться в большом доме, определяет для него зоны доступа и обеспечивает максимальный комфорт исходя из его предпочтений. К примеру, при появлении гостя в комнате на стены выводятся именно ему приятные картины или фотографии, звучит его любимая музыка. Если маршрут включает коридор, гостиную и туалетную комнату, то ни в галерею, ни в библиотеку вы не попадете – двери в другие комнаты просто не откроются.

Система вентиляции, система очистки и регенерации воды позволяют дому функционировать автономно даже при глобальных катаклизмах.

За всем следит центральный компьютер. Он же следит за безопасностью, а также способен создать особую аудио-видео-световую атмосферу персонально для каждого гостя в его комнате.

Особая гордость дома Билла Гейтса – виртуальная картинная галерея. По всему дому вместо полотен висят плазменные панели, демонстрирующие шедевры мировой живописи. Есть в доме и настоящая картинная галерея, однако посмотреть на произведения искусства без специального допуска невозможно – сработает сигнализация.

Танцзал – трансформер. Его особенная конструкция позволяет менять конфигурацию настолько незаметно, что гости не замечают, как именно это происходит. Зал оснащен разводными стенами и проекторами, во внутренний

двор можно попасть только через раздвигающиеся стеклянные стены. Они-то и превращают в считанные секунды танцевальный зал в единое пространство с патио. В патио установлен интерактивный музыкальный фонтан, который «оживает» при приближении гостя, меняет цвета, силу напора воды, мощность звука.

В библиотеке Билла Гейтса хранятся фолианты редких и ценных книг и есть хранилище оцифрованных томов. В библиотеке есть купольный читальный зал, где хозяин часто проводит видеоконференции со своими многочисленными коллегами по всему миру.

В штате «умного» дома работает инженер, который следит за исправностью оборудования. А вот садовника нет – его обязанности выполняет система полива, рассчитанная на каждое растение индивидуально.

Роботы-уборщики пылесосят, моют окна и полы, вытирают пыль.

Бассейн. Температура воды в нем изменяется в зависимости от погоды на улице и времени года.

Кондиционеры освежают помещения до достижения оптимальной температуры системы.

Очистки воды всегда поставляют в дом только чистую воду.

Помимо высокотехнологичной системы, в доме все дублировано еще и ручным управлением (рядом с огромными плазменными панелями и роботами находятся привычные выключатели света).

Итоги и выводы.

Система «Умный Дом» не лишена недостатков. Они не так заметны на фоне множества достоинств, но существуют. Это высокая стоимость оборудования, его профессионального монтажа и обслуживания. Срок окупаемости проекта может оказаться очень большим.

### **Библиографический список**

1. Умный дом. Электронный ресурс:  
<https://decorateme.com/articles/remont/umnyi-dom-smart-house-156> .
2. Умный дом: что это такое и как работает. Электронный ресурс:  
<http://znayteplo.ru/otoplenie/elektronika-dlya-otopleniya/что-такое-umnyj-dom-i-kak-on-rabotaet/> .
3. Инженерные системы в доме. Электронный ресурс:  
<https://www.forumhouse.ru/articles/engineering-systems/5614> .

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ МОНУМЕНТАЛЬНО-ДЕКОРАТИВНОГО ИСКУССТВА, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ФАСАДАХ ГОРОДСКИХ ЗДАНИЙ

М.Ю. Покровская, Н.А. Исаева

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В данной статье рассмотрены особенности монументально-декоративного оформления фасадов зданий в г. Иванове. Основное внимание уделяется анализу традиционных подходов к тематике сюжетов и способов их композиционного решения. В работе представлены основные темы монументально-декоративного искусства 20-70 годов и современные тенденции «Street-Art». В ходе проведенного анализа определены цели и задачи применения монументально декоративного искусства, как синтеза архитектуры и изобразительного искусства, решение которых повысит эстетическую составляющую современных городов.

**Ключевые слова:** монументальное искусство, технологии монументальной живописи, цветовой колорит, агитационно-массовая пропаганда.

Монументальное искусство – род искусств пластических; включая произведения, создаваемые для архитектурной среды, во взаимосвязи с которой они приобретают окончательную идейно образную завершенность [1]. Искусство, несущее в массы общественные идеи, рассчитанное на массовое восприятие и существующее в синтезе с архитектурой, в архитектурном ансамбле.

Советская эпоха уходит. Уходит, в том числе, и с монументальными произведениями мозаичного искусства, сплошь покрывающими огромные стены городских зданий. Многие мозаики служили мощным средством пропаганды. Они были наружной рекламой, чем-то вроде билбордов. На них часто рисовали космические достижения, лозунги, счастливых рабочих и крестьян. После распада СССР прошла четверть века, и официальное социалистическое граффити медленно, но неудержимо исчезает с ландшафта нашего города.

Тема монументального искусства сегодня очень актуальна. Уличные художники по всему миру все чаще используют для самовыражения огромные поверхности и редко задумываются об истории данного жанра. Тенденция приглашать уличных художников оформлять торцы многоэтажных зданий и другие большие поверхности добралась и до России. Сегодня все чаще молодым авторам предоставляют возможность создать масштабные работы в общественном пространстве. Но далеко не все уличные художники подозревают, что у традиции монументальных росписей и мозаик очень богатая история, в том числе и в нашей стране [2].



Конечно, большинство работ того времени носили идеологический характер. Они демонстрировали успехи советских людей в сельском хозяйстве, на производстве, в спорте, науке и искусстве, а позднее – в освоении космоса. Интересно, что, помимо фигуративных росписей, среди мозаик и настенных рисунков того времени встречаются абстрактные панно. Правительство СССР обратилось к монументальному искусству как к прекрасному способу показать своему народу мощь государства. Стены жилых домов и различных учреждений в разных городах Советского Союза украсили красочные фрески и мозаики, прославляющие «нового человека».

В городе Иваново сохранились несколько наиболее удачных мозаичных панно, расположенных на фасадах городских зданий.

По нашему мнению, это мозаичное панно на торце здания Ивановского художественного училища им. М.И. Малютина (рис. 1, 2) и панно на здании прядильного производства фабрики «Красная Талка» (рис. 3, 4).



Рис. 1. Мозаичное панно на здании Художественного училища им. М.И. Малютина в г. Иваново (по состоянию на 2017 г.)

Панно на торце здания художественного училища – это дипломная работа выпускников Суриковского института 1971 года. Мозаика делалась в технике прямого набора, использовали специально изготовленную смальту.

В сюжете использована характерная для того времени героико-патриотическая тематика. Центральную часть композиции занимает изображение девушек, трех «граций» в современной трактовке. В Греции обычно изображали «граций» в виде молодых красивых женщин, которые



покровительствовали радости, юности и возрождению. С точки зрения визуального восприятия панно хорошо просматривается с проспекта Ленина, в нем использованы характерные для монументальных композиций того времени приемы. Для них типичны включенность в архитектуру, что обуславливает большие размеры изображения, особенности его конфигурации и членений. Необходимость рассмотрения панно издали, в определенном ракурсе диктует характер пропорций, подчеркнутость контура и силуэта, насыщенность цвета, лаконизм выразительных средств.



Рис.2. Мозаичное панно на фасаде здания Художественного училища им. М.И. Малютина (пр. Ленина, д.25а)

В семидесятые годы торец здания фабрики «Красная Талка» в г. Иваново украсило мозаичное панно «Героям революции», приуроченное к 70-летию создания первого Совета. Автор монументально декоративного панно – художник К.П.Фролов (1918 – 1997).





Рис.3. Мозаичное панно «Героям революции» на здании прядильного производства фабрики «Красная Талка» (по состоянию на 2017 г.)

На панно изображены портреты реальных исторических деятелей эпохи первой русской революции. Слева направо: М.В. Фрунзе, Ф.А. Афанасьев, Е.А. Дунаев, О.А. Варенцова.



Рис.4. Фрагмент панно «Героям революции»

Особенностью этого панно является изображение конкретных портретных лиц реальных героев революции и характерная для монументальных панно возвышенность, гражданский пафос, героика и символика в изображении.

В композициях обоих монументальных панно активно используются текстовые формы. Фразы «Искусство принадлежит народу» и «Мы наш, мы новый мир построим» хорошо читаемы с дальних планов. Краткие лаконичные изречения – цитаты дополняют идеологическую тематику.

Композиционный закон целостности для произведения монументального искусства особо важен, ибо он обеспечивает восприятие

его со значительного расстояния. Так как с большого расстояния мелких форм не увидеть, в монументальном искусстве количество деталей незначительно. В то же время оставляемые детали обобщаются, форма их несколько упрощается.

Когда найден пластический мотив, достойный отражения в монументальных формах, начинается поиск конструктивной идеи композиции, рассчитанной на эмоционально-зрительное восприятие на расстоянии в ансамблевых условиях.

Обычно в конструктивной идее монументальных композиций того времени заложены контрасты силуэтов, различных фигур и предметов. Здесь с особой силой проявляется закон целостности монументального искусства, имеющего свой точный адрес – определенную окружающую среду. Основные объекты также моделируются в более обобщенной форме. Все это требует ясности и лаконизма композиции, рисунка, цветовых масс, продуманности ракурсов и перспективных планов. В рамках этих общих требований возможно большое разнообразие художественно-композиционных решений.

Выразительность, действенная сила композиции во многом зависят от умения художника пользоваться контрастами, как сочетанием противоположных категорий. Отсутствие же контрастов вяло и порождает серое, скучное, нехудожественное произведение.

В монументальной живописи (фреска, панно, мозаика) часто используется низкий горизонт, позволяющий выделить первоплановые предметы по величине и значению. Интервалы между намеренно укрупненным первоплановым изображением и подчиненными ему элементами образуют пространственные планы — создают глубину изображения. Приближенный к зрителю предмет дает возможность масштабно показать его пластические качества, усилить смысловую значимость. В этом же направлении призваны работать и цветовые контрасты.

Возвращаясь к современным уличным художникам, которые покоряют тысячи квадратных метров стен, можно отметить, что по сравнению с образцами прошлого их работы не всегда хорошо просматриваются с дальних расстояний и вписываются в окружающее пространство.

За последний год в Иванове появилось несколько монументальных росписей на фасадах городских зданий.

Рассмотрим роспись на фасаде здания 308 Авиационного ремонтного завода, расположенного по ул. Лежневской, д.118б (рис. 5).

Роспись имеет идейное содержание, которое соответствует профилю авиационного завода, что характерно для традиций монументального искусства. Художественный образ в монументальном искусстве мыслится и создается в пределах большого размера и несет в себе мощный идеологический заряд. Изображение крупно, масштабно, хорошо читаемо при движении по ул. Лежневской, что помогает зрительному восприятию крупных пластических форм. Выполнено в единой цветовой гамме и в то же время контрастно по силуэту.



Рис. 5. Роспись на фасаде здания 308 Авиационного ремонтного завода  
(по состоянию на 2018 г.)

Как неудачное решение настенной росписи на фасаде здания можно отметить здание центра детского технического творчества «Новация», расположенного на ул. Типографской, д.25/55 (рис. 6). Фасад кирпичного здания с его пластичной архитектурой и рядом оконных проемов не предполагает размещения монументальной росписи. И автоматически нанесенная на фасад здания художественная роспись делает ее нечитаемой. В результате мы не воспринимаем сюжета композиции, нарушена цветовая гармония, ломается архитектура здания.





Рис. 6. Роспись на здании центра детского технического творчества «Новация»  
(по состоянию на 2018 г.)

Противоречивые чувства вызывает и роспись, появившаяся на торце здания жилого дома на ул. Отдельной в г. Иванове (район «Ленты» на ул. Лежневской) (рис.7). Скорее всего, желание отдать большую поверхность фасада для художественной росписи превалировало и никак не учитывало архитектурно-цветовое решение фасада. Контрастный геометрический характер покраски фасадов здания отвлекает от восприятия сюжета художественной росписи. При этом роспись (граффити) выполнена на очень высоком художественном уровне. Автор масштабного граффити – московский художник и тату-мастер Тимур Молотов.

В основе композиции «ангел как бы собирает всю свободу, весь творческий потенциал в единое целое, в кулак» – так описывает автор символизм своей работы. Работа масштабна и выполнена мастерски. Но при общем восприятии композиции монументального произведения на фасаде здания покраска фасада и панно сильно противоречат друг другу.

Тем, кто решает вопросы о размещении монументальных произведений в ландшафте города, необходимо учитывать и не забывать традиции монументальной живописи, законы композиции и синтеза искусств в архитектуре. Из-за отсутствия законченной композиции и учета архитектурной среды многие современные произведения выглядят как гигантские наклейки на стенах домов.



Рис. 7. Роспись на фасаде жилого здания на ул. Отдельной в г. Иванове

В ходе проведенного анализа можно определить, что цель и задача применения монументально декоративного искусства на современном этапе – это в первую очередь использование его как синтеза архитектуры и изобразительного искусства. Решение этих задач повысит эстетическую составляющую современных городов. Хочется верить, что со временем уровень уличных художников будет расти, и при должной организаторской поддержке мы станем свидетелями нового расцвета монументального искусства.

### **Библиографический список**

1. Популярная художественная энциклопедия. Архитектура. Живопись. Скульптура. Графика. Декоративное искусство / Гл. ред. В. М. Полевой; ред. кол.: В. Ф. Марукузон, Д. В. Сарабьянов, В. Д. Синюков (зам.гл.ред.). – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – Кн. II. М-Я. – 432 с., ил.

2. Электронный ресурс <https://fishki.net/2123054-monumentalynye-mozaiki-sovetskoj-jepohi---iskusstvo-i-tematika-proshlogo.html> .

## БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ИНТЕРДОМА ИМ. Е.Д. СТАСОВОЙ

Л.А. Карапетян, Е.А. Горнушкина, У.С. Слюнченко

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### Аннотация

В работе рассматривается значимость Интердома как памятника архитектуры, его история, предназначение и актуальность благоустройства территории.

**Ключевые слова:** школа, интердом, МОПР, конструктивизм, благоустройство, территория.

«Международный центр образования «Интердом» имени Е.Д. Стасовой» – уникальное сооружение как для Ивановской области, так и для России в целом (рис. 1). Инициатива создания Ивановского интердома принадлежит Елене Дмитриевной Стасовой.



Рис. 1. Здание «Интердома»

Елена Дмитриевна Стасова – российская революционерка, председатель ЦК Международной организации помощи борцам революции (МОПР) (1927—1937). Родилась 15 октября 1873 года в Санкт-Петербурге в знаменитой дворянской семье [1, с. 8]. В 1890 году окончила женскую гимназию Л.С. Таганцевой с золотой медалью. Получив право на преподавание русского языка и истории, стала учительницей воскресной школы для работниц мануфактур и фабрик, где познакомилась с Н.К. Крупской, с которой вели социал-демократическую пропаганду.

В начале 1930-х годов во многих странах, таких, как Германия, Франция, Испания, Италия, Португалия, были установлены реакционные либо фашистские режимы. Тогда же возникли антифашистские движения по всей Европе, участники которой были арестованы. Осиротевшие дети оказывались на улице и также подвергались опасности. В это время Е.Д. Стасова, занимавшая пост заместителя председателя Исполкома Международной организации помощи борцам революции (МОПР), и председатель ЦК МОПР СССР занялись вопросом спасения детей по всему миру [1, с.48].



У ивановских рабочих появилась идея «укрыть ребятишек в специально построенном доме – интердоме». Е.Д. Стасова одобрила идею и стала организатором стройки [1, с.48]. Проект дома сделал молодой московский архитектор Николай Иванович Порхунов (рис. 2).



Рис. 2. Здание «Интердома» в 1933 году

Проект дома поражал своим размахом и щедростью архитектурного замысла: это был целый комплекс, созданный с учетом последних достижений строительной науки, который с высоты птичьего полёта напоминает серп и молот [2, с.26].

Для строительства выбирали дальнюю и тихую окраину города. Пустошь-Бор – превосходный сосновый лес, где при царизме собирались на свои сходки ивановские ткачи. Само это место хранило память

о лучших сынах рабочего класса, и в этом заключался высокий смысл духовной преемственности революционных традиций поколений. Здесь, неподалеку от знаменитой реки Талки, должен был возникнуть дом, где будут жить и расти дети зарубежных революционеров, солдаты будущих классовых битв [2, с.25].

1 мая 1931 г. в Пустошь-Боре провели торжественную закладку здания. Открытие интернационального детского дома состоялось 1 сентября 1933 года [3, с.288]. Огромный комплекс интернационального дома, состоящий из 10 корпусов, раскинулся на 4,5 га.

На сегодняшний день территория интердома включает в себя несколько функциональных зон. Это входная группа, спортивная зона, торжественная зона и хозяйственная зона.

Входная группа – обширное пространство, через которое осуществляется вход на территорию школы. Далее идет разветвление алей к корпусам интердома и на другие зоны. Включает в себя фонтан с копией скульптуры итальянского мастера Джованни да Болонья (1529 – 1608 гг.) «Меркурий». После строительства школы одна из трех оригинальных скульптур мастера была подарена интердому и долгое время украшала фонтан и территорию. Впоследствии в целях безопасности скульптуру перенесли внутрь здания. Но в 2002 году оригинал скульптуры украли.

Интернациональный дом гордится своей историей и чтит память о своих воспитанниках. Уникальной гордостью интернационального дома являются памятные деревья. В разные годы было посажено огромное количество деревьев – как в честь конкретных учеников, так и в честь событий. Так, входную группу украшают деревья, посаженные еще в 1933 году: дуб Петра I, Клён Алимера, голубая ель им. Е.Д. Стасовой. «Сиреневая аллея» состоит из «Сирени Победы», посаженной в честь 70-летия Победы, «Сирени маршалов» и «Сирени Е.Д. Стасовой» – куста уникального сорта, выведенного специально для интердома, у которого каждый бутон расцветает цветочками разных цветов и олицетворяет толерантность ко всем расам.

Справа от главной аллеи – участок земли, который сейчас пустует. Слева от входной группы располагаются «Дубовая аллея» и «Рябиновая аллея». Они посвящены 27 воспитанникам интердома, которые отдали жизни за свою вторую родину в Великой Отечественной войне.

Далее по «Дубовой аллее» идет спортивная зона – участок, выделенный для проведения уроков по физическому воспитанию.

Торжественная зона представляет собой закрытый с трех сторон корпусами интердома участок, не видимый с улицы. Вход в зону осуществляется через арку. Территория небольшая и имеет несколько уровней.

Хозяйственная зона: на территории интердома существует теплица, которая помогает учреждению находиться на самообеспечении. Долгие годы воспитанники и учителя интердома выращивали большое количество овощей и фруктов, имели на территории хорошее хозяйство, за которым следили самостоятельно.

Территорию интердома необходимо благоустроить, учитывая историю и память обо всех событиях и обо всех воспитанниках; создать уникальное место для будущих поколений, которое будет всегда радовать также воспитанников, покинувших интернациональный дом.

Входную группу необходимо улучшить усилением охранных мер, созданием парковых композиций и ландшафтным дизайном.

Спортивная зона необходимо грамотно спроектировать для занятий физической культурой. Для этого необходимо учесть потребности и пожелания воспитанников интердома, их возраст и создать отдельные группы с хорошим инвентарем для физического воспитания.

Торжественная зона должна стать максимально красивой и ухоженной для проведения различных мероприятий как школьного уровня, так и для встречи высокопоставленных гостей.

Хозяйственная зона – несмотря на 21 век, сотрудники интердома хотели бы ее сохранить, считая, что это является хорошим воспитательным методом.

Авторы настоящей статьи студентки 4 курса Е.А. Горнушкина и У.С. Слюнченко совместно с магистранткой Л.А. Карапетян, обучающиеся на кафедре архитектуры и дизайна, под руководством зав. кафедрой АиД А.В. Огурцова выполнили проект благоустройства интернационального дома им. Е.Д. Стасовой (рис. 3).

После проведения интерактивной работы с воспитанниками интердома были выявлены их пожелания и мечты. Их мы постарались учесть в проекте.

Входная группа проекта получилась яркая и грамотная с учетом всех пожеланий заказчика. Сохранились все памятные деревья, но изменился фонтан на более современный. Предусматривается множество зон отдыха, где дети могут сидеть на свежем воздухе, играть, общаться, читать книги. Теперь каждый входящий в интернациональный дом будет понимать сразу, что он прошел в уникальное место в г. Иванове.





Рис. 3. Проект благоустройства территории «Интердома»

Справа от входной группы выполнен проект игровой зоны с учетом сложностей места, связанных с коммуникациями. Здесь теперь есть огромная шахматная доска, огромный глобус – символ мира и толерантности, а также символ знаний. Предусмотрены и зоны отдыха в виде современных лавочек и качели.

Спортивная зона радует своим размахом. Здесь также отображены все заветные мечты мальчиков и девочек интердома. Предусматриваются футбольное поле, столы для настольного тенниса и огромное количество современного оборудования для укрепления физического здоровья.

Проект получился интересным, теплым и грамотным. Ведь Интернациональный дом им. Е.Д. Стасовой заслуживает стать одним из уникальных и знаменитых мест как в г. Иваново, так и в целом в России. Воспитанникам и служащим интердома есть что рассказать о себе, о своей судьбе и миссии. И территория должна соответствовать истории учреждения, чтобы каждый, кто придет в гости, сразу осознал, какое это трепетное место.

### Библиографический список

1. Кузнецова С.И. Детям о Елене Дмитриевне Стасовой. – Иваново: Референт, 2008. – 64 с., ил.
2. Стасова Е.Д. Воспоминания / Науч. ред. В.Н. Степанов. М.: Мысль, 1969. – 285 с., с ил.
3. Тихомиров А.М. Иваново. Иваново-Вознесенск. Путеводитель сквозь времена. – Иваново: Референт, 2011. – 328 с.

## ЛЕГКИЕ КОНСТРУКЦИИ – БУДУЩЕЕ АРХИТЕКТУРЫ

Э.А. Манасян

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Данная статья знакомит с понятием легких конструкций, указывает на их достоинства и недостатки, рассказывает об актуальности их строительства, приводит примеры подобных конструкций.

**Ключевые слова:** легкие конструкции, мембранные конструкции, металлические рамы, природные формы.

Проектируя любую конструкцию разумно и ответственно, инженеры стремятся сделать ее как можно легче. Ее основная функция – справляться с временной нагрузкой. Постоянные нагрузки от веса несущих и ограждающих конструкций являются в определенном смысле балластом для здания или сооружения, поэтому уменьшить их – важная задача проектировщиков. Мы осознаем, что висячий вантовый мост легче железобетонного рамного моста, который в свою очередь легче бетонного моста коробчатого сечения. Это заставляет задуматься: почему строится так мало висячих мостов и исключительно для больших пролетов? Становится ясно: требование к легкости конструкции – не единственный критерий проектирования. Действительно, ветровые и снеговые нагрузки – враг легких конструкций. Подобные конструкции сильно деформируются под их действием, а также под действием температурных изменений, но они легко выдерживают сейсмические нагрузки. Еще один недостаток легких конструкций – это большие трудозатраты. Так стоит ли проектировать легкие конструкции? Стоит. С экологической, социальной и культурной точек зрения на данный момент мы нуждаемся в легких конструкциях как никогда. С экологической точки зрения легкие конструкции хороши тем, что материал в них используется оптимально. Они легко разбираются, и их элементы можно использовать многократно. Достоинством легких конструкций с социальной точки зрения является то, что они способствуют созданию рабочих мест, поскольку подобные конструкции требуют тщательно продуманных сложных деталей, что влечет за собой огромные затраты на проектирование и особенно на изготовление. Умственный труд заменяет физический – торжество инженерной мысли вместо массового строительства.

С культурной точки зрения легкие конструкции очень способствуют обогащению архитектуры. Легкое и изящное лучше влияет на эмоциональный фон человека, чем тяжелое, громоздкое, твердое.

Таким образом, легкие конструкции со своей эстетикой рациональности могут привлечь внимание к современным технологиям. Они

помогут нам избежать распространенной в наше время монотонности и серости [1, с.1].

Идея легких конструкций не нова – инженеры-архитекторы, такие, как Владимир Шухов (1853 – 1939) и Ричард Бакминстер Фуллер (1895 – 1983), работали над ней начиная с конца XIX века. Изобретение металлической рамы сделало возможным строить здания без несущих стен, что стало предпосылкой возникновения легких мембранных конструкций. В 1896 г. Шухов спроектировал огромный выставочный павильон с арочной металлической конструкцией, перекрывающей площадь в 27000 м<sup>2</sup> (рис. 1). Четыре павильона были с висячими покрытиями, столько же перекрыты сетчатыми оболочками пролётом 32 м. Кроме того, один из залов с сетчатым висячим покрытием имел в центре висячее покрытие из тонкой жести (мембрану) [2].



Рис. 1. Первая в мире конструкция-гиперболоид в с. Полибино Липецкой области

В 1920 г. архитектор и изобретатель Ричард Бакминстер Фуллер увлекся идеей создания конструкции с минимальной затратой материала и энергии. Его интересовало заимствование новых технологий и организационных принципов у природы. В итоге он сформулировал термин «*димаксион*», образованный от слов «динамический» и «максимум». В 1927 году Фуллер спроектировал модель здания – димаксиона: гексагональная легкая конструкция с центральной колонной, на которую подвешивались перекрытия и покрытие. Основываясь на этой концепции, Фуллер усовершенствовал Wichita House – прототип соборного металлического здания округлой формы. Несмотря на бесчисленное количество заказов, он так и остался нереализованным. Более успешным проектом оказался проект геодезических куполов – легких куполов, дающих максимум пространства при минимальной затрате материалов. Именно сфера, как известно, способна объять заданный объем поверхностью наименьшей площади. Поэтому полусфера – наиболее эффективная форма для перекрывания заданной

площади. Если полусферу (геодезический купол) «обмять», переформовать в параллелепипед, то обнаружится, что потеряно от 20 до 30% пространства интерьера. Если далее полученную коробку преобразовать в 3-гранную пирамиду, то потери составят уже 66% [3]. Геодезический купол получается, если вписать правильный икосаэдр в сферу. Каждый треугольник икосаэдра затем разбивается на некоторое количество маленьких треугольников.

Фуллер наглядно продемонстрировал свою идею, создав павильон США для выставки в Монреале в 1967 году (рис.2). С тех пор на основе этого принципа было создано множество конструкций [4].



Рис.2. Павильон США для выставки в Монреале в 1967 году

Еще одним архитектором, использовавшим легкие конструкции в своих проектах, был Ян Каплицкий – главный архитектор дизайн-офиса Системы Будущего (Future Systems), главным образом известный своим неофутуристическим строением в Бернингхеме и пресс-центром в Лондоне. Его стиль сочетает природные формы и хай-тек-футуризм. Среди проектов Яна Каплицкого были: спутники Земли, построенные роботами, летние дома, напоминающие наземные бункеры, которые могли бы транспортироваться вертолетами, и изменяемые интерьеры. В 1980 г. его проектом главного здания Трафальгарской Площади в Лондоне стала бесформенная конструкция в виде монокока со множеством иллюминаторов. Этот проект не был реализован: он уступил другому, более консервативному проекту реконструкции Эдвардианского фасада.

Еще одной экспериментальной конструкцией Я. Каплицкого является The Doughnut House (рис.3) – проект, описанный как «жилой дом в виде необычной подземной машины», который, очевидно, был навеян Димаксионом Бакминстра Фуллера.



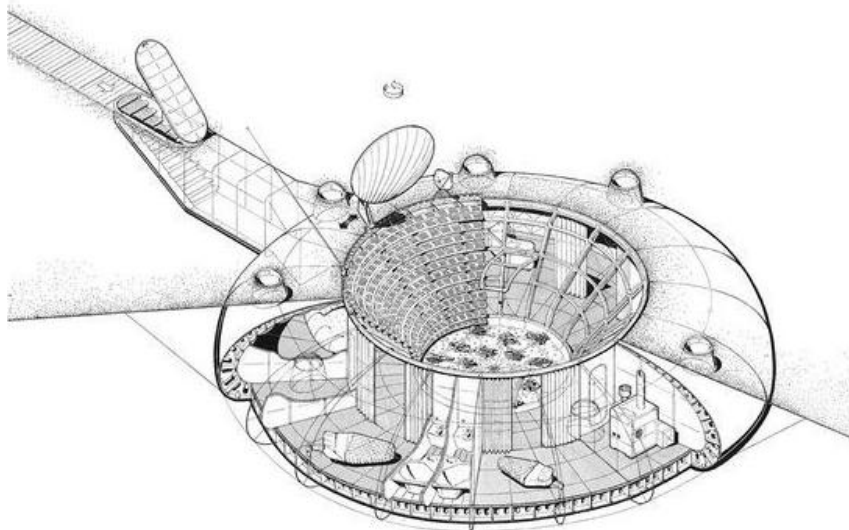


Рис.3. Жилой дом the Doughnut House

Одним из немногих реализованных проектов Я. Каплицкого стал Пресс-Центр стадиона «Лордс» в Лондоне, являющийся легкой конструкцией, демонстрирующей технологичность, за который он получил приз Стерлинга (рис.4).



Рис.4. Пресс-центр стадиона «Лордс» в Лондоне

Это был первый в мире полностью алюминиевый «полумонокок» (комбинация растянутой оболочки с внутренним рамным каркасом). При строительстве использовались методы, применяющиеся в дизайне корабельных судов и гоночных машин.

Каплицкий был убежден, что применение подобных методов даст толчок архитектуре, что приведет к возникновению нового поколения зданий, которые будут рациональными, красивыми и универсальными и будут являть собой торжество современных технологий [5, с. 36].

В 2005 г. Ян Каплицкий в одном из интервью сказал: «Где написано, что здания должны быть коробками? Люди не коробки».

Как и Бакминстер Фуллер, немецкий архитектор и инженер Фрай Отто (1925 – 2015) также занимался легкими конструкциями. Он проектировал их, вдохновляясь природными формами. В 1964 г. Фрай Отто основал институт Легких Конструкций. В поисках оптимальной формы покрытия он экспериментировал с моделями из проволоки, погружая их в мыльный раствор. Он заметил, что мыльная пленка образует минимально допустимую площадь поверхности. Отто использовал результаты этих опытов и наблюдения других природных феноменов для создания асимметричных тентовых конструкций. Хорошо известным примером является мембранное покрытие Немецкого павильона на выставке в Монреале в 1967 году (рис.5).



Рис.5. Павильон ФРГ на Всемирной выставке ЭКСПО-67 в Монреале

В 1972 г. Фрай Отто совместно с архитектором Гюнтером Бехнишем создал Олимпийский Стадион в Мюнхене (рис.6). При строительстве были использованы большие навесы из акрилового стекла и стальные тросы, впервые примененные в таком количестве для строительства спортивных объектов [6].

Фрай Отто говорил: «Меня очень интересуют материалы и их развитие. Мне бы хотелось делать людей счастливее. Было бы здорово изучить отношение между кожей человека и оболочкой здания, между одеждой человека и зданием. К примеру, в зонах с жарким климатом человек, как правило, одет минимально. Мне бы хотелось исследовать это соотношение – обнаженного и одетого – и разработать на его основе принципы, применимые в архитектуре. Тогда, как мне кажется, архитектура по-настоящему приблизилась бы к человеку и обрела свой истинный смысл» [7].



Рис.6. Крыша Олимпийского стадиона в Мюнхене (1972)

Отто использовал научные методы для исследования биологических структур, которые впоследствии использовал для создания легких конструкций [3].

Для дальнейшей оптимизации существующих строительных методов очень важно рассмотреть и понять методы, по которым развивается и совершенствуется природа, – не только сфокусироваться на статических конструкциях, но также увидеть целиком процесс ботанической жизни с глубоким смыслом морфологии. Внешний облик любого растения определяется многими требованиями окружающей среды. Например, цветки орхидеи существуют в большом разнообразии, но все они сконструированы по одинаковой базовой системе, включающей симметричные оси в цветках как главную часть.



Рис.7. Конструкция цветка орхидеи

Изучая статическую конструкцию цветка, интересно рассмотреть верхний срединный лепесток. Его жесткость является результатом внутреннего давления и двояко изогнутой оболочечной конструкции (рис.7). В процессе роста от почки к цветку желобки вдоль главных осей обеспечивают жесткость.

Цветки являются конструкцией с очень короткой фазой жизни. Они состоят из 98 % воды и 2 % целлюлозных волокон. Возможно, этот тип конструкции будет использоваться для складных или временных конструкций, собранных из мембран и возведенных с помощью воздушного или гидравлического давления [8, стр.69].

### Библиографический список

1. MIT School of Architecture and Planning Jorg Schlaich , Mike Schlaich Lightweight Structures Schlaich Bergemann und Partner, Consulting Engineers, Stuttgart and Berlin, Germany. Электронный ресурс: <https://architecture.mit.edu/sites/architecture.mit.edu/files/attachments/lecture/LightweightStructures.pdf> .
2. Электронный ресурс: <https://ardexpert.ru/article/2150> .
3. Роберт М. ФРИ Геодезические купола как наиболее эффективные строительные системы // Строительство и недвижимость, №31(9), 1997. Электронный ресурс: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1997/31/sn3109.htm> .
4. Электронный ресурс: <https://www.textielmuseum.nl/en/news/lightweight-structures> .
5. Great Britain. Sainsbury Centre for Visual Arts. Superstructures: The New Architecture 1960-1990, 2018.
6. Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Олимпийский\\_стадион\\_\(Мюнхен\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Олимпийский_стадион_(Мюнхен)) .
7. Электронный ресурс: <https://homeguide.ru/otto-fraj/> .
8. О ботанических оболочечных конструкциях. Электронный ресурс: <http://isi.sfu-kras.ru/node/187> .



## **АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВОКЗАЛА ГОРОДА ИВАНОВА**

**А.Е. Киркова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются проблемы сохранения и интеграции в современную среду памятников архитектуры, показывается богатая история края, предлагаются пути разрешения вопроса.

**Ключевые слова:** модернизация памятников архитектуры, история города, авангард, конструктивизм.

Все меньше архитектурных памятников и исторических зданий остается в наших городах. Их исчезновение обусловлено разными факторами: одни разрушаются по причине естественного старения, другие намеренно сносятся, чтобы освободить место для новой стройки, третьи переделывают до неузнаваемости. В такой ситуации вопрос максимально эффективной модернизации исторических зданий становится особо актуальным.

За неполные 150 лет Иваново, как город, прославился несколькими «громкими названиями». Это и «город невест», и «текстильная столица», и «ситцевый край», и «русский Манчестер», и даже «Родина Первого Совета». В 20-е – 30-е годы XX в. политической волей московских властей вынашивались амбициозные планы о том, чтобы сделать Иваново столицей РСФСР. Была создана Ивановская промышленная область, включившая Владимирскую, Иваново-Вознесенскую, Костромскую и Ярославскую губернии с населением почти в 5 миллионов человек [1].

Иваново стало городом заводов и фабрик, городом рабочих, которые, чувствуя свое очевидное численное превосходство, вступали в открытые противостояния с «угнетающим классом» – постоянно проводились стачки и забастовки. Также «революция» затронула и транспортную сеть губернии: для усиления торговых связей была выстроена Шуйско-Ивановская железная дорога, связавшая Вознесенский посад с Московско-Нижегородской железной дорогой. Тогда и было выстроено первое деревянное одноэтажное богатое резными убранствами здание вокзала, сохранившееся до сих пор (рис. 1).



Рис. 1. Современное фото. Фасад со стороны путей

Чтобы превратить Иваново-Вознесенск в суперавангардный город, для реализации архитектурных проектов привлекали специалистов из Москвы и Санкт-Петербурга. Когда резко возросшие потоки людей и товарооборота обострили транспортную проблему, было принято решение о строительстве нового комплекса зданий железнодорожного вокзала. К 1932 году он был выстроен по проекту московского архитектора В.М. Каверинского. Выполненный в стиле конструктивизма, это был седьмой по величине вокзальный комплекс страны и самое крупное на тот момент здание в городе [1].

Архитектура авангарда должна была отражать видение того времени и перспективы развития Иванова как города-миллионника. Город стал центром апробации стилистических экспериментов архитекторов-авангардистов [1]. Бурный рост городов, развитие промышленности вошли в противоречие со старым укладом жизни. Архитекторы были уверены в необходимости рационального плана, использования новейших строительных материалов и конструкций, «полезности» вещи. В условиях непрекращающегося поиска новых форм, подразумевавшего забвение всего «старого», новаторы провозглашали отказ от «искусства ради искусства». Искусство должно было служить производству, а производство — народу. Выразительность читалась не в декоре, а в динамике простых конструкций, вертикалей и горизонталей строения, свободе плана здания.

Железнодорожный вокзал в городе Иваново стал идеальным воплощением этого стиля. Прямоугольный одноэтажный основной объем здания сильно вытянут по горизонтальной линии (рис. 2). К нему с восточного фланга примыкает трехэтажный служебный корпус и выступает на главном фасаде в виде ризалита в три оконные оси. На западном фланге находится узкий, вытянутый по горизонтальной линии, прямоугольный трехэтажный объем в 10 оконных осей. Также есть одноэтажные пристройки на северном и восточном фасадах и двухэтажная пристройка на северо-восточном углу [2].

Наблюдается четко выраженная асимметрия главного фасада. Главный вход расположен между двумя низкими полукруглыми эркерами со сплошным остеклением, прорезанными консольным бетонным козырьком.

Что касается остекления: прямоугольные, во всю высоту здания окна в основном объеме зала ожидания, квадратные в служебных корпусах на восточном и западном флангах, круглые над эркерами главного входа, узкие прямоугольные в одноэтажной пристройке бывших кассовых помещений и вертикальное ленточное остекление объемов междуэтажных лестниц [2] (рис. 2, 3).



Рис. 2. Фотография главного фасада вокзала



Рис.3. Старое фото. Привокзальная площадь и главный фасад вокзала

В период перехода России к рыночной экономике ивановская промышленность вступила в полосу кризиса. Проблемы начались ещё во время перестройки, но после краха СССР положение стало ещё более тяжёлым. Огромное здание вокзала стало «простаивать», и возникла необходимость модернизировать его пространство, создать условия для современного использования объекта, для чего нужна переориентация частей комплекса: большой зал, с кассами, обустроить как зал ожидания пассажиров поездов и автобусов, с информационными электронными табло и качественным рестораном быстрого питания; во втором зале модернизировать внутренне пространство. Огромные площади имеют хорошие перспективы для



применения их в качестве арт-пространств с возможностью организации выставок различных направлений искусства межрегионального и даже международного уровня, современных инсталляций и, возможно, концертов при должном продумывании акустики помещения.

Иваново входит в туристический маршрут «Золотое кольцо» и находится на выгодном пересечении между его городами (рис. 5). Туристический бренд города, как колыбели пролетарской революции и советской власти [3], обязательно будет содержать в себе маршрут вдоль железнодорожного вокзала и площади, как одного из лучших представителей памятника архитектуры тех времен, который соответственно должен показать себя с лучшей стороны.

Город неизбежно меняется, и каждое отдельное здание – тоже.



Рис.5. Схематическое изображение "Золотого кольца"

Хорошо, если эти изменения приводят к усложнению, насыщению смыслами, а не упрощению и стиранию памяти; хорошо, если они дают возможность дальнейших позитивных трансформаций. При правильном подходе приспособление исторических зданий – это не только путь к их сохранению, но и способ сделать их ценными для каждого человека.

### Библиографический список

1. История г. Иваново. В 2 ч. Ч.П. Иваново социалистическое / М.М. Бизяева, П.Д. Васильев, Ю.Ф. Глебов, Н.А. Коровин, Т.Н. Лешуков, А.В. Шипулина, Ю.А. Яковсон / под ред. С.С. Деева, А.В. Шипулиной, Ю.Ф. Глебова. – Иваново, 1962.
2. Тимофеев М. Город красной зари. Иваново: Неканонический путеводитель. – Иваново: А-Гриф, 2017. – 184 с.
3. Ивановская область. По «Золотому кольцу» России. – Иваново: Референт, 2007. – 592 с.

## ВЛИЯНИЕ БАУХАУСА НА АРХИТЕКТУРУ

**И.А. Голикова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Данная статья посвящена 100-летию всемирно известной архитектурной школы Баухаус. В статье рассматриваются ключевые принципы проектирования Баухауса и влияние этих принципов на архитектурное пространство.

**Ключевые слова:** Баухаус, архитектурная среда.

*Огражденное пространство есть медиум архитектуры.  
В. Гропиус*

Единство архитектурной среды, организация непрерывных архитектурных пространств, свободное размещение архитектурных объемов, новый подход к композиции внутренних пространств стали основополагающими принципами и нашли свое отражение в градостроительстве в XX – XXI веках.

В 2019 году знаменитая школа Баухаус отмечает 100-летний юбилей.

25 апреля 1919 года в немецком городе Веймар была образована Высшая школа строительства и конструирования – Баухаус – в переводе с немецкого «дом строительства». Немецкий архитектор Вальтер Гропиус, первый директор и вдохновитель школы, сформулировал ее главный принцип: «Мы хотим вместе придумывать и создавать новое здание будущего, где все сольется в едином образе: архитектура, скульптура, живопись, – здание, которое, подобно храмам, возносившимся в небо руками ремесленников, станет кристальным символом новой, грядущей веры» [1]. Новое конструктивное мышление, по убеждению Гропиуса, объединяющее градостроительство, социальные дисциплины, живопись, зодчество, дает возможность создавать универсальные произведения искусства. Данный принцип определил развитие архитектуры в XX веке. Преподаватели и студенты вместе находили ответы на вопрос о языке новой архитектуры в эпоху стремительного развития технологического прогресса и индустриализации. В Баухаусе считали, что форма здания будет выразительнее, честнее, убедительнее, соответствуя конструкции и технологии изготовления. Архитекторы Баухауса хотели выставить на первый план современные конструктивные приемы. Эта новая архитектура отказалась от декоративных элементов классической ордерной системы, использовала потенциал психофизического воздействия различных форм, материалов и колористических решений на человека. Художники и архитекторы Баухауса надеялись на грандиозную социальную реформу и

верили, что новое искусство поможет воспитать новую личность и построить счастливое будущее для всего человечества. Отсюда возник интерес к строительству массового, типового жилья, в котором высокие стандарты жизни будут доступны всем слоям населения.

Мастерскую живописи и фрески возглавил Василий Кандинский, витражной живописи – Пауль Клее, обработки металла – венгерский художник и теоретик искусства Ласло Мохой-Надь. Благодаря Эль Лисицкому в Баухаусе узнали о супрематических композициях Казимира Малевича. Идеолог нидерландского авангарда Тео ван Дусбург читал лекции, в которых были изложены идеи группы «Де стиль». Главные открытия Баухауса изменили представления о современной городской среде, архитектуре, дизайне и творчестве в целом [2].

### **Здание Баухауса в Дессау, Германия (1925)**

Это здание – манифест раннего Баухауса – спроектировал сам Вальтер Гропиус. Каждая функциональная зона имела свое объемно-пространственное решение и без труда определялась по внешнему виду. Функций в едином комплексе было много: школа-фабрика объединила учебные классы, ремесленные мастерские, столовые, кабинеты. Общежитие располагалось в многоэтажном корпусе-башне, для преподавателей были построены отдельные дома. Интерьеры и мебель, утварь, рисунки тканей делали сами студенты и преподаватели. Во всем подчеркивались чистые геометризированные формы; стены, мебель, бытовые предметы были основных цветов спектра – красного, синего и желтого. Некоторые помещения легко трансформировались: перегородка убиралась, и столовая превращалась в танцплощадку и т.д. На рис. 1 представлено здание Баухауса в Дессау, в котором воплощены основные принципы архитектурной школы.



Рис. 1. Здание в Дессау, Германия (1925)



**Людвиг Мис ван дер Роэ,  
«Стеклянный дом Фарнсворт в Плано», штат Иллинойс (1945 – 1951)**

Архитектурное кредо большинства архитекторов и дизайнеров XX века: «Меньше значит больше». Этот принцип воплощен в американском проекте Людвиг Мис ван дер Роэ «Стеклянный дом» (рис. 2), построенном по заказу Эдит Фарнсуорт, который является иконой международного стиля, торжеством совершенства модернистских идеалов и имеет решающее значение для понимания развития мировой архитектуры второй половины XX века. Строгий, аскетичный стиль архитектурных произведений Мис ван дер Роэ и его последователей получил название «Минимализм».

Архитектор создал не просто жилой дом в сельской местности – он воплотил идею создания невидимой грани раздела между человеком и окружающей природой с помощью новых промышленных материалов.



Рис. 2. «Стеклянный дом Фарнсворт в Плано», штат Иллинойс (1945 – 1951)

Пространство дома спроектировано в трёх плоскостях (рис. 3): открытая терраса, навес и остекленное жилое пространство. Фундаментом служат заглубленные железобетонные сваи на «лапах», в которые замоноличены двутавровые стальные стойки с высотой поперечного сечения 30 см с шагом 6,6 метра – всего восемь стоек. Два ряда по восемь стальных колонн поддерживают платформы пола и крыши. Периметр платформ ограничен 40 см швеллерами, к которым приварены поперечные 30 см двутавровые балки. Между балками в перекрытии уложены сборные железобетонные плиты. Поверх балок верхнего перекрытия уложены профильные П-образные железобетонные плиты, покрытые слоем гидроизоляции.

Плоскостное решение дома отражает идею максимальной прозрачности здания и его зрительной связи с ландшафтом.

Сдержанная элегантность стальных конструкций и остекления достигнута путем тщательной обработки каждой детали строения – все инженерные сети, дренажи, стыки элементов каркаса очень точно подогнаны друг к другу.

В закрытом перегородками центральном помещении расположены две ванны, комнаты, кухня, камин и кладовки. В центральном ядре дома, стоящем на отдельной опоре, скрыты все инженерные сети, что не нарушает чистоту фасадов проводами и трубами.

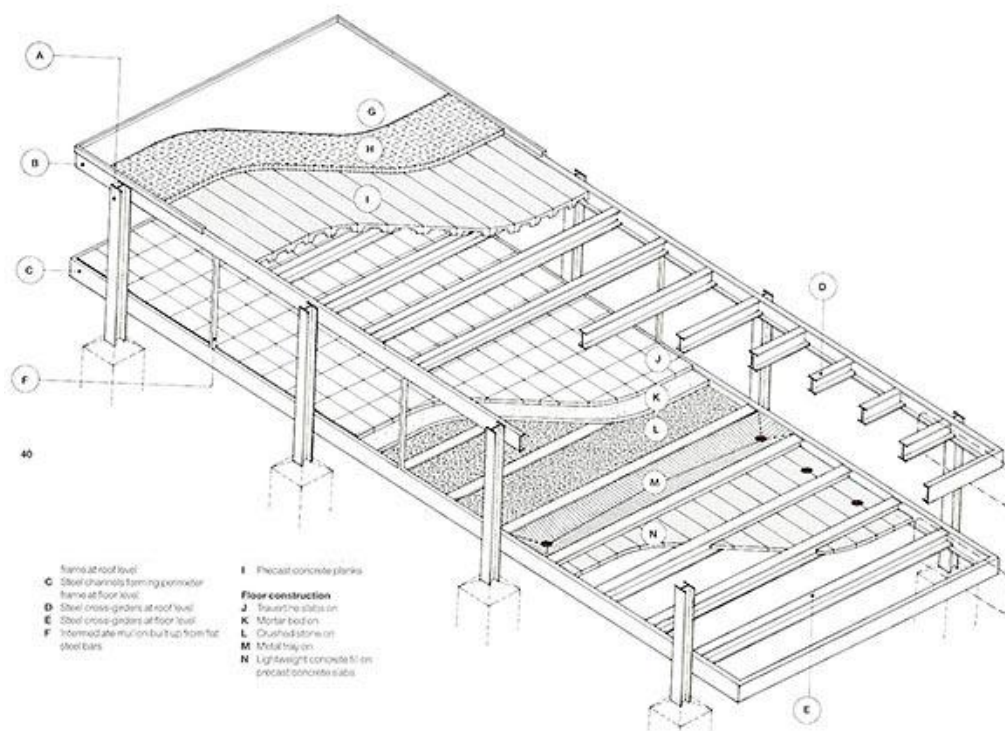


Рис. 3. Конструкция Стеклянного дома

Дизайн Стеклянного дома опередил время на полвека: только современные материалы и технологии позволяют сейчас строить энергоэффективные дома с огромными панорамными окнами из стеклопакетов с 3 – 5 слоями стекла либо путем применения каркасных технологий, либо с использованием монолитных железобетонных плит и стен из ячеистого бетона.

Мис ван дер Роэ говорил: «Когда вы видите природу через стеклянные стены дома Фарнсворт, она обретает новый более глубокий смысл, чем, если бы вы просто смотрели на нее снаружи. Природа, вы и дом становитесь частью единого Великого целого. До того, как я не посмотрел на окружающий мир через стекла дома Фарнсворт, я не мог представить насколько живописным может быть пейзаж... Нужно быть осторожным, чтобы использовать нейтральные тона в интерьере помещений, потому что природа снаружи припасла для вас всю свою чудесную гамму. Эти цвета постоянно меняются, и я хотел бы сказать, что это просто великолепно» [3, 4].



### **«Белый город» в Тель-Авиве (1931 – 1937)**

Тель-Авив 1930-х годов оказался идеальным местом для архитектуры «с чистого листа». К началу 1930-х годов в Тель-Авиве сложилась уникальная градостроительная ситуация: всеобщее воодушевление и национальный подъем, стремительный рост населения и острая потребность в новых жилых кварталах.

Свыше 4000 объектов интернационального стиля, в которых последовательно воплощалась доктрина Баухауса, до сих пор можно увидеть в центре города Тель-Авива, имеющего большую концентрацию строений этого стиля в мире по проектам архитекторов, учившихся в Баухаусе: Шломо Беренштейн, Арье Шарон, Шмуэль Мистечкин. В 2003 году ЮНЕСКО провозгласило «Белый город» Тель-Авива (рис. 4) всемирным культурным наследием за «выдающийся пример нового градостроительства и архитектуры начала XX века». В заявлении упоминалась уникальность адаптации современного интернационального стиля к культурным, климатическим и местным традициям города.



Рис. 4. «Белый город» в Тель-Авиве (1931 – 1937)

Строившие «Белый город» (свое название район впоследствии получил за светлый тон большинства фасадов) архитекторы приспосабливались к местным климатическим условиям. Из-за постоянного солнечного света, изнуряющей жары и высокой влажности от больших остекленных поверхностей и широких полос ленточных окон пришлось отказаться и

использовать приемы, традиционные для строительной практики Ближнего Востока. Так в проектах появились внутренние дворы-колодцы, патио, аркады, вентиляционные люки, машрабии – словом, все, что облегчает доступ свежего воздуха и создает дополнительную тень.

Функциональное планирование означало проектирование «изнутри наружу»: в первую очередь архитектор должен был продумать внутреннее пространство, удобное размещение жилых, общественных и хозяйственных зон. Отсюда – сложные композиции разноэтажных объемов, разнообразные формы оконных проемов (квадратные, ленточные, Г-образные). Облик здания продиктован особенностями внутренней планировки и назначением помещений. Эффектное сочетание разновеликих объемов, ослепительно белая штукатурка, игра контрастных теней – в масштабе нескольких кварталов новая архитектура производила сильное впечатление. Некоторые дома представляли собой вытянутые корпуса, другие, наоборот, были решены более компактно. Выразительным пластическим акцентом были закругленные балконы, оформлявшие углы зданий. Многие дома были оборудованы специальными пологими, балконами, вентиляционными щелями (окна-термометры), дополнительными козырьками. Выступы и ниши, улавливая морской бриз, усиливали сквозняк, что также помогало понизить температуру в квартирах. На плоских крышах были устроены сады, перголы, места для сушки белья, зоны отдыха [1].

Кроме того, в Италии 1940 – 1950-х годов идеи Баухауса нашли свое отражение в архитектуре движения рационализма. В Америке зародился так называемый интернациональный стиль в архитектуре благодаря эмиграции многих преподавателей Баухауса. Швейцарская школа 1950-х годов копировала многие идеи Баухауса в отношении типографики и коммуникативного дизайна. Это влияние позже перенеслось в Америку. Именно в то время зародился шрифт Helvetica (1957 год, Макс Мидингер). Первые художники-постмодернисты называли советских конструктивистов, европейский авангард и Баухаус среди своих самых сильных влияний. В настоящее время работы, сделанные почти век назад в немецкой школе Баухаус, продолжают вдохновлять современных художников [5, 6].

### **Библиографический список**

1. Гропиус В. Границы архитектуры. М.: Искусство, 1971. – 287 с.
2. Электронный ресурс: <https://arzamas.academy/mag/343-bauhaus> .
3. Электронный ресурс: <http://dom.dacha-dom.ru/plano.shtml> .
4. Vanham R. Theory and Design in the First Machine Age. Cambridge, MIT Press, 1980. – 338 p.
5. Иконников А. В. Архитектура XX века: Утопии и реальность. В 2 т. Т. 1. М.: Прогресс – Традиция, 2001. – 656 с.
6. Электронный ресурс: <http://www.lookatme.ru/mag/archive/experience-interview/168735-gid-po-bauhausu> .

## ТАКТИЧЕСКИЙ УРБАНИЗМ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДА ИВАНОВА

А. Мохамад

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### Аннотация

Статья представляет собой анализ возможности использования приемов тактического урбанизма в качестве инструментов для решения проблем благоустройства города Иванова.

**Ключевые слова:** тактический урбанизм, проблемы благоустройства.

Тактический урбанизм – обобщающий термин, который описывает методы по быстрому изменению городской среды. Легковозводимые конструкции, имитирующие планируемые изменения в городской среде, используются для анализа реакции пользователей и принятия окончательного решения о необходимости этих изменений. Идея тактического урбанизма заключается в преобразении города руками его жителей и общественных организаций, которые имеют возможности значительно улучшить городскую среду средствами небольших и не затратных по времени действий.

В результате анализа существующего состояния территории города Иванова на предмет пешеходно-транспортных связей, озеленения и рельефа территории, благоустройства и средовых акцентов выявлены такие проблемы, как:

- ограниченный бюджет, который может выделить администрация города на решение проблем благоустройства;
- отсутствие функционального разнообразия;
- неудовлетворительное состояние элементов благоустройства;
- небезопасность территории города по причине отсутствия искусственного освещения и запущенной растительности;
- несоответствие организованной системы пешеходного движения потребностям потребителя;
- дорожные пробки, вызванные плохо разработанной транспортной системой;
- элементы благоустройства разных временных периодов разрушают архитектурно-художественный образ города;
- отсутствие системы доступности маломобильных групп населения;
- несовременность среды.

Среди приемов тактического урбанизма можно выделить наиболее важные, такие, как:

1. Увеличение парковой среды города посредством захвата малоиспользуемых или пустых парковок. Данный прием поможет улучшить экологические показатели города.



2. Развитие необходимой инфраструктуры в общественном пространстве при помощи быстровозводимых конструкций и малых архитектурных форм. Как пример – скамьи и столики, сделанные из старых паллетов (рис. 1). С помощью этого приема возможно разнообразить функциональное наполнение общественных пространств с минимальными затратами из бюджета.



Рис. 1. Создание малых архитектурных форм из старых паллетов в г. Челябинске

3. Уменьшение визуального загрязнения среды рекламными щитами и рекламой в целом, а также создание наполнения архитектурного пространства города из освободившихся конструкций или срезанных баннеров. Таким образом, городское пространство становится более понятным для конечного пользователя [1].

4. Организация летних веранд. Создание мест приема пищи под открытым небом хорошо влияет на преобразование местности и налаживание соседских отношений жителей города (рис. 2). Как правило, это ярмарки выходного дня или же фестивали еды. Этот прием позволяет увеличить функциональное разнообразие городских пространств.

5. Придомовые общие сады и огороды также относятся к тактическому урбанизму. Они позволяют улучшить социальную обстановку как дворовых пространств, так и всего города в целом.





Рис. 2. Летняя веранда на Кутузовском проспекте, г. Москва

6. Дни без машин. Такие мероприятия позволяют оценить ситуацию с автодорожной системой города и принять решения по ее исправлению. Также все чаще набирает популярность решение использовать освободившиеся в эти дни проезды и дороги под пешеходные зоны и пространства общественного назначения (рис. 3).



Рис. 3. День без машин, г. Москва

Тактический урбанизм включает в себя хорошо спланированный и последовательный подход к изменениям; локальные решения по работе с местными проблемами; краткосрочные действия и реалистичные ожидания; низкий риск с возможностью высокого вознаграждения; развитие социального капитала жителей, построение и развитие социального капитала между гражданами; улучшение организации работы между общественными, частными и негосударственными учреждениями [2].

Тактический урбанизм – это движение по отвоевыванию пространств наших городов посредством действий, не занимающих много времени, но имеющих долгосрочную перспективу. Такие тактические проекты обычно осуществляются в небольших масштабах: неиспользуемые площадки, углы улиц, парковки и т.п.

Приемы тактического урбанизма стали особенно часто использовать в последнее время, что связано с экономическим кризисом (тактический урбанизм позволяет сделать больше при меньших затратах), ростом гражданской экономики, меняющейся демографической ситуацией и интернетом, позволяющим распространять подобные «тактики» легко и быстро.

Явная тенденция развития городских пространств заключается в том, что несанкционированные, возглавляемые гражданами инициативы все чаще становятся дополнительным доводом в необходимости тех или иных изменений для муниципальных органов власти, не склонных к риску и ограниченных бюджетом. Гражданские инициативы, направленные на временные перемены, зачастую приводят к переменам постоянным, поддержанным городскими властями. Начиная с легализации самодельных пешеходных переходов и неорганизованных веломаршрутов, заканчивая финансированием инициатив по борьбе с ямами на дороге, – города могут не только поддерживать проекты, изначально инициированные гражданами, но запускать на их основе собственные пилотные и тестовые программы [3].

Таким образом, тактический урбанизм может быть замечательным инструментом для решения проблем благоустройства как районного масштаба, так и города Иваново в целом. Он действительно способен изменить политическую ситуацию. Проекты тактического урбанизма кардинально влияют на социальные, политические приоритеты и отношение к окружающей среде, зачастую на уровне районов, где перемены необходимы большинству жителей.

### **Библиографический список**

1. Визгалов Д. В. Брендинг города. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2011. – 156 с.
2. Сводный стандарт благоустройства улиц Москвы: Приложение 1 к распоряжению Правительства Москвы «Об утверждении сводного стандарта благоустройства улиц Москвы» от 04.08.2016 г. № 387-РП. – М., 2016. – 413 с., ил.
3. Лаппо Г. М. Рассказы о городах / Оформление художника Е.В. Ратмировой. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Мысль, 1976. – 224 с.

## РЕНОВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ИВАНОВА

**А.С. Певцов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Данная статья посвящена обзору Большой Ивановской мануфактуры (БИМ) – бывшего текстильного предприятия города Иванова; определению ее значимости, необходимости и рентабельности реновации. Как известно, Иваново долгое время славилось своим текстилем, и БИМ была одним из основных производителей текстильной продукции города. Фабрика является памятником истории, а здание бывшего рабочего клуба фабрики БИМ, где в 1919 – 1923 гг. неоднократно выступал М.В. Фрунзе, – памятником архитектуры.

**Ключевые слова:** реновация, памятник архитектуры, Большая Ивановская мануфактура.

Реновация – инновационный процесс в сфере основного капитала, при котором изменяется функциональное назначение объектов реконструкции.

По итогам международных конференций, симпозиумов, семинаров, проводимых Комитетом европейской экономической комиссии по жилищным вопросам, строительству и градостроительству ООН, установлено, что наиболее общей является тенденция максимального сохранения существующих зданий, причём не только архитектурных и исторических памятников, но и зданий рядовой застройки, возведённых в традиционной манере и являющихся важными элементами городской среды [1].

### **История Большой Ивановской мануфактуры**

Большая Ивановская мануфактура (БИМ) располагается в центре города, по обе стороны от реки Уводи. Территория ограничена площадью Пушкина, проспектом Ленина, улицами Батурина и Зверева. Памятник истории.

В 1751 году Ямановский, крепостной Шереметевых, открыл одну из первых в Иванове полотняных мануфактур. Располагалась она на правом берегу Уводи, в районе современной улицы Зверева. В 1809 году предприятие перешло к Михаилу Ивановичу Ямановскому. В начале XIX века оно стало второй по величине фабрикой после предприятия Е.И. Грачёва и выпускало четверть всей ивановской текстильной продукции. В 1815 году М. И. Ямановский организовал на предприятии первую в селе пожарную команду. После Отечественной войны 1812 года начался «золотой век» ивановской текстильной промышленности. Тем не менее на предприятии Ямановских экономический подъём вскоре сменился спадом. К 1882 году было выстроено ткацкое отделение, а старое ситцепечатное производство было вскоре ликвидировано. Его здания были перестроены под жильё. Последними владельцами этой фабрики стали сыновья Мирона Фирсовича Ямановского – Геннадий и Николай. В этот период на предприятии было

занято около 500 рабочих, и оно постепенно стало фактически превращаться в ткацкое отделение фабрики «Товарищества Куваевской мануфактуры».

Куваевская мануфактура располагалась на левом берегу Уводи. Этот участок земли, входивший в состав Вознесенской слободы, в 1845 году был куплен Х. И. Куваевым. С 1793 года производство Куваевых находилось в корпусах на Садовой улице. Через несколько лет после покупки этого участка Куваевы выстроили на нём первый корпус (для заварки тканей) будущего фабричного комплекса. После женитьбы Н. Г. Бурьлина на дочери Х. И. Куваева, Надежде, Куваевская мануфактура отошла Бурьлиным. В последней четверти XIX века построены отбельные, красильные, ситцепечатные корпуса, а также выходящие на Александровскую улицу (ныне проспект Ленина) складские и административные корпуса. В 1887 году было учреждено «Товарищество Куваевской мануфактуры», а старая куваевская фабрика на Садовой улице была ликвидирована. В 1913 году построено здание электростанции между надстроенными в этот же период корпусами. Куваевская мануфактура была одной из наиболее развитых технически фабрик, а её ткани отличались высоким качеством. В 1886 году здесь при изготовлении варочных кубов из листового железа впервые в промышленных целях была применена электросварка, изобретённая Н.Н. Бенардосом. В 1910-х годах на фабрике работало около 2500 рабочих, выпускалось продукции на 20 млн рублей в год.

В декабре 1916 года на заседании пайщиков «Товарищества Куваевской мануфактуры» было принято решение выкупить ткацкую фабрику у Г. М. Ямановского, что состоялось через месяц, накануне Февральской революции. Таким образом, две фабрики, располагавшиеся на противоположных берегах реки, объединились в одну. В 1918 – 1919 годах предприятие было национализировано и получило название Большая Иваново-Вознесенская (через некоторое время Ивановская) мануфактура. В 1921 году БИМ первой в регионе возобновила свою работу после перерыва во время Гражданской войны. БИМ посещали М. В. Фрунзе и М. И. Калинин. С 1930-х до 1950-х годов фабрика носила имя В. М. Молотова, а после — О.А. Варенцовой. В 1930-е годы на фабрике трудилась кавалер ордена Ленина Пашина Анна Ивановна. В 1987 – 2003 гг. должность директора занимала знаменитая ткачиха В. Н. Голубева.

В 2008 г. работа БИМ была остановлена. Часть корпусов заброшена [2].

### **Рентабельность реновации**

БИМ является памятником истории и важной частью города Иваново, которая при должной реновации и максимальном сохранении существующих зданий сможет стать важнейшем элементом городской среды, который придаст исторический вид и создаст облик всему городу (фото 1).





Фото 1. Вид со стороны проспекта Ленина

На данный момент большая часть зданий фабрики заброшена и пустует (фото 2). Территория БИМ находится в центре города и занимает большую территорию, что может привлечь инвесторов. Территория фабрики может размещать как центр деловой активности города, так и общественный развлекательный комплекс.



Фото 2. Проезд между корпусами

Также реновация поможет решить некоторые вопросы в градостроительном аспекте – перенаправить часть транспортного потока с проспекта Ленина в обход площади Пушкина. Используя уже имеющийся на территории фабрики мост, можно проложить дорогу с ул. Зверева до ул. Батурина (рис.1).

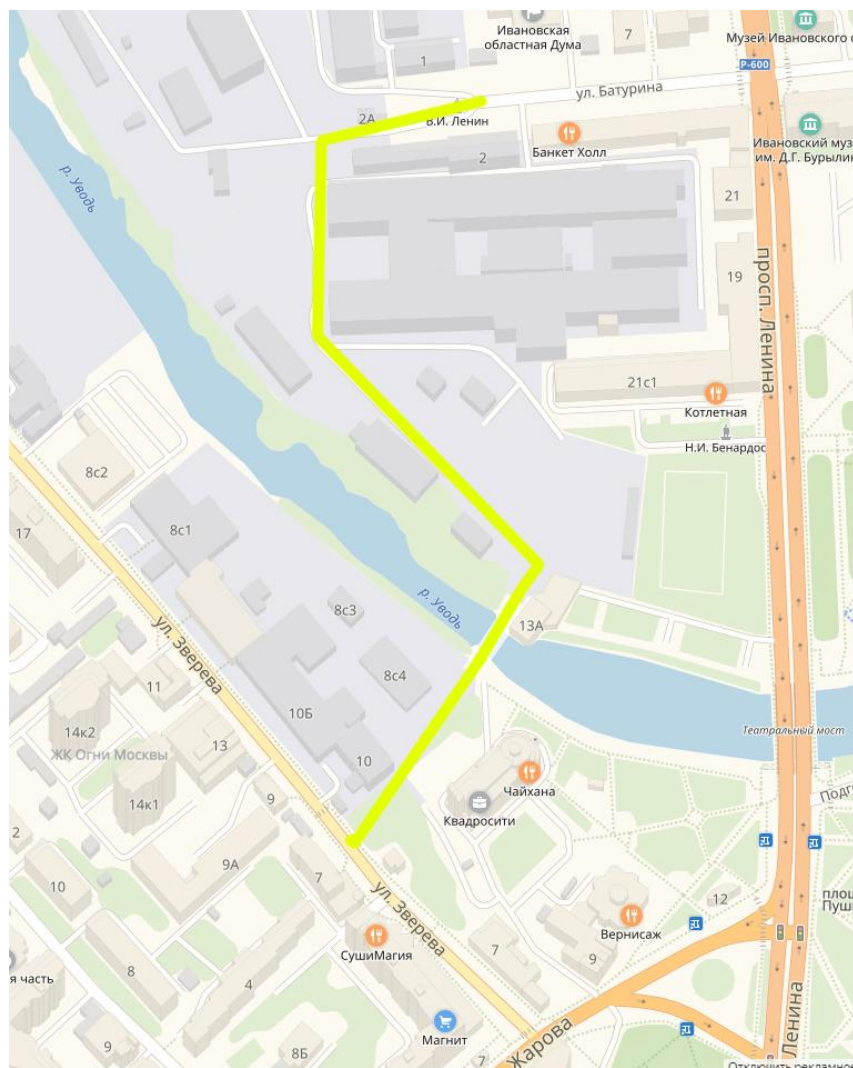


Рис.1. Возможное размещение дороги

Итак, можно сделать вывод, что Большая Ивановская мануфактура требует реновации, которая будет выгодна для города решением проблемы транспортной загруженности и созданием облика, а также рентабельна для инвесторов.

### Библиографический список

1. Асаул А.Н. и др. Реконструкция и реставрация объектов недвижимости: Термины и определения. Электронный ресурс: [www.aup.ru](http://www.aup.ru) .
2. Тихомиров А.М. Иваново. Иваново-Вознесенск. Путеводитель сквозь времена. – Иваново: Референт, 2011. – 328 с.

## МУЗЕЕФИКАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА ФУРМАНОВА

Д.С. Халатов

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Данная статья посвящена обзору двух памятников архитектуры в историческом центре города Фурманова, определения их исторической значимости и необходимости в музеефикации. Это Вознесенская церковь XVIII века – одно из первых каменных зданий села и дом XIX века, в котором родился и провел свое детство известный советский писатель, революционер, военный политический деятель Дмитрий Андреевич Фурманов.

**Ключевые слова:** музеефикация, памятник архитектуры, исторический центр.

Музеефикация – направление музейной деятельности и охраны памятников, сущность которого – преобразование историко-культурных и природных объектов в объекты музейного показа с целью максимального сохранения и выявления их историко-культурной, научной, художественной ценности и включения их в актуальную культуру. Сейчас музеефикация – это неразрывный элемент нынешней музейной практики [1].

Преобразование движимых и недвижимых памятников истории, природы в предмет музейной демонстрации подразумевает изучение памятника, его сохранение и реставрацию, восстановление художественно-архитектурных элементов, природной и культурно-исторической среды, толкование функции и значения памятника, осуществляемых с помощью создания постоянных экспозиций и выставок, а также организацию требуемых условий для его обзора. Особую категорию в рамках музеефикации недвижимых памятников включают памятные объекты, общественная значимость которых быстро признается в социуме.

### **История возникновения термина «музеефикация»**

Музеи множество лет ведут деятельность по музеефикации недвижимого и нематериального наследия, а музееведение всё так же ставило во главу своей деятельности только движимые музейные предметы. Активное формирование музеологии как научной дисциплины устанавливается в 1960 – 1980-е годы. В это время музееведение становится самостоятельной дисциплиной: появляются обобщающие труды, создаётся особый язык, который фиксируется в словарях и часто применяется на международном уровне. На момент 1980-х гг., когда велась работа над терминологией музееведения и составлялся 20-язычный глоссарий, слово «музеефикация» даже не входило в терминологический аппарат глоссария. Сформировавшиеся в западной музейной теории традиции

противопоставлять музеи и недвижимое наследие стали факторами, которые не позволили мгновенно ввести термин «музеефикация» как равноправное течение музейной деятельности в структуру новой научной дисциплины.

В работах российского искусствоведа Ф. И. Шмидта понятие «музеефикация» впервые было употреблено в 1920-х гг., но утвердилось в профессиональном языке музейных специалистов после организации в СССР первых музеев-заповедников, то есть с конца 1950-х гг. Но в 1960-х – 1970-х гг. проблемы музеефикации поднимались и обсуждались в основном экспертами по охране и восстановлению памятников истории и культуры. Процесс становления музееведения как научной дисциплины при этом шел параллельно, проблематика музеефикации затрагивалась специалистами-музееведами крайне редко.

В музееведческой литературе пишется, что большую часть среди музеефицированных объектов составляют архитектурные памятники.

Вопрос исследования и сохранения памятников нужно рассматривать с разных позиций.

Во-первых, любой памятник представляет интерес не только своей внешней оболочкой, но и тем смысловым наполнением, которое в памятнике заключено.

Во-вторых, при изучении историко-культурного наследия важным представляется выявление гармонического их архитектурного и градостроительного сочетания. У каждого города свой облик, своё лицо. Этот облик связан с основными достопримечательностями. При этом старина прекрасно гармонирует с развивающейся городской средой [2].

### **Исторический центр города Фурманова**

Одна из самых протяженных улиц города Фурманова – улица Б. Фурмановская, бывшая Вознесенская, биография которой соткана из множества человеческих судеб. Через Вознесенскую улицу пролегал большой торговый тракт, соединявший Нерехту и Шую, – в народе его называли «Екатерининским большаком».

Главная улица села Серeda-Упино (ныне это город Фурманов), к сожалению, на сегодняшний день утратила свой первоначальный облик, как и весь город в целом. Сохранились редкие постройки, которые очень отдаленно напоминают архитектуру дореволюционного села [3].

Одна из них – Вознесенская церковь. В 1727 году по письменному прошению князя указом царя было разрешено вместо старой деревянной церкви построить каменный храм во имя Вознесения Господня. Церковь являлась одним из первых каменных зданий и сохранилась до наших дней.

В XIX веке к храму пристроили северный придел в честь Феодоровской Божией Матери, южный придел в честь Покрова Пресвятой Богородицы. Местной святыней храма был древний образ Кипрской иконы Божией Матери. По преданию, икона была оставлена в подарок монахами-киприотами, когда они приезжали в Москву собирать милостыню. Вокруг церкви была кованая ограда на каменном фундаменте.



В 1918 года село Серeda-Упино получило статус города. Здесь родился и провел первые шесть лет своего детства русский писатель Дмитрий Андреевич Фурманов. Крестили его в этом храме в 1891 году, 27 октября. В 1941 году город Серeda-Упино переименовали в его честь. Богослужения в Храме Вознесения Господня прекратились в конце 1930-х годов. Храм был обезглавлен, колокола сняты, колокольня разрушена, святыни утеряны. Внутри церковь была изуродована чужеродными постройками, полы в храме заасфальтированы, фундамент снаружи засыпали землей. В здании церкви долгое время размещались механические мастерские, помещение не отапливалось. Длительный период запустения явился причиной значительных повреждений всего храма.

В 1993 году храм Вознесения Господня первым в Ивановской области перешел в собственность епархии, при нем была зарегистрирована православная община. Богослужения в церкви Вознесения Господня проходили только в летний период, и ее восстановление временно прекратилось.

С ноября 2007 по ноябрь 2012 года были произведены восстановительные работы. Были демонтированы чужеродные внутренние постройки, вывезено 250 тонн грунта, вставлены окна, проведена система отопления и построена своя котельная [4].

Еще одним памятником истории является музей Д.А. Фурманова.

Здание, в котором разместился мемориальный музей Д.А.Фурманова, построено во второй половине XIX в. и принадлежало бакалейному торговцу Медведеву. До 1897 г. семья Д.А.Фурманова снимала здесь комнату, где 07.11.1891 г. родился будущий писатель.

В 1950-е гг. учащиеся средней школы № 6 г. Фурманова под руководством учителя В.А. Лапшина вели активную работу по сбору материала по истории края, который впоследствии лег в основу музея. В 1958 г. свою работу на общественных началах начинает краеведческий музей г. Фурманова. Основателем и директором музея стал сам В.А. Лапшин, а первыми экскурсоводами – его ученики. В 1960 г. музею было присвоено звание Народного, а само здание музея взято под охрану государства как памятник федерального значения. В 1968 г. музей получает статус государственного и входит в состав Ивановского областного краеведческого музея. В середине 90-х гг. прошлого века музей был закрыт по причине необходимости создания новой экспозиции, отвечающей современным требованиям музейного дела [5].

26 октября 2005 года после длительного периода протяженностью в 10 лет вновь открыл свои двери для жителей и гостей г. Фурманова музей Д.А.Фурманова.

Концепция музея предусматривает отражение яркой жизни и творческой индивидуальности Д.А.Фурманова, автора романа «Чапаев». Две линии будущей экспозиции, посвященной Д.А.Фурманову, раскрывают темы творческого наследия писателя и его места в русской литературе и современном культурном процессе. Дмитрий Фурманов создал в романе легендарный образ Чапаева. Если бы не было романа, не было бы фильма братьев Васильевых, обошедшего экраны всего мира, не было бы анекдотов о Василии Ивановиче.

Значительную часть новой экспозиции составят подлинные предметы, прежде нигде не экспонировавшиеся. В фондах музея хранятся произведения Д.А.Фурманова на разных языках, картины художника Д.А. Трубникова, коллекции женского костюма кон. XIX – XX вв., образцы тканей, выпускавшихся российскими фабриками в XIX – XX вв.

### **Библиографический список**

1. Горбунов А.В. Музеефикация Бородинского поля: программы и их реализация // Бородинское поле: музей и памятник. К 165-летию основания Бородинского музея-заповедника: сб-к. М.: Полиграфсервис, 2005. – 273 с.
2. Основы музееведения: учебное пособие. – М.: Едиториал УРСС, 2005.
3. Фурмановская газета «Новая жизнь». Выпуск от 10.11.2011.
4. Пирязева Т.В., Крутова С.С. Пробуждение // Русский Дом. № 4 от 04.04.2009. – С. 32 – 34.
5. Петров А.В. Середская земля: ист.-краевед. разыскания и материалы о г. Фурманове и его окрестностях. – Иваново: Полинформ, 1995. – 158 с.

## СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ИВАНОВА

**И.Д. Шкаликов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Статья представляет собой анализ стилистических особенностей среды исторических текстильных предприятий города Иванова на примере фабрики «Красная Талка», Большой Ивановской мануфактуры, фабрики им. Зиновьева, фабрики им. Самойлова и фабрики им. Фокина.

**Ключевые слова:** анализ, стилистические особенности, текстильные предприятия.

Территория современной Ивановской области объединила районы трех губерний – Костромской, Владимирской и Ярославской. Подобное соединение трех крупных историко-культурных регионов, обладавших своеобразными местными традициями, обусловило богатство и разнообразие художественного наследия Ивановской области.

Изначальная специализация этих земель в области текстильного производства способствовала раннему по сравнению с соседними территориями появлению промышленной архитектуры, развитие которой, начиная с XVIII в., мы имеем возможность проследить здесь в большом многообразии типов. Особая, чрезвычайно яркая страница в истории развития художественной культуры области связана с периодом капитализма (2-я пол. XIX – нач. XX вв.). В результате бурного промышленного развития края и концентрации капитала в городах и крупных фабричных селах в этот период они получают новый архитектурный облик. Сооружаются крупные общественные здания, возводившиеся на средства и по заказу местных промышленников и купцов, появляются рабочие поселки, в том числе первые «города-сады». Для работы в провинции привлекаются видные архитекторы, такие, как Ф.О. Шехтель, И.Е.Бондаренко, И.В.Жолтовский. Одновременно появилась и плеяда талантливых местных зодчих – П.Г. Беген, С.В.Напалков, А.Ф. Снурилов. Вкусы богатых заказчиков во многом определили стилистику архитектуры целых городов.

Фабрика «Красная Талка» – пример средней по размерам ивановской текстильной фабрики посл. четв. XIX – нач. XX вв., включающей сооружения, выполненные в скромных формах эклектики, а также один из лучших памятников промышленной архитектуры периода 1920-х гг. [1].

Обширная, близкая к квадрату территория предприятия с юга и запада ограничена р. Талкой, огибающей участок, с севера – железнодорожной веткой, а с востока – пустырем. Въезд находится в середине западной границы, со стороны реки. Кроме того, участок разделен второй железнодорожной веткой: в южной его части располагаются постройки ситценабивной фабрики Витовых, а в северной – прядильный корпус

фабрики «Красная Талка». К юго-востоку от проходной стоят небольшие деревянные и каменно-деревянные здания контор рубежа XIX – XX вв. со скромными резными наличниками, украшающими крупные окна. Восточнее располагаются главные производственные сооружения, ориентированные преимущественно по оси восток-запад и образующие компактную группу: прямоугольный заварочный корпус 1878 г. и крупное здание отделочной фабрики 1870-90-х гг., состоящее из нескольких разновременных частей. Среди поставленных вокруг отделочной фабрики небольших зданий вспомогательного назначения выделяется оригинальным обликом механическая мастерская 1890-х гг. К северу от этих построек находится еще один производственный корпус 1870-х гг.

Фабрика им. Зиновьева расположена на левом берегу Уводи, неподалеку от бывшей главной площади Вознесенского посада. Крупный участок неправильной формы ограничен с запада рекой, а с юга – ул. Громобоя (бывш. Узкий пер.). Ситцепечатный корпус отделяет основную территорию от трапециевидного хозяйственного двора, по восточной стороне которого сосредоточиваются склады и другие здания. Вслед за электрической станцией, обращенной к главной фабричной улице, в тех же формах, переходных от эклектики к модерну, было сооружено двухэтажное пожарное депо, вытянутое по восточной границе участка в линию со складами, а в кон. 1900-х – нач. 1910-х гг. построена двухэтажная контора в стиле модерн – она поставлена во дворике, образованном механическим, ткацким и отбельным корпусами, и поддерживает линию фабричной улицы. Последней крупной постройкой, завершившей формирование фабричного комплекса, был двухэтажный новый ткацкий корпус, возведенный в 1914 г. и продливший фасад ткацко-отбельного корпуса вдоль реки.

Хлопчатобумажный комбинат им. Ф. Н. Самойлова расположена на бывшей юго-восточной окраине Иваново-Вознесенска. Занимает обширную, преимущественно ровную территорию (восточную часть современного комбината) на правом берегу р. Уводь. Это один из крупнейших текстильных комплексов Иваново-Вознесенска; отличается сложной пространственно-планировочной структурой, характерной для больших мануфактур посл. четв. XIX – нач. XX вв.; состоит из многочисленных соединенных между собой производственных зданий, образующих гигантский конгломерат сооружений. В стилистическом отношении фабрика интересна как пример разнообразных вариаций форм эклектики в архитектуре большого числа отделочных корпусов последней четверти XIX в.

Особое место в промышленном зодчестве Иванова занимают корпуса Покровской мануфактуры 1910-х гг. в формах протоконструктивизма. Въезд на вытянутую в направлении восток-запад территорию фабрики расположен в середине западной границы участка. К северу от ворот находится двухчастное здание, которое включает набойный корпус 1-й пол. XIX в. и жилое здание. От въездных ворот на восток открывается перспектива главной «фабричной улицы», идущей вдоль протяженного южного фасада основного ситцепечатного корпуса, состоящего из двух разновременных,



вытянутых в одну линию частей: западной и восточной. К двухэтажному, прямоугольному в плане основному объему ситцепечатной фабрики с севера перпендикулярно примыкают четыре меньших двух-, трехэтажных ситцепечатных корпуса 1880-1910-х гг., образующих вместе центральную группу в форме гребня с четырьмя зубцами (т.н. отделочное производство). Часть малых корпусов была сразу пристроена к основному, другие присоединены с помощью поздних достроек. Вторую, меньшую по размерам группу из нескольких сооружений образует стоящий у западной границы участка двухэтажный отделочный корпус, соединенный с небольшим техническим корпусом нач. XX в. и четырехэтажным техническим корпусом кон. 1880-1890-х гг. Кроме того, некоторые из названных зданий соединены между собой висячими переходами, образуя вместе сложную композицию, не лишенную своеобразной выразительности, хотя она и сформировалась преимущественно в результате чисто функционального присоединения одной части к другой. Наиболее эффектно внутреннее пространство замкнутых с трех сторон дворов в западной части комплекса, из которых больший (между корпусами 2 и 5), открывающийся налево от проходной, играет роль главного фабричного двора. Вокруг двух основных групп зданий сохранилось несколько отдельно стоящих, второстепенных по значению построек 19 в. Это выполненные в развитых формах эклектики склад химикатов 1870-80-х гг., отнесенный в восточный конец территории, и расположенное в ее северо-западном углу здание колерной 1870-80-х гг. (нынешний цех ширпотреба), за которым ближе к реке размещается набойный корпус.

Большая Ивановская мануфактура расположена в самом центре города, на обоих берегах р. Уводь; играет важную градостроительную роль. Основная, большая, часть территории предприятия находится на левом берегу реки. Это один из крупнейших и наиболее интересных текстильных комплексов Иваново-Вознесенска посл. четв. XIX в., отличающийся необычной целостностью пространственно-планировочной структуры и архитектурной стилистики сооружений, формы которых демонстрируют различные вариации эклектики.

Левобережная территория мануфактуры, близкая по форме к треугольнику, имеет слабое понижение рельефа к юго-западу, в сторону реки. Основные корпуса образуют компактную группу в северо-восточной части, а подсобные постройки (склады, мастерские и т.д.) расположены более свободно на периферии участка, около реки. Центральное место в комплексе занимает группа из трех главных трехэтажных сооружений: двух близко стоящих, параллельных друг другу отделочных корпусов, ориентированных по оси восток-запад и расположенной между их восточными концами электростанции. В узком протяженном дворе между отделочными корпусами размещены еще два здания, а с западной стороны двор замыкается поперечным корпусом. Композиция этой центральной группы зданий усложнена водонапорной башней, возвышающейся над серединой северного отделочного корпуса, и дополнительным объемом, пристроенным к середине южного корпуса. На сравнительно небольшом расстоянии от блока производственных зданий с севера (вдоль ул. Батурина), востока (по красной линии просп. Ленина) и юга расположены более низкие вспомогательные

корпуса (мастерские, лаборатории, заводоуправление и др., формирующие П-образный фабричный двор, огибающий восточную часть центрального ядра. В северо-западном углу участка расположен производственный корпус, а на юге, на понижающемся к реке склоне – круглая хозяйственная постройка, склад и литейный цех [2].

Фабрика им. Я. Н. Фокина расположена в центре города, на правом берегу Уводи, играет важную роль в панораме этой части Иванова со стороны реки. Территория фабрики с севера ограничена рекой, с юга и востока – ул. Крутицкой и Подгорной, а на юго-западе соседствует со стоящим выше по рельефу зданием Драматического театра. Фабрика представляет собой пример среднего по размерам ивановского текстильного предприятия, интересного своей усложненной объемно-пространственной структурой, характерной для быстро развивавшихся мануфактур кон. XIX – нач. XX вв.; включает постройки посл. четв. XIX – нач. XX вв., выполненные в формах эклектики, модерна и неоклассицизма.

Близкая по форме к квадрату территория фабрики из-за затесненности участка отличается особенно плотной застройкой. Въезд расположен в середине западной границы, вытянутой параллельно Подгорной ул., откуда на восток, параллельно реке, идет главный проезд – основная планировочная ось комплекса. Вдоль южной границы проезда в линию стоят несколько зданий: заводоуправление 1880-90-х гг., с небольшим разрывом от него – производственный корпус 1909 г. и примыкающий к последнему главный производственный корпус 1870-90-х гг. Его крупный П-образный в плане объем с трех сторон охватывает главный фабричный двор, открытый в сторону въезда. Над северо-восточным углом этого здания поднимается башня рубежа XIX – XX вв. С северной стороны проезда торцами к нему стоят протяженный одноэтажный склад 1900-х гг. и состоящий из нескольких разновременных частей старый производственный корпус 1870-80-х гг. Обращенные к реке торцы двух последних зданий вместе с северным крылом главного корпуса и башней образуют выразительный речной фасад фабрики. К югу от производственных построек находится высокое компактное здание электростанции 1890-1900-х гг., рядом с которой возвышается длинная кирпичная труба сер. XX в. Большинство сооружений вокруг главного фабричного проезда соединено друг с другом висячими переходами, придающими комплексу фабрики не лишенный эффектности, подчеркнуто урбанизированный облик [3].

### **Библиографический список**

1. Свод памятников архитектуры и монументального искусства России: Ивановская область. Ч. 1. – М.: Наука, 1998. – 526 с.
2. Купеческое строительство Ивановской области: каталог / под ред. Е.Г. Щеболева. – М.: URSS, 2004. – Вып.2. – 276 с.
3. Кириченко Е.И., Нащекина М.В., Анисимова Е.Е. Градостроительство России середины XIX – начала XX века. Кн. 2. Города и новые типы поселений. – М.: URSS, 2003. – 560 с.

## **ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРИГОРОДНЫХ ПОСЕЛКОВ БЛИЗ КРУПНЫХ ГОРОДОВ В СВЕТЕ ОПЫТА СОВЕТСКОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ИВАНОВА**

**Т.А. Сизова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются характерные особенности пригородных поселков города Иваново. Проектирование жилой застройки в формах, ориентированных на сохранение связи места постоянного проживания горожан с очагами зеленой природы, – тенденция, противопоставляемая урбанизации крупных городов. В качестве иллюстрации успешной реализации дезурбанистской концепции расселения в истории отечественного градостроительства приводятся примеры рабочих поселков-садов периода 1920-30-х годов на территории Иванова, в том числе памятник архитектуры и градостроительства – Первый Рабочий поселок.

**Ключевые слова:** пригородные поселки, рабочие поселки, поселок-сад, градостроительство, жилая застройка, зеленые зоны.

Одним из приоритетных направлений разрешения проблемы обеспечения граждан жильем в настоящее время становится расширение вариантов вновь возводимого жилья [1]. В современном развивающемся городе интерес человека к образу жизни, связанному с доступностью возможностей крупного города и при этом с сохранением близости природы к месту проживания, становится определяющим для формирования предложения на рынке жилой недвижимости. В последнее время тенденция строительства пригородных поселков обрела значительный масштаб, в том числе в Иванове. Первичный рынок насыщен предложениями о приобретении индивидуального жилого дома и земельного участка в собственность в целом ряде вновь возводимых пригородных поселков (далее – коттеджные поселки, КП). В их число входят такие коттеджные поселки, как «Изумруд», «Царская слобода», «Озерное», «Солнечный», «Олимпийская деревня», «Заречье» и многие другие. За романтичными «драгоценными» названиями поселков и их улиц – Изумрудные, Покровская, Вознесенская, Счастливая, Любимая и т.д. – застройщики часто продвигают весьма однообразные концепции представлений о комфортной среде обитания городского человека в пригороде.

В результате к настоящему моменту можно отметить некоторые черты, характерные для поселков-новостроек.

Во-первых, они располагаются преимущественно в непосредственной близости к городу (КП «Изумруд», новый КП «Беляницы») либо в нескольких километрах от него (до 12 км, как поселок «Вятчинки») [2].

Во-вторых, большинство застраиваемых участков имеет примечательные природные особенности вроде близости к реке (КП «Плотина») или лесному массиву (КП «Скоково», «Царская слобода»), что делает их дополнительно привлекательными с точки зрения экологической ситуации и продвижения форм активности человека и семьи, связанных с соответствующими возможностями природной среды, таких, как рыбалка, пляжный отдых, лыжные прогулки, спортивные игры на свежем воздухе и т.п. Поселки, которые не отмечены яркими живописными достопримечательностями, тем не менее также продвигают формат частного жилья с индивидуальным зеленым участком.

В-третьих, важной характеристикой подобной среды для жизни современного человека является транспортная доступность города, ориентированная, главным образом, на актуальную тенденцию массового пользования личным автотранспортом. Люди, имеющие возможность покупки коттеджа, часто приобретают не по одному автомобилю в пользование каждого взрослого члена семьи. Информация о размещении в 5-15 минутах езды от города сообщается в аннотации к любому пригородному поселку, в котором продаются дома, участки. Для тех, кто не имеет в распоряжении автомобиля, подходят варианты расселения в непосредственной близости к путям следования общественного транспорта. О данной возможности также спешит заявить практически каждый реализуемый поселок, ориентируясь при этом на имеющиеся городские или пригородные маршруты либо на планы о запуске новых.

В результате такое сближение поселка и города позволяет застройщику говорить о доступности городской инфраструктуры: детских садов, школ, больниц, торговых и досуговых центров, спортивных сооружений. На территории поселков лишь иногда реализуются собственные, включенные в комплекс застройки детский сад, фельдшерский, аптечный пункты, магазин. Реже на генеральном плане поселка можно встретить спортивную площадку, зеленую зону, парк или сквер, предназначенные для общего пользования жителей.

Стоит отметить, что подобная близость города позволяет обеспечить поселок высоким качеством жизни, связанным с доступностью современной инженерной инфраструктуры и ресурсов: электричества, газа, связи и ТВ.

В целом же складывается ситуация, при которой стремление людей реализовать таким образом представление о комфортной жизни загоняет их во вновь формируемые муниципалитеты, которые имеют опосредованное отношение к городу, лишь формально учитывают их реальные интересы в доступности городских благ и при этом жизни в приближении к природе. Протяженные улицы из участков, как правило, обнесенных глухими заборами, скрывают красоту ландшафтов, индивидуальных садов и дорогостоящей архитектуры коттеджей или разрушают единство концепции



архитектурного ансамбля, декларируемое авторами проектов поселков с типовой застройкой. Гуманизация среды проживания буквально приближением места жительства к природе выглядит весьма сомнительно, когда встает вопрос о качестве организации утилизации твердых коммунальных отходов, привнесении в природную среду иных факторов присутствия человека, соблюдении охранных зон и мероприятий для ценных объектов природы региона, которые служат привлекательными «якорями» для будущих собственников жилья в подобных поселках, как, например, южный берег Уводского водохранилища близ КП «Плотина». На путях в наиболее востребованных направлениях въезда – выезда из города в «часы пик» образуются автомобильные пробки, а «транспортная доступность» также становится формальным признаком места постоянного проживания для людей, вложивших в него немалые средства.

Кроме того, все достоинства подобного образа жизни для современного человека, стремящегося сохранить блага, доступные для горожанина, при этом имея привилегии приватной пригородной жизни, доступны только людям с весьма значительным достатком. Не зря за многими поселками закрепляется понятие «элитных», или «клубных», что дополнительно подчеркивает избранность владельцев жилья в них.

Государственная политика последнего времени нацелена на развитие системы расселения в формах, позволивших бы разрешить актуальные для страны проблемы, в частности, рассредоточения населения по ее территории [3]. Было бы верно выбирать формы планировочной организации новой обширной жилой застройки, ориентируясь на преимущественные стороны условий развития страны, в числе которых, безусловно, необходимо отметить значительные неосвоенные и незастроенные территории. Так в условиях современной России мало- и среднеэтажная жилая застройка с сохранением зеленых зон в планировочной структуре становится все более востребованной. Развитие данной тенденции, в том числе в формах малоэтажных пригородных поселков, должно вестись на базе анализа значительного градостроительного опыта отечественной архитектуры, например, в ее недавнем прошлом – начале деятельности советской власти, когда вопрос жилищного строительства стоял не менее остро.

Столкнувшись со значительным притоком рабочего населения в города, промышленные центры, государство в 1920-30-е годы проводило активную градостроительную политику по его расселению во вновь возводимых городских рабочих поселках. Ими массово застраивались пригородные участки и большинство промышленных городов Ивановской области. В основном велось строительство жилых зон с домами в формах, близких к традиционному жилищу малой и средней этажности. Вопросы комфорта среды проживания решались в активных поисках различных концепций. По одной из них в ряде поселков жилье строилось с сохранением близ домов приусадебных участков и общественных зеленых зон.

Так, и в истории Иванова есть весьма примечательные примеры реализации подобного образа жизни в рамках городской среды, актуальные и на сегодняшний момент. Речь о рабочих поселках города, построенных в 1920-30-е годы прошлого столетия. В их число можно включить Второй Рабочий поселок, неплохо сохранившийся и до наших дней, демонстрирующий вариант расселения в черте города в малоэтажных домах (3 этажа, включая жилые мансарды) на 6 квартир с небольшими палисадниками и хозяйственными постройками в личном пользовании собственников близ дома. В результате несколько кварталов крупного города имеют живописную архитектурную среду с обширными зелеными территориями, сохраняющую, насколько возможно, уединенность и спокойствие небольших домиков и их дворов. Несмотря на уже значительный возраст домов Второго Рабочего поселка, современные его жители дорожат своими квартирами, отмечая достоинства подобной застройки.

Одноэтажными жилыми домами в формах, близких к традиционному деревянному жилому дому, был застроен Рабочий поселок «Свет и воздух» в Иваново-Вознесенске (ныне – Иваново), где также дома получили развитые приусадебные участки [4].

Наиболее показательным с точки зрения иллюстрации обсуждаемого образа жизни в городском поселке можно считать Первый Рабочий поселок Иваново-Вознесенска, реализованный в 1920-х годах в концепции поселка-сада [5]. На его территории были возведены более 140 домов с обширными придомовыми территориями-палисадниками, объединенные в небольшие кварталы застройки с зелеными центрами-садами внутри. Связующими артериями поселка стали две крупные улицы, ориентированные как продолжения улиц, сложившихся к моменту строительства поселка на окраине Иваново-Вознесенска, и запроектированные с учетом перспектив развития города, как крупного промышленного центра, с активным транспортным сообщением застраиваемого пригорода и промышленной зоны в центре Иванова. При этом улица Красных Зорь – главная планировочная ось поселка – выполняла роль и одной из его главных зеленых зон. В настоящее время она по-прежнему остается одной из наиболее широких, комфортных и при этом озелененных улиц-аллей города. Однако нуждается в качественной реабилитации благоустройства и наполнения архитектурного пространства, с учетом его высокой исторической, культурной ценности для сохранения характера среды, появившейся в нашем городе более 90 лет назад благодаря работе лучших представителей архитектурной профессии того времени, имена которых вошли в историю отечественной архитектуры и градостроительства, в том числе, благодаря успешной реализации проекта Первого Рабочего поселка в Иваново-Вознесенске. Значимость строительства поселка подтверждается и тем фактом, что зарубежных гостей страны приглашали на показательный объект. Стройку посетила и писательница Лариса Рейснер, которая в одном из очерков эмоционально отметила масштаб увиденного словами «рядом со старозаветным Иваново-Вознесенском, в каких-нибудь трех верстах от города, строится советская Америка» [6]. В

этих словах звучит восхищение новаторским духом и устремлением реализуемого проекта к самым передовым целям доступности комфортной жизни и благ для каждого человека.

Передовой уровень масштабной стройки поселка в Иваново-Вознесенске, отмеченный в его символическом названии «Первый», и образцовый статус ее достижений, на которые предписывалось ориентироваться при последующем строительстве жилья на территории Советского Союза, свидетельствуют о приоритетах в градостроительной политике того времени, в частности об ориентации на дезурбанистские формы озелененного поселка-сада для проживания горожан [7].

Востребованность воссозданного здесь образа жизни подтверждается любовью жителей района и города к красивой фахверковой архитектуре типовых двухэтажных домиков, которыми был застроен Первый Рабочий поселок. Многие собственники и горожане ведут борьбу за их сохранение. Ведь Рабочий поселок с ростом города за 90 лет оказался практически в центре Иванова, что делает положение участков, занятых уже обветшалыми домиками, крайне привлекательным [8]. Как результат – активный снос исторической застройки поселка стал объективной реальностью в последнее десятилетие.

Однако опыт, полученный градостроителями при реализации рабочих поселков в Иванове, бесценен и в рамках работы над проектами современных пригородных поселков, если последовательно использовать результаты подобных масштабных достижений советского градостроительства.

Интересны здесь для современного проектировщика варианты создания пространства для жизни близ очагов природы – личных и общественных садов, аллей и парков, тогда как в современных поселках система общедоступных зеленых пространств часто ориентирована на существующие объекты природы близ застраиваемого участка, а в структуре генерального плана поселка масштабных и комфортных зеленых зон не проектируется.

Решение проблемы обеспечения граждан собственным жильем, в том числе путем расширения предложения на рынке жилой недвижимости, – приоритетная цель государства. И расселение горожан в пригородных поселках в настоящее время весьма востребовано. Однако продвижение подобных и иных типов жилой застройки должно вестись в рамках продуманной программы расселения на территории страны, опирающейся на знания о достижениях архитектуры и градостроительства прошлых лет.

### **Библиографический список**

1. Послание Президента РФ Федеральному Собранию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/56957> . – Дата обращения: 01.03.2018.
2. Коттеджные поселки в Иванове [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ivnovostroiki.ru/kottedzhnye-poselki> .

3. Петрова З.К. От плотной многоэтажной застройки мегаполисов к жизненному пространству малоэтажных поселений // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: Сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 512 с. – С. 413– 423.

4. Снитко А.В. Рабочие поселки исторических промышленных городов Центра России // Жилищное строительство: ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – М.: Стройматериалы, 12'2007. – 36 с. – С. 2 – 5.

5. Всеобщая история архитектуры: в 12 т. / Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР, Научно-исследовательский институт теории, истории и перспективных проблем советской архитектуры. – Л.; М.: Издательство литературы по строительству, 1966 – 1977.

Т. 12 (первая книга): Архитектура СССР / Под ред. Н. В. Баранова (отв. ред.), Н. П. Былинкина, А. В. Иконникова, Л.И. Кирилловой, Г. М. Орлова, Б. Р. Рубаненко, Ю. Ю. Савицкого, И. Е. Рожина, Ю. С. Яралова (зам. отв. редактора). – 1975. – 755 с., ил.

6. Первый Рабочий поселок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Первый\\_Рабочий\\_посёлок](https://ru.wikipedia.org/wiki/Первый_Рабочий_посёлок) .

7. Захаров А.В., Сизова Т.А. Реализация концепции рабочего поселка-сада в свете общих проблем градостроительной политики в 1920-30-е годы на примере Первого Рабочего поселка в г. Иваново-Вознесенске // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 512 с. – С. 327 – 333.

8. Сизова Т.А. К вопросу о судьбе памятника архитектуры и градостроительства – Первого Рабочего поселка в г. Иваново // Информационная среда вуза: материалы XIV Международной науч.-техн. конф. – Иваново: ИГАСУ, 2007. – 648 с. – С. 99 – 101.



## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ И СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ОСНОВА СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА**

**А.В. Захаров**

*ООО «Квартал-Инвест», г. Иваново, Российская Федерация*

### **Аннотация**

Формулируется система критериев качества архитектурной среды населенных мест на основе закономерностей миграции населения. Миграция рассматривается как критерий качества «уровня жизни» территории. Обосновывается роль социальной инфраструктуры в разработке стратегии устойчивого развития территории региона и необходимость разработки программы повышения качества градостроительной среды на основе оценки всех видов миграций населения при разработке документации территориального планирования.

**Ключевые слова:** миграция, уровень жизни, социальная инфраструктура, развитие территорий, качество градостроительной среды.

Развитие общества с самых древних времен регулярно сталкивается с проблемами переселения людей. Например: расселение славян, исход сельского населения в города и пригороды как следствие отмены крепостного права, эпидемии и войны, миграция населения в результате экономических кризисов и т.п. При этом во всех случаях наибольшую роль играют собственные характеристики территорий. На современном этапе в условиях реализации концепции устойчивого развития территорий актуальной становится необходимость в определении основ, принципов, методов, приемов стратегии градостроительного регулирования миграционных процессов.

Современное состояние исследований по данной теме в России и за рубежом характеризуется тем, что данной проблематике посвящено достаточно большое количество исследований. Но исследования, как правило, узко направлены на изучение конкретной проблемы: формирование и развитие агломераций, проблемы моногородов, распределение и размещение производственных ресурсов, градообразующие и градоформирующие факторы и т.п. Все тематики относятся к актуальным и рассматривают уже сложившиеся проблемы, в связи с чем разрабатывают теоретические основы по компенсации отрицательных последствий того или иного фактора. При этом комплекс критериев оценки базовой основы объекта исследования не является универсальным и не определяет характеристики совокупного качества архитектурно-градостроительной среды.

Анализ миграционных процессов в контексте исследований проблем развития территорий также чаще рассматривается в статистическом виде.

Миграционные процессы имеют сложную многоуровневую схему: от индивидуального переселения граждан до переселений глобального масштаба. Миграции людей подразделяются на группы: переселение отдельных граждан и отдельной ячейки общества – семьи; переселение отдельной социальной группы населения (молодежи, трудовой части населения и т.п.); массовое переселение населения (военные конфликты, техногенные и экологические катастрофы и др.) [1].

Кроме внешней и внутренней миграции относительно региона, можно выделить: краткосрочную, если переезд носит одноразовый кратковременный характер; регулярную, когда переезды осуществляются циклично по определенной целевой установке (сезонные работы, поездки на учебу и т.п.); длительную, когда переезд осуществляется на продолжительный срок; долгосрочную, когда меняют постоянное место жительства.

К некоторым основным причинам, не подразделяя их по группам миграций, можно отнести следующее:

- отсутствие возможности получения качественного дошкольного воспитания, начального и среднего образования, дополнительного образования, переподготовки;
- отсутствие современного медицинского и культурно-бытового обслуживания, возможностей развития физической культуры и спорта;
- необустроенность архитектурно-градостроительного пространства, низкое его качество и функциональность;
- ограниченная сфера трудовой деятельности (земледелие, животноводство, лесное хозяйство и переработка, мелкие ремёсла – для сельских поселений; монопрофильность производства в поселениях и регионе в целом.);
- низкий уровень оплаты труда;
- слабая (незначительная) материальная база производственных мощностей – отсутствие необходимого оборудования, материалов и т. д.;
- стабильное отставание экономики периферии от центров, как в целом, так и в отношении отдельных отраслей;
- поиск более благоприятных климатических и экологических районов;
- несоответствие понимания о качестве современной жизни с окружающей действительностью.

Обозначенные причины миграций практически все относятся к категории «уровень жизни» и в своей совокупности могут представлять критерий качества и уровня развития территорий.

В связи с этим миграционные процессы возможно и необходимо рассматривать в самом широком диапазоне – в социально-экономическом, утилитарно-функциональном и эстетическом аспектах, как совокупный показатель качества среды жизни и деятельности людей. Причинные факторы выражаются в системе количественных показателей при оценке территории.

При этом следует отметить, что в категории «уровень жизни» наибольшее значение и объем составляет социальный аспект. Социальная составляющая выражается в градостроительном пространстве как система объектов социальной инфраструктуры. В то же время следует отметить, что социальные факторы в традиционном градостроительстве рассматриваются лишь как вторичные, после градообразующих, показатели среды жизнедеятельности общества.

В связи с этим возникает необходимость в обосновании значения социальной инфраструктуры как основы, как базиса устойчивого развития территорий и повышения качества архитектурной среды, для чего необходимо решить ряд задач:

- провести градостроительный анализ системы социальной инфраструктуры на территории региона в сопоставлении с регионами ЦФО;
- определить степень существующего влияния системы социальной инфраструктуры на состояние развития или стагнации территорий;
- обосновать концепцию системы территориальных социально-образовательных центров (ТСОЦ);
- разработать стратегию развития территорий региона на основе формирования системы территориальных социально-образовательных центров.

Градостроительная теория формулирует два основных варианта развития территорий: интенсивный и экстенсивный.

Интенсивный вариант предполагает сосредоточение большей части населения региона в крупных городах на относительно малой территории по сравнению с общей территорией региона, где проживает остальное население региона в малых населенных пунктах. В данном варианте объекты социальной инфраструктуры размещаются компактно, что необходимо для обеспечения высокого качества уровня жизни и качества городской среды.

В качестве недостатка этого варианта на уровне региона следует отметить прогрессирующий диссонанс качества уровня жизни и качества архитектурной среды между малыми и крупными населенными образованиями, чему свидетелем служит прогрессирующая миграция населения из малых населенных мест в крупные. Также следует отметить возрастание экологических, транспортных и инженерно-технических и др. проблем с увеличением крупных населенных мест. Исследование показывает, что данный путь развития наиболее приемлем для регионов с крупными монопрофильными производствами, поглощающими максимальный объем трудовых ресурсов, соответственно это приводит и к укрупнению и объединению селитебных территорий.

Экстенсивный вариант развития территорий предполагает при более равномерном расселении людей более активное повышение уровня качества как архитектурной среды жизнедеятельности людей территорий малых населенных мест, так и всего комплекса социального обеспечения населения и интенсивного развития его коммунально-бытового обслуживания. При этом предполагается развитая система социальной инфраструктуры на всей

территории региона. С точки зрения регионального уровня данный путь развития в ряде случаев сложнее и в экономическом, и социальном планах. Но данный путь приемлем именно для территорий с небольшими разнопрофильными производствами и промыслами.

В качестве примера можно рассмотреть историю развития текстильной промышленности Ивановской области. Развитие надомного текстильного ремесла привело к созданию средних, а затем и крупных текстильных предприятий, увеличения численности рабочего класса – жителей городского типа. Соответственно это привело и к росту жилых кварталов будущего города Иваново-Вознесенска. В советский период появились индустриальные гиганты по производству меланжевых и камвольных тканей. И город в несколько раз увеличил свою территорию. Это характерная черта всех городов индустриального периода СССР. Создание качественной комфортной среды городских пространств, а особенно социальная и инженерно-дорожная инфраструктура только успевала догонять наполнение города новыми территориями. Приходится констатировать, что проектная документация перспектив развития города так и не получила реализации. На сегодняшний день не реализованы в полной мере ни транспортная схема города, ни энергетическая и другие инженерные схемы. Практически не получили архитектурного завершения советские жилые районы и микрорайоны. Несмотря на колоссальные объемы выполненных работ, рост количества значительно опередил рост качества городской среды, если понимать его как совокупность эстетических и социальных показателей. Соответственно, приоритетом стратегии развития территорий на современном этапе должно стать повышение качества архитектурной среды и развитие социальной инфраструктуры обслуживания общества.

Значение проблемы качества среды жизнедеятельности общества можно оценить по обращению внимания на нее со стороны государства.

### **Библиографический список**

1. Захаров А.В. Миграция населения как критерий качества «уровня жизни» территорий региона и показатель ее устойчивого развития // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли РФ в 2016 году: науч. тр. РААСН. Т.1. – М.: Изд-во АСВ, 2017. – С 323 – 326.



## ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ТУРИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА Г. ЮРЬЕВЦА

К.С. Аксенова, Н.А. Исаева

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### Аннотация

В настоящее время слабое исследование туристических ресурсов создает опасность потери ценных объектов и уникальности сложившейся архитектурной среды; является причиной отсутствия концентрации туристической деятельности в малых городах.

**Ключевые слова:** малый исторический город, историко-культурное наследие, ревитализация исторического пространства.

В истории Российского государства обустройство новых территорий имеет богатый опыт. Образование новых городов всегда было связано с эпохальными историческими событиями в нашем государстве. В основном это были либо торговые города, либо города-крепости. Так, великий владимирский князь Юрий Всеволодович, чтобы укрепить волжскую границу своего княжества, заложил в 1221 году Нижний Новгород, а еще четыре года спустя поставил в полпути от Городца до Костромы промежуточную крепость Юрьево, выбрав для нее место с очень точным прицелом – высокий берег Волги, на её крутом повороте, напротив устья Унжи. Находилась первая Юрьевоцкая крепость на Георгиевской горе. Эта крепость неоднократно сгорала, но ее отстраивали вновь и вновь. Однако после разорения города паном Лисовским в эпоху Смутного времени крепость возвели на соседней Предтеченской горе, где было больше простора. До наших дней, к сожалению, Георгиевская гора не сохранилась (была срыта для строительства защитной дамбы на берегу Волги). В настоящее время в Юрьево можно увидеть лишь хорошо сохранившиеся валы и рвы его последней крепости, именуемой в Писцовой книге Каменным городом. У юрьевочан же и по сей день живет другое ее название – Белый город. Крепость была заложена по указу царя Алексея Михайловича в дополнение к существовавшему деревянному острогу 23 мая 1661 года. Белый город расположен на Воскресенской горе, в южной части г. Юрьево. Осевшие от времени земляные валы местами расширяются и образуют площадки, где когда-то стояли каменные башни из белого кирпича и земляные бастионы. Известный историк и археолог А.А. Спицын, сделавший подробное обследование Белого города, причислил его к редким памятникам русского военно-инженерного искусства.

Юрьевоцкий посад XVI – XVII веков, согласно писцовым книгам, был под горой, на берегу Волги. Наверху находились только крепости. При московских царях Юрьево становится центром дворцового уезда,

занимавшего огромную территорию – «оба полы» Волги (то есть на обоих ее берегах). Постепенно из стратегического город превращается в вольный торговый город ремесленников. А в 1795 году по указу Екатерины II Юрьевец получает свой первый план регулярной застройки. В XVIII веке началось активное строительство каменных храмов. Так, на 2,5 тысяч жителей в городе было до 17 церквей и 6 монастырей. Четыре монастыря наряду с крепостями входили в систему обороны древнего города. С севера это была Ломова пустынь, с юга Тихвинский монастырь, с востока Кривоезерский монастырь, а с запада Богоявленский. До наших дней сохранились лишь одна колокольня и 7 храмов, из которых только три действующих (рис. 1, 2) [1].



Рис.1. Гравюра художника Сухова «Нижний конец Юрьевца». Первая половина XIX века



Рис.2. Гравюра художника Сухова «Верхний конец Юрьевца». Первая половина XIX века

Конец XIX века в Юрьевце отмечен ростом промышленности. В городе строится несколько предприятий – льнопрядильная фабрика, винокуренно-дрожжевой завод, пивоваренный завод, лесопильный и др. Купцы богатели, и, кроме деревянных усадебных домов, в городе начали появляться двухэтажные дома. Традиционно среди них были дома с кирпичным низом.

XX век для города является переломным. В связи с расширением Волги для Горьковской ГЭС город попал под угрозу исчезновения. Но жители отстаивали свой любимый город, в связи с чем в 1954 году строится защитная дамба протяженностью 3,2 км. Безвозвратно были разобраны три храма, монастырь, множество жилых домов, большая часть которых была перенесена на городскую территорию. Именно в это время заселяется верхняя нагорная часть города – в основном это одноэтажные деревянные жилые дома. Лишней земли не было, поэтому многие дома были построены на склонах гор, что придает городу особый колорит. Только в 70-х годах в городе строятся три жилых пятиэтажных дома в нижней части города и 17 пятиэтажных домов в нагорной части. Условно город разделяется на нижнюю часть – историческую, где в основном и сосредоточена городская жизнь, и верхнюю, где кроме жилых домов расположены общественные и образовательные учреждения [2].

Все объекты, формирующие территорию исторической нижней части города, преимущественно малой этажности, что создает комфортное ощущение для человека. Но здесь есть главная высотная доминанта города – колокольня Входа-Иерусалимского ансамбля, являющаяся своеобразной визитной карточкой города. Пятирусная колокольня – самая красивая постройка на территории Поволжья. Исторический центр города завязан на искусственно расширенной реке в виде водохранилища (Горьковского моря). Городская территория имеет необычайно сложный ландшафт при естественном крутом рельефе [3]. Для удобства жителей в нескольких местах устроены живописные лестницы, что придает некую экзотику для приезжих гостей и туристов. Все возвышенности разделены глубокими оврагами. Город утопает в так называемой «зеленой архитектуре» [4]. Совокупность архитектуры и природы с сохранением природного ландшафта создает благоприятные условия для жизни. На поддержание «зеленой архитектуры» работают и натуральные материалы в отделке зданий: дерево и природный камень.

Известно, что во всем мире небольшие города являются хранителями культурного наследия и национальной оригинальности, основными чертами которых является неповторимость и колоритность. У любого малого города свой неповторимый уклад жизни, свой облик, история и судьба, свои культурные феномены и личности. Город аккумулирует современную культурную жизнь, хранит наследие прошлого. Он дает гению почву для творчества, служит источником и одновременно объектом творчества [5]. Несомненно, небольшой и древний город Юрьевец является своеобразным «местом гениев», например, братьев Весниных и Реформатских, Александра Роу, Андрея Тарковского и других. Юрьевец – это своего рода место,

концентрирующее колоссальную творческую энергию. У маленького древнего города богатая история. Живописная красота, изящество белокаменной храмовой архитектуры, переплетающейся с деревянными постройками, образ Волги, панорама с церквями и купеческими домами с резными наличниками, мощеные улочки с деревянными домами, беспросветные овраги, заросшие густой растительностью, будоражат воображение и оставляют неизгладимые впечатления у туристов и гостей города.

Однако, несмотря на богатое прошлое, значительный историко-культурный потенциал и туристско-рекреационный потенциал, сегодня город переживает не лучшие времена. Одним из решений по изменению сложившейся ситуации может стать ревитализация исторического пространства, его зданий и сооружений. Процесс ревитализации должен оживить городское пространство, в котором концентрируются значимые с культурно-исторической точки зрения архитектурные объекты.

Кроме того, проблемой в организации зон отдыха в городской среде является несоответствие их художественно-образного и функционального решений запросам современных потребителей (туристов, жителей города и их детей, пенсионеров и др.)

Таким образом, можно сделать вывод, что основной задачей является создание благоприятных условий для проживания людей в городской среде. Необходимо развивать культурный потенциал города путем сохранения исторических зданий и сосредоточения разнообразных функций на небольших территориях, создавать общественно-пешеходные пространства для отдыха жителей в любое время года. А внедрение инновационных идей в исторически сложившуюся архитектурную среду представляет возможность создать веер новых дизайн-концепций организации городской зоны отдыха.

Разработка и реализация подобных проектов станет как материальной, так и духовной ценностью культурного пространства города и будут инициировать создание новых культурно-досуговых программ для перспективного развития города и района, что приведет к динамичному изменению его социокультурного пространства.

### **Библиографический список**

1. Полякова Л.Л. Юрьевец. – Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд., 1984. – С.17 – 22, 29 – 35, 110 – 122.
2. Антонов И., Полякова Л., Владимиров Б. Юрьевец. Прошлое и настоящее города на Волге. 2000. – С.20 – 21, 28 – 29.
3. Генеральный план г. Юрьевца. 1795г. (из фондов ГБУ «Музеи г. Юрьевца»).
4. План г. Юрьевца. 1914 г. (из фондов ГБУ «Музеи г. Юрьевца»).
5. Масталерж, Н.А. Формирование концепции общественного пространства как структурного элемента городской среды /Н. А. Масталерж // Архитектон: Известия вузов. – 2013. – № 43 (сент.) – С. 61– 73.



## **ИНТЕГРАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫЙ ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА**

**А.В. Огурцов, И.В. Чернова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Способность принести природу в дом была амбицией, к которой на протяжении веков стремились дизайнеры и хозяева домов. Люди любят и комфортно чувствуют себя среди естественных и органических элементов интерьера, которые благотворно влияют на настроение и здоровье человека. В последние годы растет осознание истощения ресурсов Земли, а это значит, что необходимо обратить внимание на экологичные материалы для отделки помещений. В данной статье авторы раскрывают тему природы как основного источника вдохновения при создании интерьера на примере 10 элементов.

**Ключевые слова:** дизайн, природа, интерьер, дерево, кирпич.

### **1. Выбор природных элементов, которые заставят вас чувствовать себя в гармонии**

Одна из причин, по которой мы так любим природу, – это наша неотъемлемая связь с природой и с природными элементами, декором, который берет свои начала из природы, например, деревом, хлопком, кожей и водорослями. Выбор материалов, которые резонируют с вашим личным стилем, является первым шагом для приведения их в ваш дом. Кому-то нравятся стены кухни, декорированные естественным камнем, пока другие предпочитают более изощренные цвета настила красного дерева в жилой комнате. Интерьер должен отождествляться с его владельцем [1].

### **2. Кирпич как фон или как фокус**

В первые годы кирпичного производства зародился естественный процесс использования извести, глины и воды и обжига при высоких температурах для получения твердого и прочного строительного материала. Сегодня в современном дизайне привлекательность кирпича не боится конкуренции со многими материалами. Свое единообразие в картине делает шикарный фон для урбанистических лофтов, а также добавляет текстуру и цвет к любой комнате (рис.1). Кирпич – идеальный материал для оформления стен, которые выглядят стильно и в то же время не берут на себя много внимания [2].

### **3. Древесина имеет способность преобразовать ваши разум и душу**

Для многих древесина является одним из единственных материалов, которая может быть исполнена в различном виде. Дерево может выглядеть как блестящий мрамор или же может быть оставлено необработанным, чтобы продемонстрировать свои уникальные несовершенства: срастание колец, лучей, коры и прочих элементов. Древесина – это один из самых легких, самых теплых материалов, который легко интегрируется в интерьер и может выглядеть достаточно разнообразно. Древесину можно использовать почти везде: от напольного покрытия до потолочных балок [3].



Рис. 1. Использование кирпича как фона

#### **4. Мебель из натурального дерева демонстрирует свои лучшие свойства**

Деревянная мебель – одна из самых популярных, потому как она прочна, красива и древесина может быть изготовлена любым способом. Посмотрите на мебель, сделанную из дерева разных эпох и стилей – сколько разнообразия! Дерево отлично вписывается как в стиль прованс, так и в хай-тек. Можно использовать резные чуть состаренные шкафы в классике или провансе, а в хай-теке деревянными могут быть лестницы, потолок, мебель с четкими линиями, ровными плоскостями (рис. 2).



Рис. 2. Деревянные кресло-качалка и пол

## **5. Энергия воды в вашем доме**

Водопады всегда создают мирную дзен-атмосферу и располагают нас на расслабление. Так почему бы не внести воду как элемент интерьера в наши дома? Вертикальный водопад по стене может стать отличным декором вашей прихожей, а также он идеально подходит тем, у кого небольшая площадь помещения. Также вертикальный фонтан подходит для ванных комнат, так как не занимает никакой площади вашего пола, и с ним интерьер выглядит совершенно иным.

## **6. Натуральные материалы в ванной комнате**

Последний тренд в оформлении ванной комнаты – это натуральные материалы или их имитация (рис.3). Это может быть как плитка под дерево, мрамор и любые камни, декорирующая пол, потолок, так и вовсе ванная из натурального камня. Все это в совокупности с естественным освещением способствует умиротворенному настроению и единению с природой.



Рис.3. Дерево в отделке ванной

## **7. Огонь как символ домашнего уюта**

Камин может быть главным акцентом в интерьере гостиной, независимо от ее стиля и дизайна. Ничто, как камин, отделанный камнем и деревом, не вносит столько уюта, особенно когда на улице холодно [4].

## **8. Цветочное вдохновение не обязательно должно быть искусственным**

Вы помните, когда единственная зелень, которую вы видели в домах людей, была искусственной и обычно покрывалась тонким слоем пыли! Сегодня природа находит свой путь все больше и больше в современных интерьерах. В прошлом уход за комнатными растениями рассматривался как рутинная работа. Сегодня использование комнатных растений, таких, как кактус, суккуленты, является украшением в доме и в офисных помещениях, способным поднять настроение в любых условиях обстановки.

## **9. Привнесите естественный солнечный свет как элемент дизайна**

Одним из самых простых, дешевых и красивых природных элементов, о которых многие забывают, является солнечный свет. Естественное освещение может сделать любую комнату живой, оно делает палитру цветов в мебели и стены ярче. Поэтому при проектировании желательно увеличивать окна. Естественный свет имеет благотворное влияние на интерьер как ни один искусственный светильник.

## **10. Натуральные элементы для каждого дома**

Многие жалуются, что натуральные материалы являются дорогими и, как правило, бросают идею использования их в своих проектах по декорированию дома. Что касается текстиля: натуральные ткани антистатичны и прекрасно стираются. Из минусов – часто и легко мнутся, долго высыхают после стирки, могут помяться и сесть, выгорают на солнце. Однотонные материалы отлично выдают огрехи покроя. При производстве применяют лен, хлопок, шерсть, шелк. Встречаются экзотические материалы, например, морских водорослей.

Натуральный текстиль в интерьере будет незаменим в этнических и экостилях. Винтажные элементы без них тоже не будут выглядеть значимо, хотя природные материалы будут прекрасно сочетаться с любым стилем.

## **Библиографический список**

1. Гиббс Дженни. Настольная книга дизайнера интерьера / Пер. с англ. – М.: БММ АО, 2006. – 112 с.: ил.
2. Кирпич в интерьере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dekoriko.ru/dizajn/kvartira/kipich-v-interere/>.
3. Дерево в интерьере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://roomplan.ru/dekorirovanie/derevo-v-interere/>.
4. Камень в интерьере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dizajninfo.ru/dekorativnyj-kamen-v-interere/>.



## **ВЫЯВЛЕНИЕ, ТИПОЛОГИЯ И ОЦЕНКА ГОРОДСКИХ МОРФОТИПОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИВАНОВА)**

**А.Е. Киркова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются проблемы анализа урбанизированных территорий, вводится понятие морфотипы городской застройки, а также проводится анализ на примере центрального района города Иванова.

**Ключевые слова:** морфотип застройки, территориальные зоны, градостроительное зонирование.

Постоянное развитие территории, непрерывный рост городов, реорганизация функций, назначений и территорий пространств, интенсивное использование земли – все это создает необходимость изучать причины трансформации городской среды. Для исследования следует применять понятие «морфотип застройки», впервые появившееся в 1980-х гг. в работах А.Э. Гутнова, а затем В.Л. Глазычева.

Морфотип – это эволюционно сложившаяся разновидность планировочно-пространственной организации городской застройки. Морфотип отражает функциональную наполненность застройки, конкретизирует пространственную организацию территории, ее историко-культурологический аспект.

В теории архитектуры, относящейся ко второй половине XX века, применяется понятие морфотипов в связи с тем, что в это время в крупных городах ткань жилой застройки приобрела чрезвычайное разнообразие и встал вопрос классификации отдельных ее фрагментов. Типология городской среды изначально рассматривалась как инструмент её организации, оптимизации и упорядочивания [1].

Проводя анализ застройки Иванова, можно проследить, как менялся облик улиц с развитием и становлением города. Интересным вопросом, связанным с активной реконструкцией железнодорожного вокзального комплекса, стала застройка района, в котором он находится.

История берет свое начало с поселения на реке Уводь, первое упоминание о котором относится к 1328 году. В середине XIV века оно было названо селцом Ивань в честь Иоанна Предтечи и после постройки церкви святого приобрело статус села. В 1579 году рядом с селом на южном берегу реки был построен мужской Покровский монастырь и слобода Притыкино. В 1653 году несколько слобод севернее реки объединились в Вознесенский посад, который возник на месте деревни Иконниково. Непогодородность



земли сыграла свою роль, и развитие ремесла приобрело важное значение. Основным ремеслом был холщовый промысел, холст изготовлялся на ручных ткацких станках и отбеливался на берегах Уводи. В 1742 г. была основана первая мануфактура. Производство росло и со временем механизировалось.



Рис.4. Село Иваново в XVI в.



Рис. 5. Село Иваново в 1774 г.

Переломный момент развития Иванова начался в 1867 году, когда было организовано акционерное общество Шуйско-Ивановской железной дороги, связавшей Вознесенский посад с Московско-Нижегородской железной дорогой. В 1920 – 1930-е годы после волны революций, которые пережило наше государство, политической волей московских властей вынашивались амбициозные планы о том, чтобы сделать Иваново столицей РСФСР. Была создана Ивановская промышленная область, в состав которой вошла Владимирская, Иваново-Вознесенская, Костромская и Ярославская губернии с населением почти в 5 миллионов человек. В эти годы он превратился в суперавангардный город. В связи с этим для реализации архитектурных проектов в Иваново-Вознесенске привлекали специалистов из Москвы и Санкт-Петербурга. Одним из первых проектов, который был воплощен в жизнь, стал новый комплекс зданий железнодорожного вокзала. К 1932 году он был выстроен по проекту московского архитектора В.М. Каверинского. Выполненный в стиле конструктивизма, в те годы это был седьмой по величине вокзальный комплекс страны и самое крупное на тот момент здание в городе.

Исследуя поэтапность застройки района вокруг железнодорожного вокзала, можно отметить, что начало жилой застройки Троицкой слободы было положено в 1844 г., когда Н.М. Гарелин выделил часть земли жителям местечка Ямы. Район активно расстраивался: сначала была проложена Троицкая улица (ныне ул. Фурманова), за ней параллельно Большая Троицкая (ныне ул. Карла Маркса), далее почти перпендикулярно Троицкая Задняя (ныне ул. Станционная), а за ней Земляная.

На участке между нынешними улицами Фурманова, Октябрьской и Генкиной был основан летний театр общества благоустройства «Ямы», здание которого не сохранилось; рядом с ним предполагалось создать сад.

Территория между улицей Фурманова, Октябрьской и Пограничным переулком долгое время не застраивалась и называлась «бельником». В древности там отбеливали холсты. И в 1926 г. на этом месте выстроили «второй рабочий посёлок», состоявший из 26 типовых 6-квартирных домов с краснокирпичным первым и рубленым вторым этажами с большими остеклёнными террасами в торцах домов и высокими мансардными крышами [2].



Рис. 6. План города Иваново-Вознесенска, 1886 г.

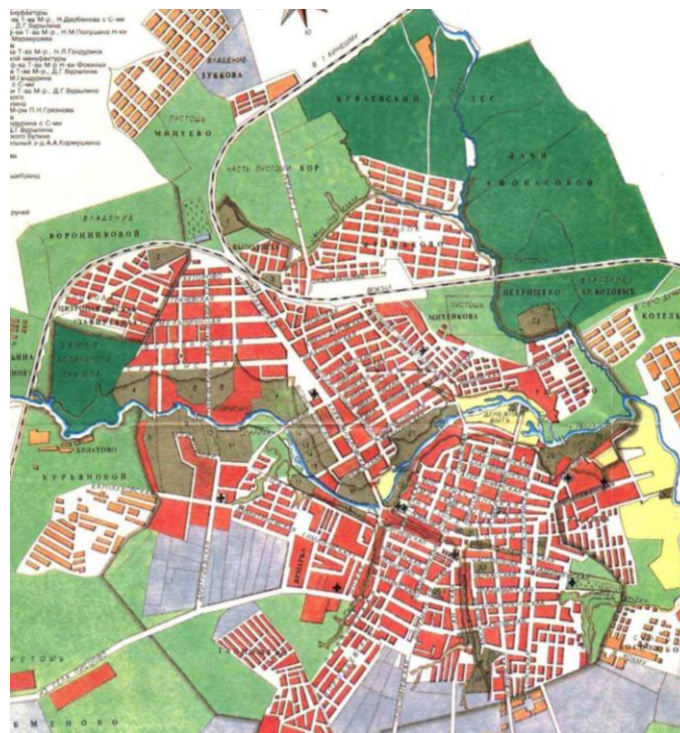


Рис. 7. План города Иваново-Вознесенска, 1914 г.

Уже тогда при разработке генерального плана города была заложена идея «города-сада», в связи с чем значительные площади отводились под озеленение. Разделение кварталов на ткани города четко читалось, имело линейный характер. Улицы застраивались параллельно друг другу и разделялись такими же параллельными проулками, имевшими определенный ритм. Были выстроены сады, детские площадки, спортивный комплекс и ряд общественных сооружений. В конце 1920-х гг. жилищно-строительные кооперативы начали вести строительство многоэтажных домов в формах конструктивизма. Далее наступила эпоха застроек «сталинских» домов (конец 1930-х и до середины 1950-х), за ней эпоха «хрущевок» (1960 – 1970-е гг.) и «брежневок» (конец 1970-х – конец 1980-х). И практически все виды этих эпох оставили след на карте города.



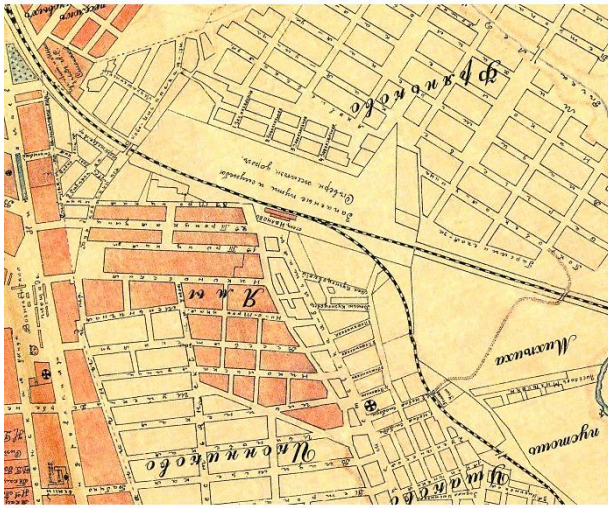


Рис. 8. Фрагмент карты Иваново-Вознесенска 1914 г. Арх. С.Х. Кириянов

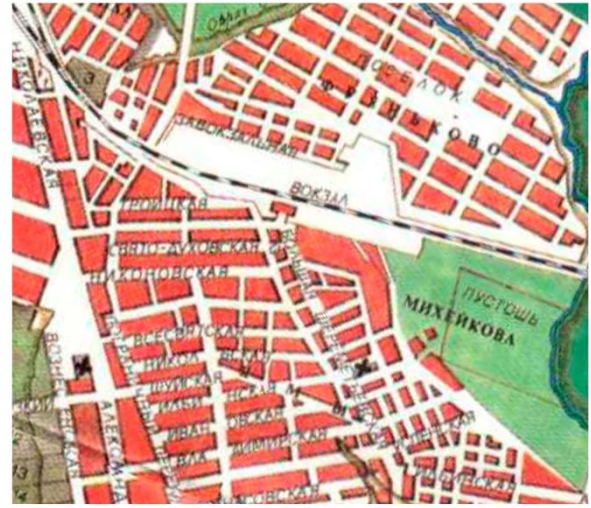


Рис. 9. Фрагмент карты Иваново-Вознесенска начала XX в.

В анализе рассматриваемой области были выделены следующие морфотипы города Иванова:

1. Застройка, относящаяся к периоду до 1920 г. (ввиду того, что в рассматриваемую область не вошли подвиды «старше»).
2. Кварталы «частного сектора», застраивавшиеся в 1900-1920 гг. и относящиеся к уездным землям.
3. Жилые поселки улучшенного типа 1920-1930-х гг. (дома «второго рабочего поселка»).
4. Застройка в стиле конструктивизма 1920-1930 гг.
5. Кварталы «сталинских» домов конца 1930-х и середины 1960-х гг.
6. Кварталы «хрущевок» 1960-1970 гг.
7. Застройка середины 1960-х – конца 1980-х гг.
8. Застройка после 2000-х (современное домостроение)

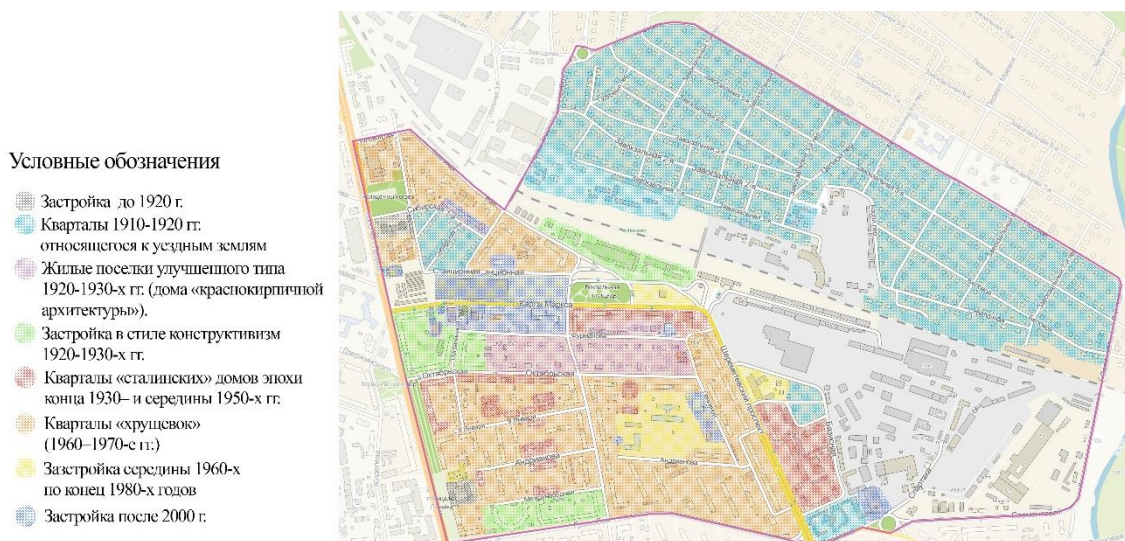


Рис. 10. Схема анализа с границами рассматриваемой территории

На картах трех периодов отчетливо видно разделение на зону южнее железнодорожных путей и севернее. Это значит, что кардинальный разрез на карте железнодорожными путями сохранился и по сей день.

Северная часть рассматриваемой области полностью отведена по малоэтажную частную застройку, которая существует уже больше 100 лет. В ней сохранен ритм домов, расположенных на улицах (8-10 по длинному ряду и 3-5 по короткому), и направления векторов улиц. На современном этапе добавлены объекты социального обеспечения, не идущие вразрез с тканью города.

Южную часть рассматриваемой области условно можно разделить на промышленную зону и жилую. Восточная часть, где располагается промзона, размещена на пустоши, ранее имевшей название Михейково, она не выбивается из ткани городской застройки. Западная же часть представляет собой отдельный интерес.

Анализируя карту 1914 г., мы видим, что половина жилой застройки относилась к уездным землям, а половина к городским, направления улиц диктовались ранее выстроенными в Вознесенском посаде Александровской улицей (ныне проспект Ленина) и Вознесенской площадью. Именно от нее лучом отходит первая появившаяся в местечке Ямы улица Никоновская (еще одно название Троицкой улицы, ныне Фурманова). Остальные выстраиваются под нее в идеальную параллель или сетку.

Анализируя карту начала XX века, мы видим, что размер кварталов остался неизменен, и сетка улиц часто образует правильные четырехугольные фигуры. Все зоны жилой застройки разделены на примерно одинаковые по величине кварталы.

На ныне существующей карте города мы видим четко изменившуюся картину нескольких районов. По периметру, образуемому из улиц Октябрьской, Генкиной, Андрианова и Калинина, объединены объемы застройки и упразднена дорога в связи с тем, что в быстро растущем районе понадобились социально-культурные объекты, такие, как школа, библиотека, поликлиника, детские сады, суд. Пограничный переулок практически полностью устранен ввиду объединения объемов застройки. Упразднена Вознесенская площадь, бывшая доминантой в черед застроек Вознесенского посада. Большие изменения претерпели железнодорожный вокзал, привокзальная площадь и стык Шереметевского проспекта и улицы Карла Маркса. Благодаря последней реконструкции городских дорог подъезд личного и общественного транспорта, а также вопрос парковочной зоны был разрешен. Но на площади появился храм, перетянувший на себя звание архитектурной доминанты, что неизбежно повлияло на восприятие привокзальной площади и здания вокзала в худшую сторону. Более того, от общего ансамбля отделена площадь им. Генкиной, имеющая историческую ценность.

Проблема моноцентричности города возникла еще при соединении Вознесенского посада и села Иванова, ведь первый фактически доминировал по численности и развитости. При объединении и дальнейших трансформациях города вопрос разрешен не был. Но город приобрел свою



«изюминку», он стал полицентричным. И теперь Шереметевский проспект и проспект Ленина являются лучшим примером пешеходного маршрута по самым интересным местам города.

Таким образом, на сегодняшний день по процентным соотношениям территориальных зон (в рассматриваемой области) мы имеем: 55% – жилые, 17% – общественно-деловые, 14% – производственно-коммунальные, 11% – инженерной и транспортной инфраструктуры, 3% – рекреационная зона.

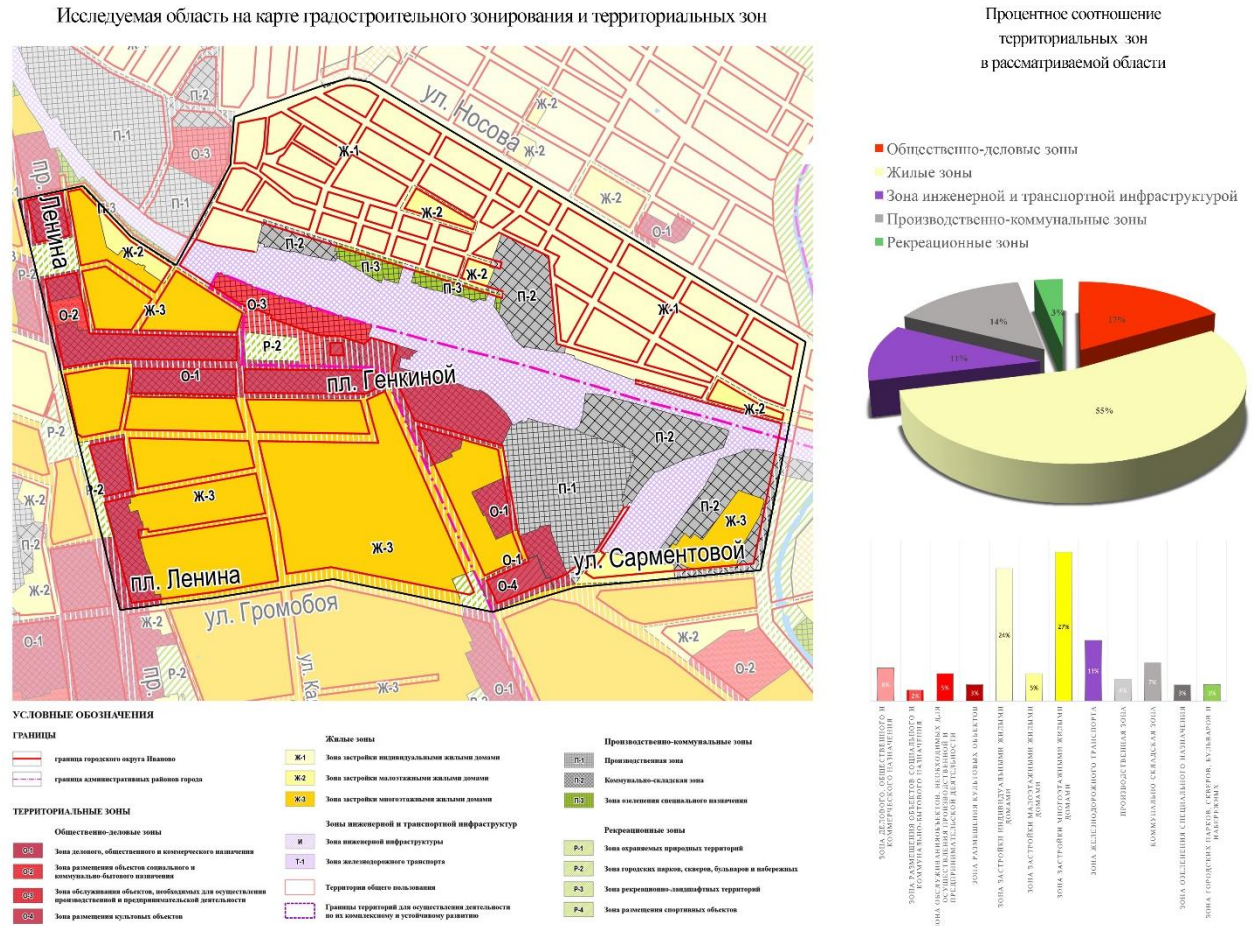


Рис. 8. Анализ территориальных зон

Город – это не только совокупность зданий и сооружений. Городская среда представляет собой процесс взаимодействия людей с многообразным окружением, которое в свою очередь должно быть комфортным и разнообразным.

### Библиографический список

1. Пасхина М. В. Разработка объектной структуры ГИС для задач экологического проектирования городской среды / М. В. Пасхина // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2011.–Т. 3. № 4.
2. Тимофеев М.Ю. Самый советский город: архитектура и топонимия города Иванова (Россия) // Miasta Nowych Ludzi . Architektoniczna i urbanistyczna spuscizna komunizmu. Oboz , 2007. – № 49. Т . II . – С . 147 – 157.



## АРХИТЕКТУРНО–КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ РАЙОНАХ

А.В. Огурцов, Ю.Н. Лебедев

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В данной статье рассмотрены архитектурно-конструктивные принципы, обеспечивающие сейсмостойкость зданий и сооружений в их историческом аспекте. Главное внимание уделяется анализу традиционных и инновационных подходов к строительству сейсмостойких зданий и сооружений. В работе представлены основные концептуальные положения проектирования сейсмостойких объектов от античных времен до наших дней. В ходе проведенного анализа определены цели и задачи проектирования сейсмостойких объектов, решение которых повысит безопасность инфраструктуры современных городов. **Ключевые слова:** архитектурно-конструктивные принципы сейсмозащиты, сейсмостойкость, сейсмическая изоляция, демпфер, вибрационный контроль.

Землетрясение – неизбежный природный процесс, страшное бедствие, которое приносит моральный и материальный ущерб инфраструктуре городов, строениям, людям. В нашей стране по мере смещения центров строительства в сейсмоопасные районы: Камчатка, Сахалин, Северный Кавказ – перед строительным сегментом встает задача защиты зданий и сооружений от разрушения. Сейсмичность района строительства в России определяется по картам сейсмического районирования, согласно которым вся территория РФ подразделена на зоны, степень возможных разрушений в которых определяется 12-балльной шкалой. Следует отметить два характерных для современных условий момента:

1. Интенсивность землетрясений во многих регионах была сдвинута в сторону увеличения.

2. Не наблюдается тенденции уменьшения частоты или разрушительности землетрясений.

Главной задачей сейсмостойкого строительства является ответ на вопрос, что будет происходить со строительным объектом под *сейсмической нагрузкой (сейсмическое нагружение)*, величина которой определяется интенсивностью и продолжительностью землетрясений, геологическими условиями, площадкой строительства и динамическими параметрами сооружения. Ответ на данный вопрос надо дать уже на стадии проектирования.

При проектировании зданий и сооружений в сейсмоопасных районах на территории РФ проектировщики руководствуются сводом правил СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» [1]. Свод правил

устанавливает требования по расчету (с учетом сейсмических нагрузок) к объемно–планировочным решениям и конструированию элементов и их соединений для зданий и сооружений, обеспечивающих их сейсмостойкость.

Согласно действующим нормам и положениям [1, 2] сейсмостойкость объекта – способность его конструкций сохранять в определенной мере сейсмочпрочность, другими словами, характеристика зданий и сооружений, предусматривающая степень их устойчивости к разрушениям. Сейсмостойкость является важным параметром в сейсмостойком строительстве – разделе гражданского строительства, специализирующемся в области изучения поведения зданий и сооружений под сейсмическим воздействием в виде сотрясений земной поверхности.

Обеспечение сейсмостойкости не является чем-то новым. *Сейсмическая архитектура* пришла к нам из античности. Еще древние архитекторы понимали, как важно обеспечить, чтобы конструкция значимых сооружений могла выдерживать высокую сейсмическую активность.

История архитектуры знает много примеров зданий, переживших десятки землетрясений благодаря отработанным архитектурным и конструктивным приемам, позволяющим возводить здания пластически многообразных архитектурных форм. Греческие периптеры, мусульманские храмы, многоярусные японские храмы – пагоды являются такими примерами, в которых логика построения формы и расположения деталей не противоречит логике сейсмической устойчивости конструкции.

Первые упоминания о сейсмостойком строительстве уходят в эпоху Возрождения – трактат Леона Баттиста Альберти, который считается одним из первых теоретиков архитектуры. В своем трактате «Об архитектуре» упоминает о влиянии землетрясений на выбор конструкций зданий, об устройстве прочных сплошных фундаментов, о видах сейсмостойких кладок, о необходимости усиления углов здания во избежание их обрушения под действием сейсмических сил.

Примеры традиционной японской архитектуры, постройки Древнего Рима, проекты зданий конструктивизма, сооружения современных архитекторов Пьера Луиджи Нерви; Кензо Танге, Б. Фуллер и О. Фрея, и др. свидетельствуют о сейсмической «живучести» объектов. Тысячелетиями доказано, что конструкции значимых сооружений различных архитектурных форм могут выдержать высокую интенсивность землетрясений. Древняя архитектура свидетельствует, что сейсмостойкость объектов строительства и объемно-планировочные решения находятся в прямой зависимости. Анализ последствий сильных землетрясений показывает, что здания в сейсмических зонах должны иметь простое очертание в плане – прямоугольник (самая распространенная форма), квадрат, многоугольник, круг. Не рекомендуется делать к ним пристройки и асимметрично располагать лестничные клетки. Простыми должны быть фасады без уступов и надстроек.

Исследованию антисейсмических приемов древних зодчих посвящены работы А.О.Башкирова, Н.М.Бачинского, М.А.Буланова, В.Л.Ворониной [3].

Многочисленные исследования архитектуры различных времен и ее возможности выявили множество технических, конструктивных приемов, позволяющие надежно противостоять сейсмическим воздействиям, многие из которых актуальны и в современном строительстве.

Одним из действенных антисейсмических факторов, повышающих сейсмостойкость, являются эластичные строительные материалы и конструкции, такие, как «сухая кладка стен» (виброконтроль) или по эластичному вяжущему раствору «ганч» (алебастр), употребление прослойки песка в основании, специальные устройства из камышовых поясов и глиняных подушек, игравших роль поясов-усилителей жесткости [4]. Они давали гарантию устойчивости и сопротивляемости здания сейсмическим толчкам и сотрясениям. Примером могут служить станции метро в Ташкенте, украшенные ганчем. Кроме ганча, с древних времен сейсмоустойчивым материалом считается глина в сочетании с эластичными сортами деревьев.

Среди современных сейсмоустойчивых материалов можно отметить эластичный бетон, в состав которого входят минералы морских раковин, а также материалы, подобные FRP (биоматериалы), сплавы с эффектом памяти. Конструкции из эластичного бетона могут восстанавливаться под действием дождя и снега.

Весьма удачным антисейсмическим приемом при малой толщине стен явился способ кладки на ребро, применявшийся вперемешку с кладкой плашмя, причем постельные швы, оказывающиеся при этом вертикальными, не прокладывались раствором. Фактура таких стен носит орнаментальный характер, они одновременно обладают известной эластичностью и лучше противостоят сейсмическим толчкам.

Заслуживают внимания антисейсмические устройства такие, как каркасная система – одна из распространенных конструктивных систем гражданских и промышленных зданий. Конструкция со стрельчатой формой арок лучше противостоит сейсмическим толчкам, чем полуциркульные арки.

Что касается купольных перекрытий, то они считаются вообще сейсмостойкими. Совершенная архитектурная форма купола является статической пространственной системой, создающей полное единство внешнего объема и ее внутреннего пространства. Влияние землетрясений сказывается на куполах только в случае появлении трещин.

Современные архитекторы при проектировании сейсмостойких объектов сочетают традиционные подходы и новейшие достижения науки. Одним из последних достижений являются открытия в бионике – науке, которая изучает особенности строения и жизнедеятельности организмов и на основании свойств различных объектов природы позволяет создавать аналогичные формы, например, формы пчелиных сот, колосьев, раковин, кукурузных початков и т.д., которые надежно воспринимают сейсмические колебания.

Для антисейсмичности сооружения имеет немаловажное значение расположение центра тяжести всего объема здания. Характерно, что при одном и том же объеме сооружения, чем ниже будет расположен центр тяжести, тем лучше будет сопротивляться сооружение сейсмическим толчкам.

Поэтому строители (инженеры- конструкторы, архитекторы) всегда стремятся к уменьшению веса верхних частей сооружения.

Среди современных подходов к строительству сейсмостойких зданий можно отметить проекты японских архитекторов. Из последнего: устройство для устранения колебаний с помощью сжатого воздуха. В момент землетрясения сила воздуха поднимает здание, что в большой степени уменьшает колебания. Эту роль выполняет воздушное устройство для устранения колебаний. Система таких устройств позволяет зданию парить на воздушной подушке. Это работает так: сенсоры на здании распознают сигналы сейсмической активности. Сеть сенсоров передает сигнал воздушному компрессору, который за полсекунды нагнетает воздух между зданием и фундаментом. Подушка поднимает здание на 3 см над землей, изолируя его от толчков, которые могут его разрушить. Когда землетрясение прекращается, компрессор выключается, и здание опускается на место. Сила колебаний уменьшается в 30 раз.

Среди технологических подходов к проектированию сейсмостойких зданий и сооружений в нашей стране можно выделить использование резинометаллических опор, устанавливаемых в нижних этажах между несущими конструкциями здания и фундамента. Резинометаллические опоры могут быть самой различной модификации, с низким и высоким демпфированием, с сердечником из свинца и без него, с применением различных материалов, а также фрикционные скользящие опоры маятникового типа. Примером могут служить современные высотные объекты в Сочи (24-этажный деловой центр «Спутник», 25-этажное здание гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza»), оборудованные резинометаллическими опорами с разными техническими характеристиками. Стоимость объектов с использованием резинометаллических опор увеличивается более чем на 30%.

Более эффективным способом гашение колебаний считается применение *демпферов (гашения колебаний)*. Демпферные системы в практике сейсмостойкого строительства существуют давно, но постоянно видоизменяются и позволяют защитить здание от горизонтальных смещений почвы. С использованием *инерционного демпфера (Tuned Mass Damper)*, называемого также **инерционным гасителем**, построен небоскреб «Тайбей 101» в Тайване. Опасность обрушения при землетрясении в этом здании снижает 660-тонный стальной шар с двумя маятниковыми подвесками [5].

Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений достигается решением трех взаимосвязанных задач:

- архитектурно-функциональная – это сочетание объемно-планировочных элементов здания или сооружения;
- архитектурно-художественная – придание выразительности внешнего вида, сочетая с внутренними помещениями;
- архитектурно-конструктивная – подбор современных материалов и конструкций.



Объемно-планировочное и конструктивное решения должны удовлетворять условиям симметрии и равномерного распределения жесткостей конструкций и масс. Невыполнение этих условий приводит к несовпадению центра тяжести нагрузок с центром жесткости сооружения, что будет интенсифицировать развитие крутящих моментов в плане здания и приведет к концентрации усилий на отдельных несущих конструкциях.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что инновационный подход к проектированию сейсмостойких зданий и сооружений является актуальной задачей в строительном сегменте. Основная задача современного архитектора заключается в сочетании технологических методов строительства с разнообразными архитектурными концепциями.

### **Библиографический список**

1. СП 14.13330.2014 (СНиП II-7-81\*). Свод правил строительство в сейсмических районах. – М.: Стандартинформ, 2018.
2. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах: Актуализированная редакция СНиП II-7-81\* / Министерство регионального развития РФ. – М., 2011. – 88 с.
3. Поляков В.С., Килимник Л.Ш., Черкашин А.В. Современные методы сейсмозащиты зданий. – М.: Стройиздат, 1989. – 320 с.
4. Уздин А.М., Сандович Т.А., Самих А.Н.М. Основы теории сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – 176 с.
5. Корчинский И.Л., Бородин Л.А., Гроссман А.Б. и др. Сейсмостойкое строительство зданий: учеб. пособие для вузов / под ред. И. Л. Корчинского. – М.: Высш. школа, 2003. – 320 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НАЧАЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «SCAD OFFICE»

М. А. Орлова

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье представлен порядок моделирования железобетонных балок с дефектами в среде программного комплекса «SCAD Office». Приводится формула для расчета несущей способности изгибаемых железобетонных элементов с начальными трещинами. Дается сравнительный анализ результатов теоретических расчетов, физического и численного эксперимента по исследованию напряженно-деформированного состояния железобетонных балок с различными типами трещин.

**Ключевые слова:** железобетонные балки, напряженно-деформированное состояние, трещины, дефекты.

В железобетонных конструкциях в процессе изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации могут возникнуть различные дефекты и повреждения, такие, как: нормальные трещины в растянутой зоне [1, 2] и локальные горизонтальные трещины в бетоне сжатой зоны [3, 4], вызванные нарушением технологии изготовления, нормальных условий эксплуатации, складирования или монтажа конструкций, а также неблагоприятным влиянием внешней среды [5].

С целью установления влияния дефектов на напряженно-деформированное состояние изгибаемых железобетонных элементов и развития методов расчета конструкций с повреждениями, были изготовлены и испытаны 12 серий балок с различными типами трещин и 7 серий балок без дефектов, имеющих аналогичные армирование, прочность бетона и геометрические размеры [6]. Опытные образцы отличаются между собой прочностью бетона, степенью армирования сечений и параметрами трещин. Поврежденный участок располагается в середине пролета, в зоне чистого изгиба [7]. Железобетонные элементы испытывались на изгиб статической нагрузкой до разрушения, как однопролетные шарнирно опертые балки, нагруженные двумя сосредоточенными силами [8, 9].

Проведенные эксперименты позволили разработать инженерный метод расчета железобетонных изгибаемых элементов с трещинами с использованием эмпирических коэффициентов [10, 11].

С целью проверки результатов теоретических расчетов по предлагаемой методике, а также для сравнения экспериментальных данных был проведен численный эксперимент путем моделирования железобетонных балок с трещинами в среде программного комплекса «SCAD Office» [12, 13].

Расчетная схема представляет собой балку, смоделированную объемными конечными элементами типа 36 (8-узловой изопараметрический конечный элемент), шарнирно-опертую по двум сторонам (рис. 1).

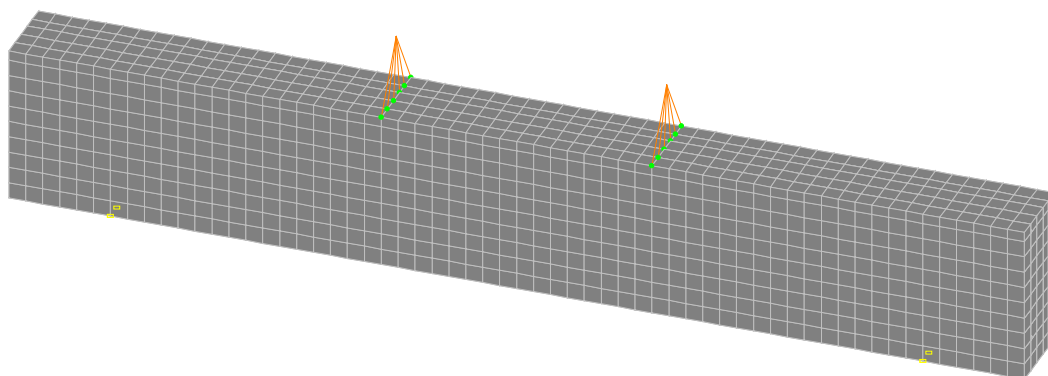


Рис. 1. Расчетная схема балки

В качестве арматуры выступают стержневые элементы соответствующего класса и диаметра (рис. 2).

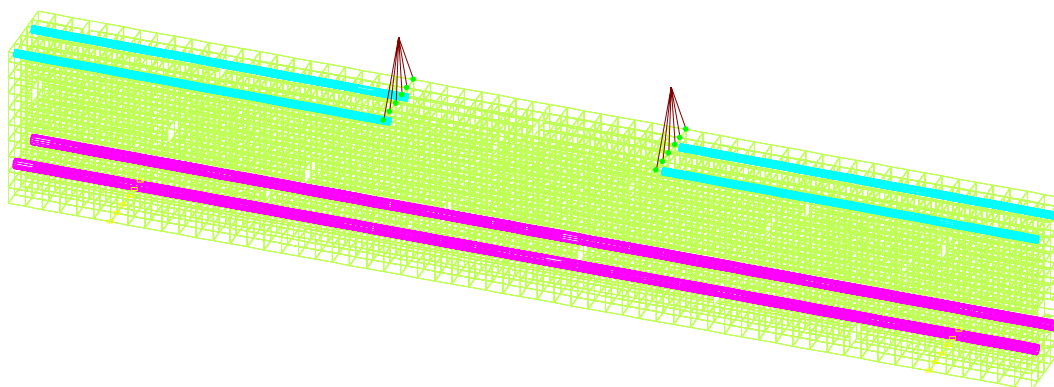


Рис. 2. Армирование балок продольной стержневой арматурой

В узлах приложения внешней нагрузки добавляются специальные элементы, производится загрузка балки собственным весом и нагрузкой, равной экспериментальной разрушающей (рис. 3).

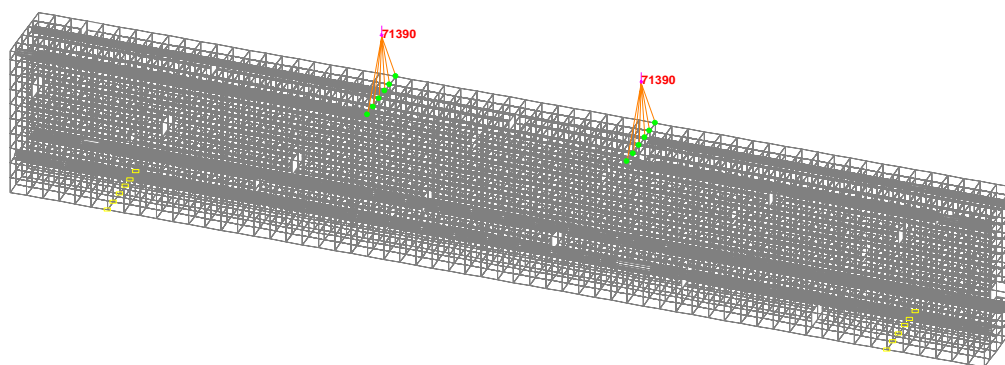


Рис. 3. Загрузка балки собственным весом и сосредоточенной силой

Трещины создаются путем разрезания объемных элементов, при этом арматурные стержни не разрезаются (рис. 4).

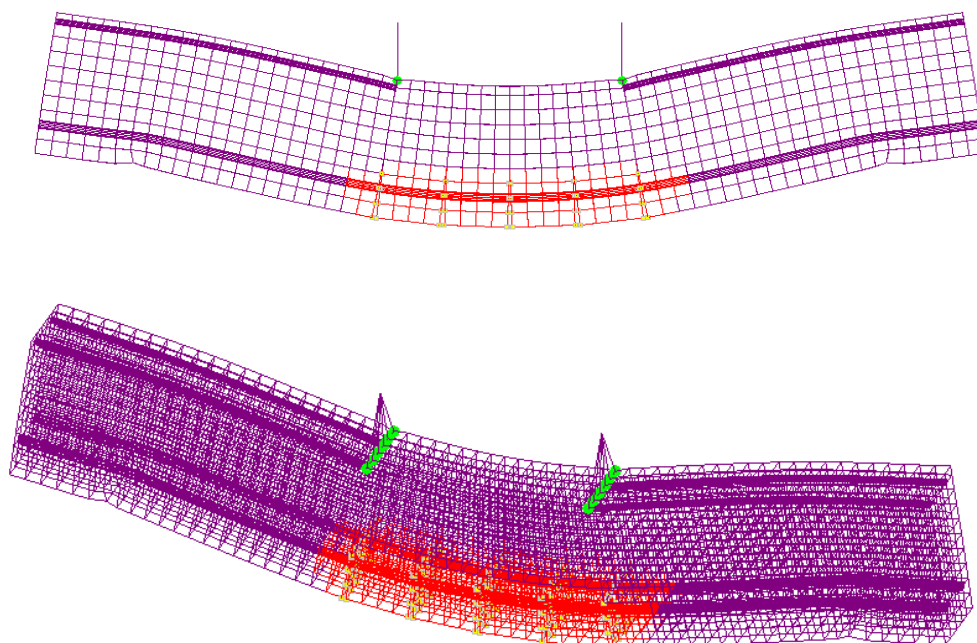


Рис. 4. Пример создания нормальных трещин в растянутой зоне

По завершении всех необходимых расчетов производится анализ напряженно-деформированного состояния, исходя из карт изополей – изолиний (рис. 5).

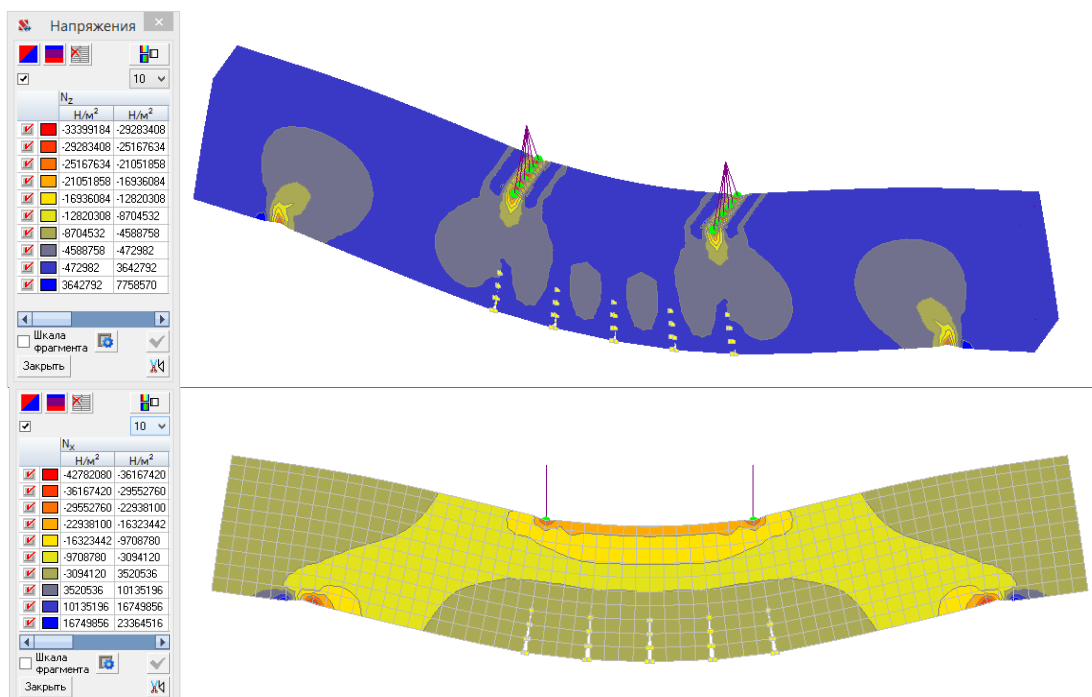


Рис. 5. Карты изополей – изолиний



По картам изополей – изолиний находятся значения максимальных напряжений на крайнем сжатом волокне бетона в зоне чистого изгиба для балки с трещинами  $\sigma_{ult}$ . Производится объединение совпадающих узлов, рассчитывается балка без трещин, имеющая аналогичные загрузке, армирование и прочность бетона, и определяется максимальное напряжение в сжатом бетоне для балок без дефектов  $\sigma_{test}$ .

По результатам моделирования и расчета балок в программном комплексе «SCAD Office» выбираем максимальные напряжения в сжатом бетоне в зоне чистого изгиба  $\sigma_{ult} = N_x$ .

Несущая способность железобетонной балки по бетону сжатой зоны [14] определяется по формуле:

$$M_b^{SCAD} = \sigma_{ult} \cdot \xi \cdot (1 - 0.5\xi) \cdot b \cdot h_0^2 \cdot 10^3, \quad (1)$$

где  $\xi$  – начальная относительная высота сжатой зоны бетона,  $b$  и  $h_0$  – размеры поперечного сечения балки.

Результаты расчета балок в среде программного комплекса «SCAD Office», а также значения экспериментальных данных [15] и теоретических расчетов [16] приведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение экспериментальных данных и теоретических расчетов

Серия балок	Теоретические значения		Физический эксперимент		Численный эксперимент «SCAD Office»		
	Максимальное напряжение в бетоне сжатой зоны $\sigma_b^{v,h}$ , МПа	Несущая способность $M_b^{v,h}$ , кН м	$M_{ult} / M_{test}$	Средние по серии значения $M^{exp}_{m,ult}$ , кН м	$\sigma_{test} / \sigma_{ult}$	Максимальное напряжение в бетоне сжатой зоны $\sigma_{ult}$ , МПа	Несущая способность $M_b^{SCAD}$ , кН м
1	18.7	28.3	0.885	30.04	0,9	17.5	27
2	18.57	28.1	0.88	29.88	0,9	18.03	27.73
9	15,6	24,7	0.82	26.6	0,86	15.96	25.93
3	27.18	47.02	0.984	48.0	0,92	26.1	45.2
4	18.15	27.46	0.86	29.12	0,89	17.82	27
5	26.9	46.48	0.973	47.5	0.997	26.59	46
6	26.23	45.38	0.95	46.13	0.95	26.02	45.02
10	19.1	35.1	0.92	39.7	0,98	18.99	34.94
7	21.1	32	1	33.95	1	18.77	28.41
8	27.61	47.8	1	48.8	1	27.33	47.3
11	19.54	31.75	1	32.29	1	18.204	29.6
12	20.76	38.2	1	43.2	1	23.4	43

В табл. 1 приведены соотношения напряжений, вычисленных в программном комплексе «SCAD Office»  $\sigma_{test} / \sigma_{ult}$ ; соотношения экспериментальных значений разрушающих моментов балок с трещинами и аналогичных балок без дефектов  $M_{ult} / M_{test}$ ; средние по серии значения экспериментального разрушающего момента  $M_{m,ult}^{exp}$ , несущая способность, вычисленная по результатам численного эксперимента  $M_b^{SCAD}$  и теоретических расчетов  $M_b^{v,h}$ , максимальные напряжения в бетоне сжатой зоны  $\sigma_b^{v,h}$  вычислены с использованием эмпирических коэффициентов и  $\sigma_{ult}$  с помощью «SCAD Office».

Теоретические значения получены в результате расчета несущей способности железобетонных изгибаемых элементов методом, основанном на теории механики разрушения с использованием эмпирических коэффициентов, учитывающих снижение несущей способности балок с трещинами, по сравнению с балками без дефектов [16].

Результаты теоретических расчетов подтверждаются натурным экспериментом и численными исследованиями, проведенными с использованием программного комплекса «SCAD Office». Проведенные исследования показывают, что степень влияния начальных трещин на снижение несущей способности железобетонных балок зависит от их армирования и прочности бетона.

### Библиографический список

1. Орлова М.А. Железобетонные балки с начальными нормальными трещинами в растянутой зоне // Информационная среда вуза: материалы XXIV междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 356-359.
2. Орлова М.А. Развитие трещин в железобетонных балках с начальными дефектами в растянутой зоне // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч. тр. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – Вып. 4. – С. 46-50.
3. Орлова М.А. Железобетонные балки с начальными горизонтальными трещинами в сжатой зоне // Информационная среда вуза: материалы XXIV междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 359-362.
4. Орлова М.А. Развитие трещин в железобетонных балках с начальными дефектами в сжатой зоне // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч. тр. Иваново: ИВГПУ, 2017. – Вып. 4. – С. 50-54.
5. Тамразян А.Г., Орлова М.А. К остаточной несущей способности железобетонных балок с трещинами // Жилищное строительство. – 2015. – № 6. – С. 32-34.
6. Тамразян А.Г., Орлова М.А. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния железобетонных изгибаемых элементов с трещинами // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 6. – С. 98–105.

7. Орлова М.А. Испытания железобетонных балок с начальными трещинами. Часть 1. Постановка и проведение эксперимента // Жилищное строительство. – 2010. – № 8. – С. 39-42.
8. Орлова М.А. Испытания железобетонных балок с начальными трещинами. Часть 2. Результаты эксперимента // Жилищное строительство. – 2010. – № 9. – С. 38-42.
9. Тамразян А.Г., Орлова М.А. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния железобетонных изгибаемых элементов с трещинами // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия: сб-к докладов междунар. науч. конф. – М.: НИУ МГСУ, 2016. – С. 507-514.
10. Орлова М.А. Метод расчета несущей способности железобетонных балок с начальными трещинами // Инженерные и социальные системы: сб-к науч. тр. инж.-строит. ин-та ИВГПУ. – Иваново, 2018. – Вып. 3. – С. 27 – 31.
11. Орлова М.А. Напряженно-деформированное состояние железобетонных изгибаемых балок с начальными трещинами // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия: сб-к докл. междунар. науч. конф. – М.: НИУ МГСУ, 2016. – С. 303 – 309.
12. Кукушкин И.С., Орлова М.А. Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных балок с трещинами в МК SCAD Office v. 21 // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering (IJCCSE). М.: ACB, 2016. Т. 12. № 1. – С. 103 – 109.
13. Тамразян А.Г., Орлова М.А. Конечно-элементное исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных балок с нормальными трещинами // Научное обозрение. – 2016. – № 6. – С. 8 – 11.
14. Орлова М.А. Экспериментальные исследования прочности железобетонных балок с трещинами // Жилищное строительство. – 2015. – № 12. – С. 33-37.
15. Орлова М.А. Экспериментальные исследования несущей способности железобетонных балок с начальными трещинами // Инженерные и социальные системы: сб-к науч. тр. инж.-строит. ин-та ИВГПУ. – Иваново, 2017. – Вып.2. – С. 46 – 49.
16. Орлова М.А. Расчёт железобетонных изгибаемых элементов с начальными трещинами с использованием эмпирических коэффициентов // Инженерные и социальные системы: сб-к науч. тр. инж.-строит. ин-та ИВГПУ. – Иваново, 2018. – Вып.3. – С. 31 – 34.

## АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ВОПРОСОВ ЭКОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ГОСТИНИЦ

**Е.В. Тоцакова, Е.Д. Чуркина**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В данной статье рассказывается о том, что экология современных гостиниц как область знаний призвана систематизировать методы создания и поддержания оптимальной жилой среды. Для этого учитываются климат и ландшафт участка, ориентация и размещение здания гостиниц, материалы стен и перекрытий, система кондиционирования и вентиляции, звуковой и световой комфорт.

**Ключевые слова:** экология, комфорт, гостиница, проектирование, требование.

Современные гостиницы значительно отличаются от тех, которые строились несколько десятилетий назад. Тогда большое внимание уделялось комфорту посетителей, однако зачастую это делалось в ущерб окружающей среде. Большие гостиницы становились источником постоянного загрязнения, что значительно ухудшало экологическую обстановку в курортных зонах.

Большое внимание в отелях уделяется утилизации отходов, которых очень много при большом потоке постояльцев. Кроме того, уборка номеров, стирка белья и т.п. требует использования специальных средств, которые, в свою очередь, поступают в канализацию и, если не уделять этому вопросу пристального внимания, способны в значительной степени загрязнить водное пространство.

Эти и многие вопросы обязательно встают перед владельцами гостиниц, и для их решения используются современные системы, основанные на новейших технологиях.

В частности, нужно отметить стремление владельцев гостиниц экономить электроэнергию, используемую в гостинице. Такие системы основываются на использовании специального электронного ключа. Входя в номер, клиент вставляет ключ в специальный карточный выключатель, что дает ему возможность пользоваться электроэнергией по своему усмотрению. Как только ключ извлекается из выключателя, свет отключается. Стоит сказать, что подобные системы позволяют значительно экономить электроэнергию. К тому же они препятствуют возникновению различных проблем, связанных с использованием электрических приборов в тот момент, когда в номере никого нет. Это в значительной степени повышает пожаробезопасность отеля.

Среди инновационных решений, применяемых в гостинице, можно отметить такие:

- оснащение водных кранов регуляторами (снижение потребления воды до 17% за месяц);
- использование экологических средств для уборки помещений (за счет снижения в средствах химической составляющей уборка одного номера обходится в 10 раз дешевле на аналогичных объектах гостеприимства);

- использование одноразовых упаковок из картона;
- использование косметических средств с дозаторами (по сравнению с одноразовой упаковкой – 1 мл средства – с дозатором получается дешевле на 57%);
- распространение в номерах информационных материалов (снижение на 10% объема стирки махровых изделий);
- отсутствие номеров для курящих и т.д.

Для экономии ресурсов рекомендуется повышать энергоэффективность здания, нагревать воду с помощью солнечных коллекторов, использовать энергию ветра, минимизировать энергопотребление и собирать дождевую воду для бытовых нужд. Конечно, это сильно увеличивает стоимость строительства, но в последующем этот подход окупает себя. Также рекомендуется применять сертифицированные строительные материалы с низким экологическим воздействием на протяжении всего жизненного цикла здания (включая его утилизацию), использовать материалы повторно.

### **Экологический комфорт**

Необходим постоянный приток свежего воздуха. Комфортные ощущения человека в номере определяются качественными характеристиками воздуха в закрытом помещении, зависящими от количества поступающего свежего воздуха.

По действующим санитарным нормам, если в номере один человек, то приток свежего воздуха должен составлять 20 – 60 м<sup>3</sup>/ч. Традиционные системы кондиционирования, обеспечивающие подачу воздуха сверху вниз, «теряют» до 30% свежего воздуха, так как он вытесняется внутренним потоком и удаляется в вытяжку. Оставшиеся 70% пропорционально смешиваются со скопившимся под потолком отработанным (загрязненным) воздухом [1].

Проблема неэффективного управления свежим воздухом решается следующим образом. Приточный воздух подается снизу и поступает непосредственно в зону обитания людей. Потоки загрязненного воздуха выталкиваются вверх и удаляются из номера через диффузоры вытяжного устройства, расположенные в верхней части помещения либо в потолке.

### **Санитарно-гигиенические и экологические требования к гостиницам**

Гостиницы, особенно крупные, потребляют значительное количество ресурсов, чтобы обеспечить высокий уровень сервиса и качества обслуживания. Помимо потребления воды, электроэнергии и образования отходов, подлежащих размещению или переработке, гостиницы используют большое количество химических веществ и индивидуальных предметов потребления. Поэтому в последнее десятилетие во всем мире начали активно развиваться стандарты экологической безопасности гостиниц [2]:

8.4. Жилая часть гостиницы и основные общественные помещения должны иметь особую защиту от поступления нежелательных запахов от приготовления пищи, ремонтных работ, эксплуатации автотранспорта и других механических систем и т. д.

\*8.5. В жилых и общественных помещениях гостиниц должна обеспечиваться возможность пылеуборки (влажная уборка, сухая уборка с применением гостиничных пылесосов или систем централизованного



пылеудаления). Содержание пыли в воздухе в жилых помещениях гостиниц должно быть не более 0,15 мг/м<sup>3</sup>.

В гостиницах вместимостью свыше 500 мест и в гостиницах категорий \*\*\*\* и \*\*\*\*\* следует предусматривать централизованное пылеудаление (система вакуумной уборки) из жилых и основных общественных помещений.

8.6. Мусоропроводы в гостиницах следует проектировать в соответствии с действующими нормативными документами, не допуская смежного расположения их стволов и камер с жилыми и иными помещениями с повышенными требованиями к шумозащите.

\*8.10. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей (напряженность электромагнитного поля (НЭМП)) не должны превышать в гостиницах значений, нормированных МГСН 2.03-97 (1В/м) и другими действующими документами. В гостиницах категорий \*\*\*\* и \*\*\*\*\* рекомендуется в случае необходимости понижать уровень НЭМП техническими мероприятиями.

8.11. В гостиницах категорий \*\*\*\* и \*\*\*\*\* следует, а в гостиницах иных категорий рекомендуется применять централизованные либо комнатные системы (установки) дополнительной очистки и омагничивания воды.

\*8.14. В строительстве и отделке основных помещений гостиниц следует применять экологически чистые и безопасные материалы, прошедшие гигиеническую сертификацию и имеющие сертификат соответствия. В целях снижения уровней фоновой радиоактивности в строительстве гостиниц категорий \*\*\*\* и \*\*\*\*\* следует сокращать применение изверженных пород и материалов, прошедших термическую обработку.

Применяемые отделочные материалы, арматура, фурнитура и регулирующие устройства должны исключать возможность травматизма.

8.15. В целях энергосбережения в гостиницах необходимо, как правило, предусматривать системы вторичного использования энергоресурсов (ВЭР).

8.16. Оценку экологичности проектных решений зданий гостиниц следует производить по двум направлениям:

а) экологичность условий проживания и производственной деятельности персонала;

б) воздействие здания на окружающую среду (устройства и мероприятия, обеспечивающие снижение вредных выбросов в атмосферу, например установка фильтров, очистка канализационных стоков от автостоянок, мойки автомашин, от производственных процессов пищеблоков).

Помимо обязательных требований, которым должны соответствовать все заявители, каждая группа критериев содержит ряд дополнительных требований, за счет выполнения которых должно быть набрано достаточное количество баллов для успешного прохождения сертификации.

Основные группы требований Стандарта [3]:

- Требования к обращению с отходами. Стандарт предусматривает требования к минимизации образования захораниваемых отходов за счет совершенствования системы раздельного сбора.

- Требования к энергосбережению. Требования Стандарта направлены на использование энергосберегающего оборудования и минимизацию потребления энергии системами вентиляции, отоплению и освещению.

- Требования к потреблению воды. Требования Стандарта направлены на поощрение использования водосберегающего оборудования и предупреждение его неисправностей.

- Требования к использованию средств для посуды, чистки, уборки и прачечной. Данная группа требований направлена на грамотное и безопасное применение средств для чистки, уборки и прачечной, учету их использования и точному дозированию. Средства должны быть безопасными для человека и окружающей среды.

- Требования к ресторанам. Стандарт требует включение в меню ресторана вегетарианских блюд и поощряет использование продуктов местного происхождения, что преследует как экологические, так и экономические цели – снижение потребности в транспортировке продуктов на большие расстояния, уменьшение количества консервантов в продуктах, развитие местного рынка. Также Стандарт поощряет наличие экологической маркировки у ресторана.

- Требования к «зеленым» закупкам и рациональному потреблению. Среди групп товаров, которые гостиницы должны закупать с учетом экологических преимуществ, – средства для чистки и уборки, расходные материалы для офисов, товары для ремонта и отделки, а также некоторые другие, доступные на российском рынке. Большая группа требований направлена на рациональное потребление закупаемых товаров, в том числе сокращение потребления одноразовых гостевых принадлежностей и расходных материалов.

- Требования к информированию гостей и сотрудников. Это обязательный блок требований как данного Стандарта, так и всех стандартов экомаркировки I типа, связанный с распространением идей экомаркировки, популяризацией экологически безопасной продукции и услуг и предотвращением гринвошинга. Для гостиниц и других средств размещения он является особенно важным, поскольку от степени информированности гостей и обученности персонала непосредственно зависит успешность реализации всех мероприятий по экологизации туристической отрасли. Заявители, успешно прошедшие процедуру добровольной сертификации на соответствие требованиям данного Стандарта, получают право на использование экомаркировки международного уровня «Листок жизни». Процедура сертификации состоит из нескольких этапов – аудита документации заявителя, очного аудита средства размещения. Также предусмотрен ежегодный инспекционный контроль.

### **Библиографический список**

1. СП 257.1325800.2016. Здания гостиниц. Правила проектирования.
2. ГОСТ Р 50681-2010. Туристские услуги. Проектирование туристских услуг.
3. Экомаркировка «Листок жизни». Система добровольной экологической сертификации. Проект Стандарта СТО-56171713-007-2015 «Услуги средств размещения. Требования экологической безопасности и методы оценки».

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

**В.И. Караваев, Ю.А. Федоров, А.А. Краснов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Рассматриваются вопросы применения моделирования и макетирования элементов строительных конструкций в практике преподавания сопротивления материалов и строительной механики для студентов-строителей и архитекторов.

**Ключевые слова:** моделирование, обучение, компетенции, студенты, строители.

Нет ничего в нашем разуме того,  
чего бы прежде не было в ощущениях.  
Ян Коменский

Не является секретом то, что минимизация уровня образования, с одной стороны, и всё большая виртуализация жизни подрастающего поколения, с другой стороны, привели к тому, что современные студенты, имея широчайший доступ к информационным, вычислительным и графическим системам не обладают порой даже элементарными трудовыми навыками в непосредственно технической области знаний и умений. Это, в свою очередь, крайне негативно сказывается на освоении таких механических дисциплин, как сопротивление материалов и строительная механика. А слабые знания в области прикладной механики приводят к невозможности сформировать у студента компетенции и навыки, определённые государственными стандартами в области профессионального образования.

Если провести анализ учебных планов для студентов-строителей и архитекторов, то можно отметить, что львиная доля учебного времени отводится методам расчётам механических систем. Владение этой методологией является в дальнейшем базой для изучения методов проектирования строительных конструкций. При всей важности такого подхода можно констатировать, что он приводит к тому, что у будущего специалиста формируется своего рода «зрительная агнозия» восприятия чертежа и реального объекта, т.е. не формируется соответствие между теоретическими выкладками с реальным видом и поведением механической системы. Причём недостаток такой системы подготовки не может быть исключён циклом лабораторных работ ввиду дороговизны материалов, громоздкости лабораторного оборудования и необходимостью иметь многочисленный, хорошо обученный вспомогательный персонал.

Выход из создавшегося положения видится во внедрении в учебный процесс различных форм твердотельного моделирования и макетирования.

Современное понятие твердотельного моделирования механических объектов включает в себя создание 3D-модели с возможностью автоматически производить расчёт механических параметров элементов конструкции и конструкции в целом и отслеживать изменения модели в процессе её нагружения. Это позволяет реализовать дидактическую концепцию технической драматизации в учебном процессе, то есть в процессе испытания созданная студентом твердотельная модель может разрушаться. С точки зрения методики преподавания это является основополагающим элементом, так как позволяет одновременно показать студенту на наличие ошибки в проектировании и в расчёте. Мало того, драматизация испытания объекта приводит к ярко окрашенным эмоциям, что понуждает студента искать причины катастрофы, совершенствовать свои навыки и умения, формировать в результате необходимые профессиональные компетенции.

Кроме того, твердотельное моделирование позволяет совместить индивидуальные и бригадные формы обучения, внести элементы соревновательности в учебный процесс при сравнительно небольших затратах времени.

Для проверки рассмотренных положений были проведены педагогические эксперименты с четырьмя группами по два студента в каждой. В частности, рассматривались задачи о влиянии геометрических характеристик сечений на прочность балок. Студенты, согласно заданию, формировали 3D-модели, которые потом рассчитывались на прочность. В процессе испытания студенты имели возможность следить за поведением системы при нагружении. После проведения испытаний, в ходе которых происходили катастрофы, количество которых было заранее определено, получался элемент конструкции с оптимальными прочностными параметрами.

В процессе работы бригады выявилась тенденция к выделению лидеров, интенсификация обмена знаниями и распределение обязанностей за каждым из членов (т.е. происходило формирование УК-3 и ОПК-2). Однако специализация в группе могла означать частичное усвоение материала. В процессе контрольных опросов такая гипотеза нашла своё подтверждение. Для устранения этого недостатка состав бригад менялся от задачи к задаче, причём проблемой преподавателя уже являлась выделение лидеров и формирование команд с однородным составом. Скорость проведения 3D экспериментов это позволяет делать. Такой подход увенчался сравнительным успехом. Средний уровень знаний студентов повысился, а дисперсия его по студентам значительно снизилась. И большее количество студентов могло проявить свои лидерские качества.

Очевидно, что в учебном плане освоение простейших методов построения 3D-моделей должно предшествовать времени начала преподавания механических дисциплин.

Другим методом, позволяющим сформировать необходимые компетенции, является физическое моделированием элементов строительных конструкций, самих конструкций и испытание их на несущую способность.

При этом предполагается [1], что физическая модель в отличие от макета вполне функциональна, и качественные характеристики её подобны характеристикам моделируемых объектов. В частности, все физические явления в моделях протекают так же, как и в объектах. Модель и объекты

имеют одинаковую расчётную схему. Физико-механические характеристики материалов, используемых в моделях, должны качественно совпадать с материалами моделируемых объектов. Действующие нагрузки должны вызывать одинаковый характер напряжённо-деформированного состояния как в объекте, так и в модели.

Очевидно, с точки зрения экономии ресурсов модели должны выполняться из доступных и дешёвых материалов.

Для проверки основных положений этого метода в рамках изучения темы «Изгиб» 12 студентам было выдано задание – изготовить модели балок из заданного количества картона и клея. В результате было изготовлено соответствующее количество моделей балок, которые были испытаны на прочность; при этом реализовывались дидактические принципы драматизации и состязательности в учебном процессе. В ходе изготовления и испытаний был отмечен повышенный интерес студентов к изучению сопротивления материалов. В частности, наблюдалось неоднократное обращение студентов к технической информации, содержащейся в лекциях, в учебниках и в сетях интернета. Последующий опрос студентов, участвовавших в эксперименте, показал значительно более высокий уровень усвоения качественных знаний по сопротивлению материалов по теме «Изгиб».

В настоящее время набирает популярность физическое моделирование и испытание стержневых конструкций из макаронных изделий [2, 3].

Для проверки этой методологии было сформировано две команды по четыре студента в каждой. В задание входила сборка физической модели фермы, состоящей из заданного количества макарон в килограммах. Сборка осуществлялась с помощью термоклей. В результате были изготовлены две модели ферм разной конструкции. Педагогическим результатом стали: повышенный эмоциональный фон среди студентов; развитие интуиции, основанной на знании основных законов работы стержней в фермах; умение работать в команде.

Недостатком этого метода является значительная трудоёмкость процесса сборки конструкции.

### **Выводы**

1. Показана возможность преодоления «зрительной агнозии» восприятия чертежа и реального объекта.
2. Рассмотрено применение дидактического принципа «технической драматизации». Показана эффективность его применения при преподавании сопротивления материалов и строительной механики.
3. Показана возможность формирования УК-1, УК-2, УК-3, УК-4 в процессе выполнения творческих заданий.

### **Библиографический список**

1. Методические рекомендации по исследованию строительных конструкций с применением математического и физического моделирования. НИИСК Госстрой СССР. Киев. 1987.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://telg.com.au/spagbridgecomp/>.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: [https://vk.com/doc143124120\\_483481206?hash=da25a89bce064c298c&dl=d115639cbae3e30361](https://vk.com/doc143124120_483481206?hash=da25a89bce064c298c&dl=d115639cbae3e30361) .



## РЕМОНТ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Е.Е. Шалый<sup>1</sup>, С.Н. Леонович<sup>2</sup>, Л.В. Ким<sup>1</sup>, А.А. Зверев<sup>1</sup>, Т.Е. Шалая<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Дальневосточный федеральный университет,  
г. Владивосток, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Белоруссия*

### **Аннотация**

Сегодня около 90% железобетонных портовых сооружений имеют дефекты бетона и арматуры, которые снижают долговечность и несущую способность. В процессе эксплуатации эти сооружения, как правило, подвергаются комплексу тяжелых агрессивных воздействий, поэтому на стадии проектирования для новых сооружений либо в процессе эксплуатации важно предусмотреть целый ряд факторов, которые могут повлиять на фактический и (или) остаточный срок службы их железобетонных элементов. Строительство новых портовых сооружений взамен старых является весьма дорогостоящим мероприятием, поэтому большинство предпочитает их реконструкцию или капитальный ремонт. Однако и в этом случае важно прогнозировать, как поведет себя конструкция с течением времени. Авторами представлена методика оценки-прогнозирования остаточного срока службы отремонтированных сооружений.

**Ключевые слова:** железобетонные конструкции, коррозия, хлоридная агрессия, диффузия, математическое моделирование, вероятностная модель, прогнозирование долговечности и надежности, ремонтные работы.

Железобетонные конструкции в морской среде подвержены влиянию широкого спектра факторов деградации. Хлоридная коррозия является основным фактором, влияющим на долговечность таких конструкций (рис. 1). Эта коррозия инициируется, когда на поверхности арматуры достигается критическое содержание хлорида. Содержание хлоридов выше критического значения может привести к нарушению защитного пассивирующего слоя вокруг арматуры, что приведет к коррозии арматурных стержней. Время, необходимое для инициирования коррозии, зависит как от факторов окружающей среды, так и от свойств бетона (в частности от его стойкости к диффузии хлорида).

Следующий период – период распространения. Он относится к различным формам износа, после которого начинается коррозия (растрескивание, отслаивание, потеря связи между арматурой и бетоном, уменьшение сечения арматуры). Хотя срок службы конструкций и является суммой этих двух периодов, но в большинстве случаев именно период инициации и определяет срок службы, поскольку период распространения значительно короче.

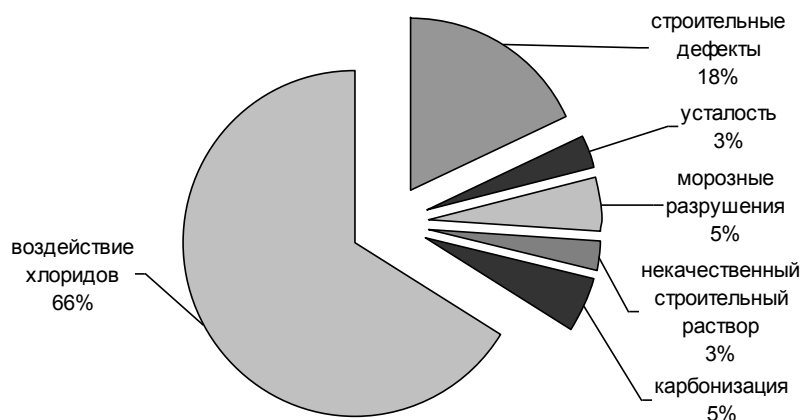


Рис. 1. Причины деградации железобетонных конструкций [1]

Традиционный метод ремонта при хлоридной коррозии заключается в удалении загрязненного хлоридами бетонного слоя и замене удаляемого объема цементными ремонтными растворами или бетонами с такими же свойствами для лучшей адгезии. Целью этой меры является либо сохранение существующего пассивного слоя вокруг арматуры в течение оставшегося срока службы, либо восстановление этого слоя.

В последние годы для проектируемых конструкций были разработаны вероятностные модели прогнозирования долговечности, использующие зависящие от времени модели для описания проникновения хлора в бетон [2 – 5]. Наиболее применимым для оценки срока службы конструкции является второй закон диффузии Фика [6] (с некоторыми модификациями), так как дифференциация является наиболее удобным механизмом для оценки переноса хлорида в бетоне.

Однако в отремонтированных конструкциях возникает своего рода двухслойная модель, описанная в [7].

### 1. Двухслойная модель ремонта

Чтобы учесть требования к прочности бетонных конструкций, должны быть соблюдены положения, предусмотренные в государственных стандартах, которые основаны на практическом опыте. Однако в последнее время в отличие от предписывающей методологии стандартов все чаще разрабатываются вероятностные методы оценки срока службы. Они представляют собой полную вероятностную концепцию проектирования срока службы бетонных конструкций для случая хлоридной индуцированной коррозии, которая основана на следующих критериях:

- 1) определение предельных состояний;
- 2) выбор модели, которая может описывать зависящие от времени механизмы транспорта и износа;
- 3) статистическое определение агрессивных воздействий;
- 4) измерение и статистическая количественная оценка сопротивлений составляющих строительных материалов;
- 5) предполагаемые допустимые вероятности отказа  $P_f$ .

Таким образом, вероятностная модель зависит от многих факторов, однако определяющей величиной требуемого запаса надежности конструкции является индекс надежности  $\beta$ , который определенным образом коррелирует с допустимой вероятностью отказа  $P_f$ . В большинстве международных стандартов [6, 8] дается рекомендация для требуемых индексов надежности по группам предельных состояний. Для хлоридной коррозии целевой показатель надежности  $\beta = 1,5$ .

Исходя из этого условия и задаваясь определенным предельным состоянием (достижение критического уровня хлоридов в приарматурной зоне  $C_{crit}$ ), при проведении ремонтных работ необходимо учитывать три разных случая, которые включают замену секций бетона ремонтным раствором или бетоном (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1. Три случая замены секций бетона

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
$C \geq C_{crit}$	$C < C_{crit}$	$C \geq C_{crit}$
$\beta < 0$	$0 < \beta < 1,5$	$\beta \geq 1,5$
$e > a$	$e = a$	$e < a$

$C$  – концентрация хлоридов в приарматурной зоне,  $C_{crit}$  – критическая концентрация хлоридов в приарматурной зоне,  $\beta$  – индекс надежности,  $e$  – заменяемый слой бетона,  $a$  – защитный слой бетона.

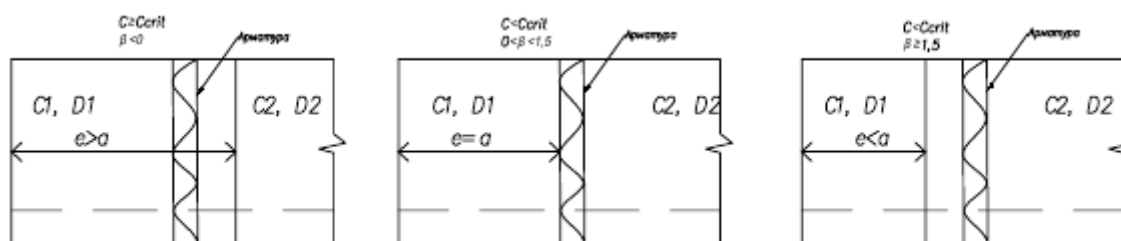


Рис. 2. Три случая замены секций бетона

Во всех трех случаях защитный слой бетона состоит из двух слоев с различными характеристиками материала: новый слой «new» с характеристиками  $C_1$  и  $D_1$  (соответственно концентрация хлоридов и коэффициент диффузии нового слоя) и оставшийся слой «remain» с характеристиками  $C_2$  и  $D_2$  (соответственно концентрация хлоридов и коэффициент диффузии старого слоя). Математическое моделирование поведения проникновения ионов хлорида в такой 2-слойной системе может быть определено следующим образом с использованием дифференциальных уравнений, разработанных Carslaw and Jeager [9]:

$$Ccl_{new}(x, t) = Cs \sum_{n=0}^{\infty} a^n \left[ \operatorname{erfc} \left( \frac{(2n+1) \cdot e + X}{2\sqrt{D_1(t) \cdot t}} \right) - a \cdot \operatorname{erfc} \left( \frac{(2n+1) \cdot e - X}{2\sqrt{D_1(t) \cdot t}} \right) \right]; \quad (1)$$

$$Ccl_{remain}(x, t) = \frac{2 \cdot k \cdot Cs}{k+1} \sum_{n=0}^{\infty} a^n \operatorname{erfc} \left[ \left( \frac{(2n+1) \cdot e + k \cdot X}{2\sqrt{D_1 \cdot t}} \right) \right]; \quad (2)$$

$$a = \frac{1-k}{1+k}; \quad (3)$$

$$k = \sqrt{D_1/D_2}, \quad (4)$$

где  $C_s$  – поверхностная концентрация хлоридов, %;  $X$  – толщина защитного слоя бетона, мм;  $\text{erfc}(x)$  – обратная функция ошибок Гаусса;  $D_1$  – коэффициент диффузии хлоридов нового слоя бетона,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $e$  – глубина нового слоя бетона, мм;  $t$  – время, в секундах;  $a$  и  $k$  – коэффициенты, которые определяются по формулам (3) и (4),  $D_2$  – коэффициент диффузии хлоридов некарбонизированного бетона,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Коэффициент диффузии

$$D_{1/2}(t) = D_{1/2}^0 \left(\frac{t_0}{t}\right)^{ncl} k_e k_t k_c, \quad (5)$$

где  $D_0$  – коэффициент диффузии хлоридов, определенный в момент времени,  $t_0$ ,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $k_c$  – постоянный коэффициент, который учитывает влияние технологии изготовления;  $k_e$  – постоянный коэффициент, который учитывает влияние окружающей среды;  $k_t$  – постоянный коэффициент, который учитывает влияние метода испытаний;  $t_0$  – эталонное время (время определения коэффициента диффузии), с;  $ncl$  – фактор возраста.

Таким образом, решая уравнения (1) и (2), мы также получаем 3 различных сценария распространения хлоридов в отремонтированной конструкции (рис. 3).

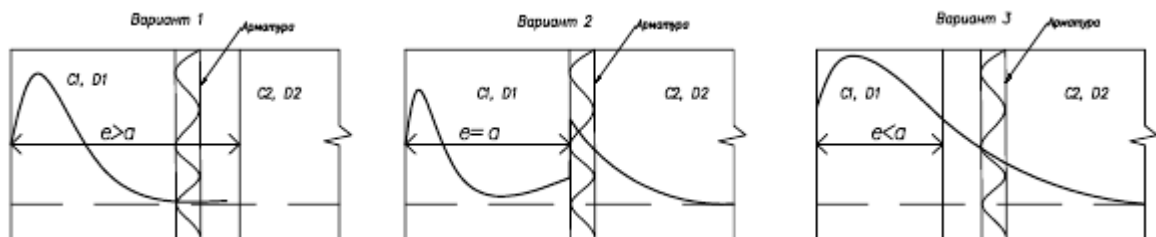


Рис. 3. Схематическое изображение хлоридных профилей в восстановленном бетонном элементе

Для хлоридной агрессии предельным состоянием конструкции является достижение в приарматурной зоне критической концентрации хлоридов  $C_{crit}$ , после которой инициируется коррозия. Таким образом, вероятность отказа будет иметь вид:

$$P_f = P(C(x, t) \geq C_{crit}), \quad (6)$$

где  $P$  – целевая вероятность.

Индекс надежности рассчитывается как

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (7)$$

где  $\Phi$  – кумулятивная функция стандартного нормального распределения или функция Лапласа:

$$P_f = \int_{-\infty}^{\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} du. \quad (8)$$

## 2. Верификация модели

Для верификации модели были приняты железобетонные конструкции XC4 и XS3 классов по условиям эксплуатации со средними значениями параметров бетонной смеси согласно EN 206:2013 (E) [6] и минимальными толщинами защитного слоя бетона согласно СП 28.13330.2012. Конструкции эксплуатируются в Южной части о. Сахалин. Критическая концентрация ионов хлорида в бетоне составляет 0,4% от веса цемента. Изменение индекса надежности для данной конструкции представлено на рис 3.

Таблица 2. Исходные данные для моделирования

Параметр	Единица измерения	Место эксплуатации: Южная часть о. Сахалин		
		Тип распределения	Среднее значение	Стандартное отклонение
$C_s$	%	Const	2.5	-
$x$	мм	Const	вектор из множества {0 – 50}	-
$D_2^0$	м <sup>2</sup> /с	Normal	$11,689 \cdot 10^{-12}$	$1.2 \cdot 10^{-12}$
$D_1^0$	-	Normal	$2,387 \cdot 10^{-12}$	$1.2 \cdot 10^{-12}$
$k_e$	-	Normal	0,67	0,05
	К	Normal		
	К	Const	273	
$k_t$	-	Normal	0,8	0,05
$k_c$	-	Normal	1	0.125
$t_0$	годы	Const	16	-
$t$	годы	Const	вектор из множества { $t_0$ – 50}	-
$n_{cl}$	-	Beta	0.3	a=0; b=1
$C_{crit}$	%	Normal	0.4	0.063
$e$	мм	Const	30	-

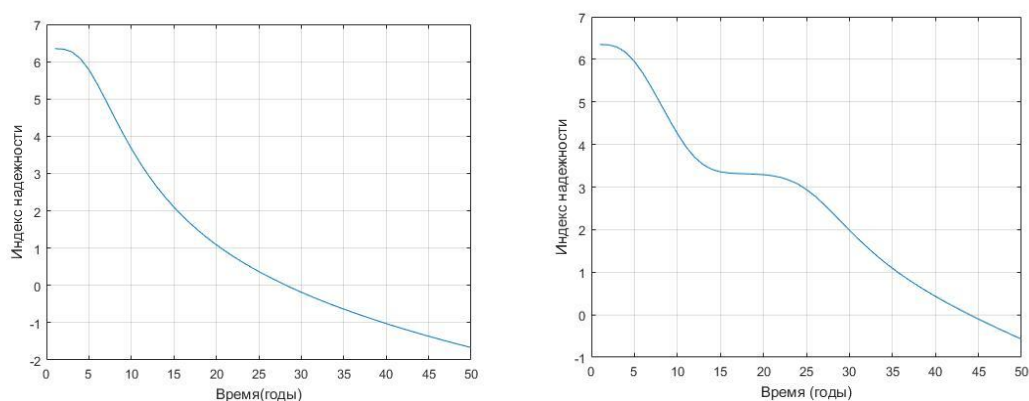


Рис. 3. Изменение индекса надежность во времени до и после ремонта



После 50 лет эксплуатации в наиболее неблагоприятном районе о. Сахалин по условиям эксплуатации вероятность отказа составила  $P_f = 0,58$ , или 58%. Таким образом, ремонт конструкции путем замены слоя новым с похожими характеристиками увеличивает срок службы конструкции. В конструкции, в которой инициировалась коррозия после 29 лет эксплуатации, новое время инициации составляет 45 лет. Полученное значение индекса надежности для 50-ти лет эксплуатации конструкции  $\beta = -0,57$ , что все равно меньше требуемого значения  $\beta = 1,5$  согласно [6] (при проверках предельных состояний эксплуатационной пригодности для железобетонных конструкций в нормальных условиях эксплуатации).

### **Библиографический список**

1. Gaal, G.C. Prediction of deterioration of concrete bridges in the Netherlands / G.C. Gaal, C. Veen, M.H. Djourai // Proceedings of First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management. – Barcelona, 2002. – P. 526 – 529.
2. Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 1990. – 316 с.
3. Леонович С. Н., Прасол А. В. Железобетон в условиях хлоридной коррозии: деформирование и разрушение // Строительные материалы. 2013. № 5. – С. 94 – 95.
4. Федосов С. В., Румянцева В. Е., Румянцева К. Е., Коновалова В. С., Шестеркин М. Е. Особенности холодного фосфатирования арматурной стали // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 2 (31). С. 79 – 82.
5. Федосов С. В., Румянцева В. Е., Хрунов В. А., Шестеркин М. Е. Вопросы прогнозирования долговечности строительных конструкций // Строительство и реконструкция. 2011. № 5 (37). – С. 63– 70.
6. European Standard. Concrete – Specification, performance, production and conformity: EN 206:2013 (E). – Brussels: European Committee for Standardization, 2013. – 93 p.
7. C. Andrade, J. M. Diez, and C. Alonso. Mathematical modeling of a concrete surface skin effect on diffusion on chloride contaminated media. Advanced Cement Based Materials, vol. 6, no. 2, pp. 39–44, 1997.
8. ISO 2394 (1998) General principles on reliability for structures for durability, p 73.
9. H. S. Carslaw and J. C. Jaeger, Conduction of Heat in Solids, Clarendon Press, Oxford, UK, 1959.

## РАЗДЕЛ 2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 691.327.3: 691.175.746

### ПОЛИСТИРОЛБЕТОН С ОГНЕУПОРНЫМИ ДОБАВКАМИ

**М.В. Акулова, Т.Е. Слизнева**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

#### **Аннотация**

Проанализирован российский и зарубежный опыт управления свойствами цементных бетонов, содержащих вспененный полистирол. Получен полистиролбетон повышенной прочности и термостойкости. На основе статистической обработки экспериментальных данных определен оптимальный состав композита.

**Ключевые слова:** полистиролбетон, жидкое стекло, шамот, прочность при сжатии, плотность, оптимальный состав.

Расширение ассортимента строительных бетонов, продиктованное повышенными требованиями к современным материалам, используемым в строительной отрасли, предусматривает получение новых композитов. К таким материалам можно отнести полистиролбетон, в котором часть заполнителя заменена вспененными полистирольными гранулами [1].

Повышение интереса к полистиролбетону за последние годы вызвано, с одной стороны, необходимостью утилизировать упаковочные полимерные материалы [2], а с другой – возможностью получения легкого тепло- и звукоизоляционного материала для производства легковесных блоков, применяемых при возведении стен, для покрытия полов, в качестве облицовочного материала. Такие легковесные блоки значительно облегчают нагрузку на фундамент в малоэтажных зданиях [3, 4].

Полистиролбетон является превосходным строительным материалом, обеспечивающим энергосбережение в зимний период и комфортное проживание, однако он характеризуется более низкими прочностными показателями по сравнению с традиционным цементным бетоном [5, 6]. Кроме того, пенополистирол (ППС) принадлежит к трудногорючим материалам [7], что несколько ограничивает сферу его использования в жилищном строительстве. Поэтому задача повышения прочности и термостойкости полистиролбетона становится актуальной.

Для решения данной задачи в мировой практике применяются следующие направления:

- 1) применение химических добавок, повышающих адгезию ППС к цементной матрице;
- 2) изменение свойств ППС;
- 3) изменение свойств самой цементной матрицы.

На усиление зоны контакта цементной матрицы с ППС гранулами оказывает влияние использование гидрофильных добавок, таких, как пек таловый омыленный, бугадиенстирольный латекс, смола древесная омыленная [8], сульфанол и костный клей [9], латекс [1], поликарбоксилатный пластификатор [10]. Данные добавки обеспечивают некоторое улучшение прочностных свойств полистиролбетонов, но в то же время не оказывают влияния на его термостойкость.

Второе направление сводится к изменению технологии получения ППС и представлено в литературе двумя способами: троекратное вспенивание [11] и стабилизация пенополистирола, в состав которого входит 80% ППС, 10% глины и 10% цемента [12]. Модификация технологии получения составляющих бетона дает хорошие результаты, но может вылиться в удорожание производства бетона.

В работах, относящихся к третьему направлению, авторы предлагают для повышения прочностных характеристик вводить в состав полистиролбетонных смесей полипропиленовые волокна [13], стальную фибру [14], микрокремнезем и золу уноса [13,15]. Кроме эффекта повышения прочности, наличие полипропилена в полистиролбетоне снижает усадку, а микрокремнезема – повышает адгезию ППС к цементной матрице и снижает риск хлоридной коррозии [13].

Из трех рассмотренных направлений регулирования свойств полистиролбетона наиболее простым и эффективным представляется варьирование его составом. Повышение термостойкости композита может быть достигнуто за счет введения в его состав огнеупорных компонентов – силиката натрия (жидкого стекла) [16] и шамота [17].

Оптимизацию состава полистиролбетона целесообразно начать с планирования эксперимента, позволяющего исследовать влияние количества пенополистирола (ППС), количества жидкого стекла и соотношения П/Ш (песок/шамот) на плотность полистиролбетона, на его прочность при сжатии и на термостойкость.

Термостойкость оценивали по потерям прочности и массы после нагревания образцов. Кубик полистиролбетона размером 100x100x100 мм выдерживали в течение одного часа в сушильном шкафу при температуре до 250 °С. После этого образцы вынимали и подвергали естественному охлаждению на воздухе (с помощью вентилятора), проводили визуальный осмотр образцов с целью выявления наружных дефектов. Затем определяли предел прочности образца при сжатии, процент потери прочности и массы после высокотемпературного нагрева.

Во всех замесах использовали мордовский портландцемент марки М500 Д0 ГОСТ 30515-2013) – 2,38 кг, воду (ГОСТ 23732) – 0,98 л, суперпластификатор С-3 (ТУ 5870-006-58042865-05) – 0,021 кг на 10 литров смеси. Остальные компоненты смеси: ППС (ГОСТ 28250-89), натриевое жидкое стекло (ГОСТ 13078), песок кварцевый из карьера «Хромцовский» ивановской области (ГОСТ 8736-2014) и шамот марки ЗША класс 4 по ГОСТ 23037 – были выбраны в качестве факторов математической модели. Интервалы варьирования факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Интервалы варьирования факторов

Факторы	Обозначение в модели	Интервалы		
		-1	0	+1
ППС, л	$x_1$	0,525	1,2075	1,89
Жидкое стекло, кг	$x_2$	0,0357	0,0535	0,0714
Соотношение П/Ш	$x_3$	0,075/0,225=0,3	1,65	0,225/0,075=3,0

В результате статистической обработки опытных данных были получены регрессионные уравнения второго порядка.

Плотность бетона описывается уравнением:

$$y_1 = 721,82 - 265,95x_1 + 51,49x_2 + 6,27x_3 + 9,013x_1x_2 - 55,39x_1x_3 - 27,76x_2x_3 + 194,66x_1^2 + 56,26x_2^2 + 89,76x_3^2 \quad (1)$$

Предел прочности при сжатии – уравнением:

$$y_2 = 1,45 - 0,69x_1 + 0,135x_2 + 0,083x_3 - 0,99x_1x_2 - 0,19x_2x_3 + 0,37x_1^2 - 0,078x_3^2 \quad (2)$$

Потеря прочности – уравнением:

$$y_3 = 37,04 - 4,573x_1 + 2,413x_3 - 2,14x_1x_3 - 5,14x_2x_3 - 2,17x_1^2 + 3,24x_3^2 \quad (3)$$

Потеря массы – уравнением

$$y_4 = 5,91 - 0,73x_1 - 1,89x_2 - 0,79x_3 - 1,11x_2x_3 + 1,117x_1^2 + 3,6x_2^2 + 2,99x_3^2 \quad (4)$$

Визуальный осмотр показал, что у всех образцов в результате термообработки появились трещины и выгорели гранулы ППС наружного слоя. В то же время разброс предельных температур, до которых нагревались образцы, существенен – 95...250 °С.

Потери прочности также значительно различались – от 23% у бетона с минимальным содержанием пенополистирола до 48% у образца, содержащего 1,6 л ППС.

Знак «минус» при  $x_1$  в уравнении (1) свидетельствует, что увеличение количества полистирола приводит к уменьшению плотности бетона. Увеличение значений двух оставшихся факторов способствует повышению плотности композита. Однако при более детальном анализе поверхностей отклика, которые в данной статье не приводятся, можно установить, что рост плотности происходит только при минимальном соотношении Песок/Шамот; увеличение доли шамота в бетонной смеси приводит к уменьшению роста плотности с увеличением количества жидкого стекла.

Количество жидкого стекла не оказывает значительного влияния на прочность, но влияет на плотность и потерю массы, с повышением его выше 0,0535 кг потери массы возрастают значительно, поэтому увеличение содержания данного компонента в составе бетонной смеси свыше 0,0535 кг нецелесообразно.

Наименьшая потеря прочности наблюдается при минимальном количестве жидкого стекла и максимальной доле шамота (Песок/Шамот = 0,3). Увеличение количества ППС в бетонной смеси также приводит к потере прочности, но в меньшей степени, чем фактор  $x_3$ , о чем свидетельствуют абсолютные значения коэффициентов в уравнении (2). Также следует отметить неоднозначное влияние факторов  $x_2$  и  $x_3$  на отклики модели (1) – (4).

Следующим этапом оптимизации состава полистиробетонной смеси был выбор критерия оптимальности и нахождение области факторного пространства, обеспечивающей наилучшие значения выбранного критерия.

Оптимальный состав бетона должен удовлетворять следующим требованиям: бетон должен обладать наименьшей возможной плотностью и наибольшей возможной прочностью, потеря которой также должна быть минимальной. Поскольку данные требования достаточно противоречивы, удобно воспользоваться обобщенным критерием оптимальности [18]:

$$D = \sqrt[m]{\prod_{u=1}^m d_u}, \quad (5)$$

где  $D$  – обобщенный критерий оптимизации;

$d_u$  – частные функции желательности [19];

$m$  – число параметров (откликов);  $u=1, \dots, m$ .

Применение функций желательности удобно тем, что этот метод позволяет задавать для каждого  $u$ -го отклика  $y_{u \min}$  и  $y_{u \max}$  – наихудшее и наилучшее значения, соответственно, что дает возможность управлять свойствами бетона. Требуемый диапазон значений отклика должен лежать внутри интервала  $[Y_{u \min}, Y_{u \max}]$ , где  $Y_{u \min}$  и  $Y_{u \max}$  – минимальное и максимальное значения  $u$ -го признака на всем факторном пространстве, то есть экстремумы правой части уравнений (1)-(4).



Безразмерные переменные  $\xi_u$ , вычисляемые по формулам:

$$\xi_u = \begin{cases} \frac{y_u - y_{u \min}}{y_{u \max} - y_{u \min}}, \\ \frac{y_{u \max} - y_u}{y_{u \max} - y_{u \min}}. \end{cases} \quad (6)$$

и вычисление значения  $d_u$  с использованием функции Харрингтона

$$d_u = \exp(-\exp(-\xi_u)) \quad (7)$$

вызывает увеличение  $d_u$  при любом желательном изменении параметра.

В результате было установлено, что наилучшим сочетанием свойств обладают бетоны, в состав которых входят гранулы ППС в количестве 1,1...1,3 л, жидкое стекло в количестве 0,05...0,06 кг, а соотношение Песок/Шамот составляет 1,6...1,7.

Плотность таких композитов лежит в пределах от 800 кг/м<sup>3</sup> до 1100 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии составляет 2...2,2 МПа, потеря прочности 30% (максимальное значение 50%), потеря массы – 6...6,2%.

Данные составы могут выдерживать нагревание до 250°C, в то время как полистиролбетон без добавок разрушается при 80 °C, а его предел прочности при сжатии – 0,66 МПа.

Таким образом, введение огнеупорных добавок в состав полистиролбетона позволило повысить не только предел температуры, которую способен выдержать композит, но и его прочностные характеристики. Производство бетона предлагаемого состава практически не требует изменения технологии. Данный бетон может быть использован в малоэтажном строительстве.

### Библиографический список

1. Chen B., Liu J. Mechanical properties of polymer-modified concretes containing expanded polystyrene beads // Construction and Building Materials, 2007. V. 21. No. 1, PP. 7–11.

2. Prasetiyo A., Sheha N. Kole, Shyam R. Suryawanshi Study of use of polystyrene as a partial replacement for fine aggregate in concrete // International Journal of Engineering Science and Computing, April 2017, V. 7, no 4, pp. 10128-10130.

3. Есипова А.А., Комарова Н.Д. Полистиролбетон – оправданное решение для утепления // Строительные материалы и изделия. 2016. № 1(47). С. 29-33.

4. Носков А.С., Беляков В.А. Конструкции из полистиролбетона для строительства жилых зданий // Жилищное строительство. 2008. № 5. С. 24-25.

5. Trussoni M. Fracture Properties of Concrete Containing Expanded Polystyrene Aggregate Replacement. Ph.D. Thesis, University of Maimi, Coral Gables, FL, USA, 2009, pp. 118–120.
6. Довжик В.Г. Факторы, влияющие на прочность и плотность полистиролбетона // Бетон и железобетон. 2004. № 3. С. 5-11.
7. Садович М.А. Пенополистиролцементные композиции в строительных материалах: Результаты исследований и внедрения в строительство. – Братск: БрГТУ, 2000. – 147 с.
8. Журба О.В., Щукина Е.Г., Архинчева Н.В., Заяханов М.Е., Щукин Е.А. Конструкционно-теплоизоляционный полистиролбетон на основе регенерированного сырья // Строительные материалы. 2007. № 3. С. 50-52.
9. Laukaitis A., Žurauskas R., Keriene J. The effect of foam polystyrene granules on cement composite properties // Cement and Concrete Composites, 2005. V. 27, no 1, pp. 41–47.
10. Miled K., Sab K., Le Roy R. Particle size effect on EPS lightweight concrete compressive strength: experimental investigation and modeling // Mechanics of Materials, 2007, V. 39, no 3, pp. 222–240.
11. Рахманов В.А., Казарин С.К., Мелихов В.И., Юнкевич А.В. Опыт производства энергоэффективных полистиролбетонных изделий системы «ЮНИКОН» // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 24-28.
12. Herki, B.A., Khatib J. M. Valorisation of waste expanded polystyrene in concrete using a novel recycling technique // European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2016. V. 1, no 11, pp. 1-19.
13. Chen B., Liu J., Chen L. Experimental Study of Lightweight Expanded Polystyrene Aggregate Concrete Containing Silica Fume and Polypropylene Fibers // J. Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.), 2010, no 15(2), pp. 129-137.
14. Chen B., Liu J. Properties of lightweight expanded polystyrene concrete reinforced with steel fiber // Cement and Concrete Research, 2004. V. 34, no 7, pp. 1259–1263.
15. Herki B.A., Khatib J.M., Negim E.M. Lightweight Concrete Made from Waste Polystyrene and Fly Ash / World Applied Sciences Journal, 2013, no 21(9), pp. 1356-1360.
16. Орлова А.М., Григорьева Л.С., Логунин А.Ю., Белов Н.Р. Особенности структуры стеклополистиролбетона на жидкостекольном вяжущем // Научное обозрение. 2015. № 18. С.126-138.
17. Буров В.Ю., Соков В.В., Виноградов А.В. Теоретические основы создания безобжигового шамотного легковеса // Известия вузов. Строительство. 1998. № 1. С. 46-49.
18. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. 278 с.
19. Уотермен, Д. Руководство по экспертным системам / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. 388 с.

## ОЦЕНКА БИОСТОЙКОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

В.Е. Румянцева, С.А. Логинова, Б.Е. Нармания

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Приведены сведения о проблеме биокоррозии бетона, обоснована ее актуальность и масштабы явления. Аргументирована необходимость проведения комплексных исследований процессов биокоррозии бетона и железобетона, с учетом как абиотических, так и биологических факторов окружающей среды.

**Ключевые слова:** цемент, бетон, биообрастание, биокоррозия, микроорганизмы.

В условиях высокой влажности микробиологическая коррозия становится важным фактором, влияющим на надежность и долговечность конструкций. Биообрастание гидротехнических сооружений, пирсов, опор мостов и т.д. резко увеличивает их сопротивление волновым нагрузкам, является причиной возникновения дополнительной нагрузки от постепенно возрастающей массы обрастания и т.д. Биологическое обрастание становится причиной усиления процессов коррозии бетона и железобетона в водной агрессивной среде, которая ведет к преждевременному разрушению объектов.

Общий мировой ущерб от морского обрастания в настоящее время составляет 50 млрд долл. в год, из них 20% приходится на обрастание судов [1]. Несмотря на обилие существующих в настоящее время способов защиты от обрастания [2, 3], до сих пор нет радикального метода, способного полностью его предотвратить. Таким образом, необходимость всестороннего изучения проблемы биообрастания подводных бетонных и железобетонных конструкций становится очевидной.

Анализ сравнительно просто организованных сообществ позволяет лучше понять основные процессы, происходящие в водных экосистемах. Для этого в лабораторных условиях было проведено заражение образцов цементного камня монокультурой *Bacillus subtilis*. Выбор обуславливается тем, что в качестве первичной сукцессии сообществ обрастания всегда являются бактериальные клетки [4].

Объектами исследования на способность бетона служить субстратом для биодеструкторов служили образцы-кубы размером 3х3х3 см, изготовленные из портландцемента марки ПЦ 500-ДО с водоцементным отношением В/Ц = 0,3 [5]. После 28-суточного предварительного твердения (условия твердения: температура  $20 \pm 2$  °С и относительная влажность воздуха 50-70 % в соответствии с ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний» с тщательным соблюдением стерильности образцы заражали суспензиями микроорганизмов *Bacillus subtilis* и выдерживали в условиях, оптимальных для их развития, в течение 70 сут. в водной среде (рН = 6,6).

Спустя 30 суток на всех испытуемых образцах была отчетливо заметна пленка биогенного происхождения светлого цвета.

С целью определения таксонометрического состава биопленок был произведен отбор проб с поверхности образцов цементного камня. Идентификация микроорганизмов проводилась с помощью дифференциально-диагностического метода окраски микроорганизмов (метода Грама), позволяющего дифференцировать бактерии по биохимическим свойствам их клеточной стенки [6]. В отличие от грамотрицательных микроорганизмов, грамположительные способны удерживать комплекс красителей триметилфенолового ряда с йодом, в результате чего при окрашивании приобретают сине-фиолетовый цвет [7].

Результаты окраски по Граму мазков, взятых с образцов, подверженных биокоррозии, после выдерживания в водной среде в течение 70 суток, представлены на рис. 1.

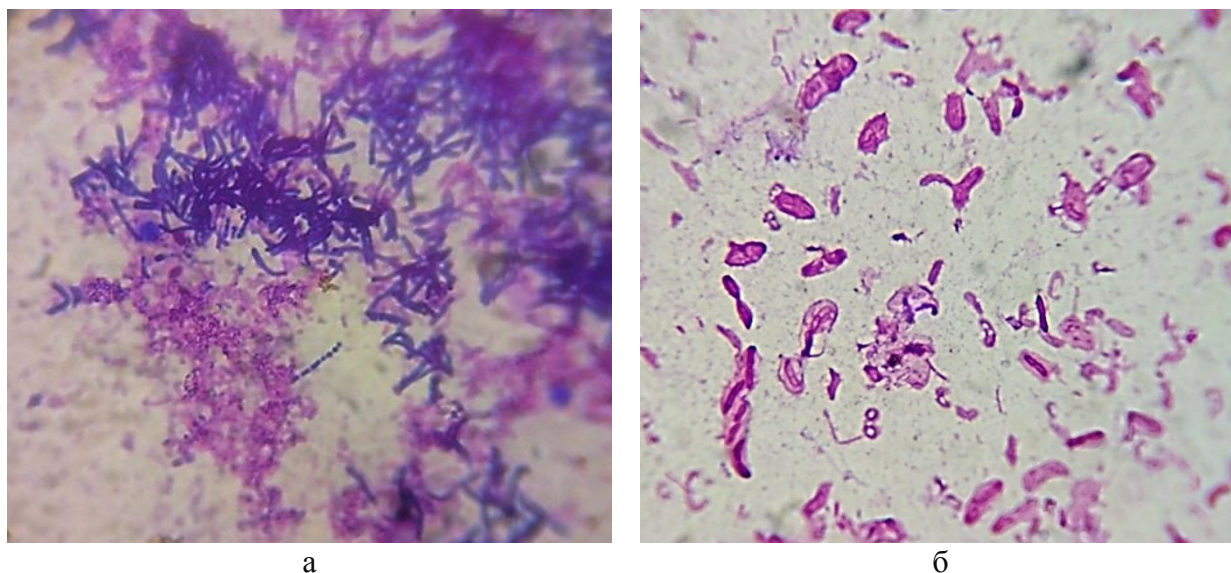


Рис. 1. Окраска по Граму: а, б – для образцов, подверженных биокоррозии

На рис. 1, а отчетливо идентифицируются бактерии рода *Bacillus* – палочковидные, аэробные, грамположительные, подвижные, спорообразующие бактерии, отличающиеся высокой термоустойчивостью (до 60 °С) [8].

При детальном рассмотрении мазков под микроскопом на основании морфолого-культуральных особенностей представленных микроорганизмов, используя определители и пособия [9, 10], удалось установить, что биопленка образована не только спорами и вегетативными формами бактерий *Bacillus subtilis*, но и бактериями рода *Nitrosomonas*, *Clostridium*, *Desulfovibrio*, а также некоторыми формами актиомицетов и микромицетов, заражение которыми не проводилось.

Наибольшее обрастание обнаружено на образцах, предварительно выдержанных в водной среде (рН = 6,6) в течение 40 сут.

Окончательно таксономическую принадлежность микроорганизмов определяли на основании культурально-морфологических признаков после выделения их в чистую культуру. Культивирование микроорганизмов

проводилось на агаризованных питательных средах в чашках Петри. Культуры инкубировали в термостате при 25 °С. Время культивирования в различных опытах варьировало от 3 до 5 суток.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о высокой степени подверженности цементных бетонов биоповреждению в водной среде. В целях обеспечения долговечности бетонных и железобетонных конструкций необходимость разработки научных подходов к повышению биостойкости строительных материалов очевидна.

### Библиографический список

1. Звягинцев А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.

2. Бочаров, Б.В. Основные средства защиты материалов от повреждений микроорганизмами / Б.В. Бочаров, А.А. Анисимов, А.А. Крюков // Экологические основы защиты от биоповреждений / В.Д. Ильичев, Б.В. Бочаров. – М.: Наука, 1985. – С. 172–210.

3. Сухаревич, В.И. Защита от биоповреждений, вызываемых грибами / В.И. Сухаревич, И.Л. Кузикова, Н.Г. Медведева. – СПб.: ЭЛБИ-СПБ, 2009. – 207 с.

4. Возная, Н.Ф. Химия воды и микробиология: уч. пособ. для вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1979. – 340 с.

5. Федосов, С.В. Принципы математического моделирования при бактериальной коррозии цементного камня / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, Т.В. Чеснокова, С.А. Логинова // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году: сб. науч. тр. РААСН. Т. 2. – М.: Изд-во АСВ, 2018. – С. 487 – 492.

6. Логинова, С.А. Особенности протекания процессов биокоррозии, ее оценки и прогнозирования / С.А. Логинова, В.Е. Румянцева, Т.В. Чеснокова, Б.Е. Нармания // SMARTEX-2017: сб-к материалов XX МНПФ. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С.168-170.

7. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология / под ред. А.А. Воробьева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Медицинское информационное агентство, 2012. – 704 с.

8. Чеснокова, Т.В. Анализ воздействия биологической коррозии / Т.В. Чеснокова, С.А. Логинова, С.А. Киселев // Современные наукоемкие технологии. – Иваново, 2018. – С. 98-101.

9. Определитель бактерий Берджи: В 2 т. / [Р. Беркли и др.]; Под ред. Дж. Хоулта и др.; Пер. с англ. под ред. Г. А. Заварзина. – М.: Мир, 1997.

10. Определитель бактерий и актиномицетов / Н.А. Красильников; Акад. наук СССР. Ин-т микробиологии. – М., Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1949 (Москва). – 832 с.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФТОРИСТЫХ СРЕД НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

**В.Е. Румянцева, И.Н. Гоглев, С.А. Логинова, К.В. Морохов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены факты негативного влияния фтористых сред на свойства цементных бетонов. Приведены сравнения агрессивности различных фтористых сред по отношению к бетону. Рассмотрены наиболее эффективные и экономичные мероприятия по защите цементных бетонов от действия фтористых сред.

**Ключевые слова:** коррозия бетона, фтористые среды, фтороводородная кислота, фториды.

Наиболее часто бетонные и железобетонные конструкции без должной защиты подвергаются разрушению вследствие процесса коррозии бетона [1]. Особенно велика скорость коррозии бетона в атмосфере химических и нефтехимических предприятий, что связано с повышенным содержанием агрессивных органических и неорганических соединений в атмосфере и сточных водах [2].

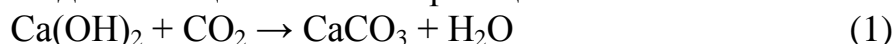
В последнее десятилетие значительно возросли объёмы промышленного производства фторсодержащих соединений, что связано с увеличением потребности в них. На данный момент наибольшая часть этих соединений представлена фторполимерами, фреонами (хладонами) и фтороводородной кислотой, которые являются ценными продуктами производства и используются во многих отраслях промышленности. Атмосфера подобных предприятий характеризуется наличием фторсодержащих (фтористых) веществ, значительная часть которых является агрессивной по отношению к цементным бетонам. Прежде всего, это фтороводородная (плавиковая) кислота и её соли – фториды. Однако, встречаются и редкие и специфичные случаи фтористых сред, например, свободный фтор (при утечках), трифторуксусная и фторсульфоновая кислоты, гексафторкремниевая кислота и т.д. [3,4].

Негативное влияние фтористых сред на цементные бетоны, согласно проведённым исследованиям, очевидно: плавиковая кислота и другие соединения фтора даже в малых концентрациях способны вызывать коррозию бетона, что связано с высокой агрессивностью данных веществ, а также уникальными свойствами, присущими только им. Данный вид коррозии относится к коррозии 2-го вида (по классификации профессора В.М. Москвина) и представляет собой последовательное разрушение всех компонентов бетона посредством действия кислот [5].

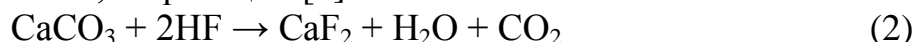
Наиболее подробно процесс можно наблюдать при действии плавиковой кислоты на незащищенный бетон. Выявлено, что процесс разрушения бетона можно условно разделить на 4 стадии [6]:

#### 1. Разрушение карбонизированного бетонного слоя.

На данной стадии фтороводородная кислота разрушает карбонат кальция, который является основным продуктом при поверхностной карбонизации бетона. Карбонизированный слой на поверхности бетона присутствует практически всегда, что связано с поглощением углекислого газа свободным гидроксидом кальция бетона по реакции:



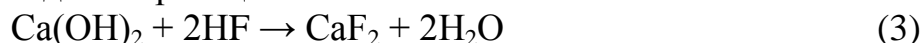
Угольная кислота мгновенно вытесняется плавиковой из солей, поскольку уступает в силе, по реакции [6]:



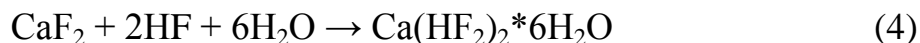
Реакция является экзотермичной и при большом количестве веществ наблюдается нагрев смеси.

#### 2. Нейтрализация свободного гидроксида кальция (основного компонента бетона).

Процесс происходит по реакции:



Возможно протекание побочной реакции, в которой образовавшийся фторид кальция насыщается избытком фтороводородной кислоты, с образованием сложного нерастворимого кристаллогидрата (дифторгидрата кальция), по реакции:



Следует отметить, что дифторгидрат кальция способен увеличиваться в объёме и вызывать поверхностное растрескивание бетона. Подобное явление схоже с явлением сульфатной коррозии [7].

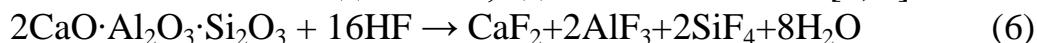
#### 3. Коррозия мелкого заполнителя (плавление песка).

Основным мелким заполнителем в бетоне является песок, представляющий собой диоксид кремния. Плавиковая кислота является единственной кислотой, способной растворять («плавить») диоксид кремния, благодаря чему и получила своё название [2 – 7].



#### 4. Коррозия крупного заполнителя (разрушение щебня).

Плавиковая кислота способна разрушать и крупный заполнитель бетона. Основным крупным заполнителем бетона является щебень, который в основном состоит из алюмосиликатов (например,  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ ,  $\text{Ca}_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$  и др. Процесс вымывания весьма длителен, однако имеет место [6, 7].



Для наглядного подтверждения протекания всех стадий процесса коррозии были проведены эксперименты, в которых бетонная пластинка размером 3x3x1 см без защитного покрытия помещалась в раствор 40% -ой плавиковой кислоты сроком на 1 неделю. Выявленные результаты полностью доказали протекание всех указанных стадий и подтвердили высокую опасность и агрессивность фтороводородной кислоты к бетону (фото 1, 2).

В нормативной литературе, в частности, в ГОСТ 31384-2017 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования» фтороводород характеризуется как одно из самых химически агрессивных веществ к бетону (Приложение Б. Классификация агрессивности газовых и твердых сред. Таблица Б.2. Группы агрессивных газов в зависимости от их вида и концентрации) [8].

В результате действия раствора кислоты на незащищенный бетон выявлено разрушение образца приблизительно на 60% от первоначального объёма. Помимо всего вышесказанного, фтороводородная кислота способна усиливать агрессивность других кислот в смесях [7, 8, 9].

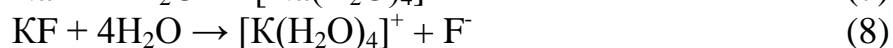
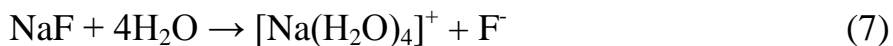


Фото 1. Исходный вид образца



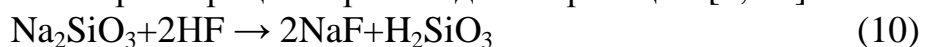
Фото 2. Конечный вид образца

Данные стадии наблюдаются только при действии фтороводородной кислоты и фторидов, что связано с уникальным свойством кислоты вызывать коррозию мелкого заполнителя. Наиболее распространенными фторидами являются фториды кальция, натрия и калия [9, 10]. Фторид кальция является малорастворимым соединением, поэтому практически не подвергается гидролизу во влажной среде. Действие фторидов сводится к их гидролизу во влажной среде, с образованием слабых растворов фтороводородной кислоты по реакциям:



Дальнейшее развитие коррозии повторяется по каждой из стадий, но с меньшей скоростью развития, что связано с пониженной концентрацией кислоты и невысокой степенью гидролиза [9, 10].

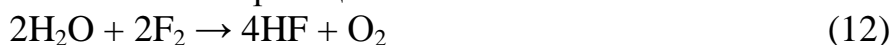
Следует отметить, что введение кислотоупорных добавок в бетон при действии на него фтороводородной кислоты практически не приносит положительного эффекта, поскольку плавиковая кислота способна растворять бетоны на кислотоупорном цементе (с добавкой жидкого стекла). Единственным положительным эффектом при введении подобных добавок является общее снижение скорости процесса фторидной коррозии (особенно при высоких концентрациях кислоты), поскольку растворы жидкого стекла имеют высокий показатель pH. Процесс происходит по реакции [9, 10]:



Образовавшийся в ходе реакции фторид натрия способен в побочных реакциях подвергаться гидролизу по аниону в растворе или насыщаться избытком плавиковой кислоты с образованием гидрофторида натрия по реакции:



Действие свободного фтора (при утечках) подобно действию фтороводородной кислоты, поскольку фтор во влажной среде приводит к образованию плавиковой кислоты по реакции:



Воздействие прочих органических и неорганических фторсодержащих веществ значительно отличается от действия фтороводородной кислоты и фторидов, поскольку данные вещества потеряли уникальную особенность воздействовать на мелкий и крупный заполнитель в бетоне [9, 10].

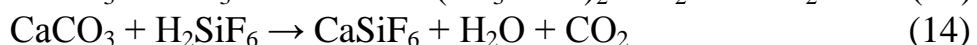
В качестве примеров рассмотрим реакции с трифторуксусной кислотой и раствором гексафторкремниевой кислоты. Данные вещества являются как ценными продуктами органического и неорганического синтеза, так и побочными веществами на некоторых производствах [10, 11].

Реакции согласно теоретическим сведениям будут протекать по условным 3-м стадиям (минуя стадию коррозии мелкого заполнителя), что связано с утратой способности реагировать с диоксидом кремния, несмотря на то, что обе кислоты превосходят плавиковую кислоту по силе. Вследствие этого общая скорость протекания стадий увеличится. Однако по итогу будет

иметь место замедление реакций и протекание только двух полных стадий. В случае трифторуксусной кислоты существенное замедление (практически полная остановка) процесса случится при окончании 2-й стадии и переходе на третью стадию, что связано с малой активностью алюмосиликатов по отношению к органическим кислотам. В данном случае оксиды алюминия и кремния в составе алюмосиликатов устойчивы к действию трифторуксусной кислоты и не поддаются разложению [10, 11].

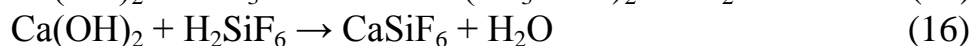
При реакциях с раствором кремнефтористоводородной кислоты образуется гексафторсиликат кальция, который является малорастворимым соединением, вследствие чего скорость реакций с гексафторкремниевой кислотой снизится до минимального значения [12].

а) Разрушение карбонизированного бетонного слоя.



Для реакций (13) и (15) скорость процесса будет выше, чем в реакциях (2) и (3).

б) Нейтрализация свободного гидроксида кальция (основного компонента бетона).



Для реакции (16) скорость достигает минимального значения вследствие образования малорастворимого соединения и затрудненности доступа кислоты.

в) Коррозия крупного заполнителя



Выявленные отличия при изучении негативного влияния фтористых сред различного рода позволяют сказать, что фтороводородная кислота (как и безводный фтороводород) и её соли фториды являются наиболее опасными фтористыми средами (из промышленно распространенных фторсодержащих веществ).

Для защиты бетона и железобетона от действия фтористых сред применяют как методы первичной защиты (введение специальных добавок, снижающих проницаемость бетона), так и методы вторичной защиты (защитные покрытия). Следует отметить, что методы вторичной защиты наиболее эффективны и экономичны [13, 14].

В качестве методов первичной защиты от органических фторсодержащих соединений (фторкарбоновых кислот, например, трифторуксусной) возможно применение добавок, в частности добавок жидкого стекла в бетон, а также гексафторсиликата кальция и глинозема. Защитные покрытия в данном случае не столь эффективны, поскольку трифторуксусная кислота обладает повышенной активностью по отношению к органическим веществам (например, резине, полиэтилену и т.д.). Возможно применение фторопластов, однако подобное техническое решение экономически нецелесообразно [13, 14].



Для защиты бетона от растворов плавиковой кислоты и фторидов на первый план выходят методы вторичной защиты, поскольку плавиковая кислота не способна взаимодействовать с органическими веществами. Наиболее экономически целесообразное решение в данном варианте – обмазка битумной мастикой, что обеспечит защиту поверхности конструкций [14, 15].

### Библиографический список

1. Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С. Коррозионные процессы бетонов – первопричина снижения долговечности строительных конструкций // Молодые ученые развитию промышленно-текстильного кластера (Поиск-2015): сб. материалов межвуз. науч.-техн. конф. аспирантов и студентов с междунар. участием. В 2 т. – Иваново: ИВГПУ, 2015. Т.2. С. 263 – 264.
2. Алмакаева Ф.М., Алмакаева Э.Ф. Долговечность строительных конструкций технических сооружений нефтехимических комплексов // Вестник КГТУ. Казань, 2014. С.221 – 223.
3. Саймонс Дж. (ред.) Фтор и его соединения. Т. 1. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. – 512 с.
4. Исикава Н. Синтез соединений фтора / Пер. под ред. А.В. Фокина. М.: Мир, 1990. – 405 с.
5. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеев Е.А. 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 всерос. науч.-техн. конф. (17–19 октября 2018 г.). – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2018. С.142 – 146.
7. Федосов С.В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона. – М.: АСВ, 2003. – 198 с.
8. ГОСТ 31384- 2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2017. – 50 с.
9. ГОСТ 10484-78 Реактивы. Кислота фтористоводородная. Технические условия (с изм. N 1, 2). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 10 с.
10. Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Химия элементов: учебник для вузов: в 2 кн. – М.: Химия, 2001. – 1061 с.
11. Шеппард У., Шартс К. Органическая химия фтора. – М.: Мир, 1972. – 480 с.
12. Рысс И.Г. Химия фтора и его неорганических соединений. – М.: Госхимиздат, 1956. – 720 с.
13. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Палеотип, 2006. – 244 с.
14. Староверов В.Д. Коррозионностойкие наномодифицированные цементные бетоны / Ю.В. Пухаренко, И.У. Аубакирова, Т.В. Гюннер, М.К. Кудобаев, В.Д. Староверов // Технологии бетонов. 2010. № 7. – С. 24 – 27.
15. Степанова В.Ф. Долговечность бетона: учеб. пособие для вузов. – М., 2014. – 126 с.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОБАВКИ ПРЕПАРАТА «БАКЦИД» В СОСТАВЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Ю.А. Щепочкина, Д.Ю. Баякин

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Экспериментально показана возможность использования добавки препарата «Бакцид» в составе мелкозернистого бетона. Необходим поиск рациональной концентрации этой добавки с учетом свойств конечного продукта и области его применения.

**Ключевые слова:** мелкозернистый бетон, препарат «Бакцид».

Ежегодные мировые объемы выпуска бетона превышают 15 млрд. т и продолжают увеличиваться [1], в том числе за счет выпуска мелкозернистого бетона. Свойства мелкозернистого бетона определяются теми же факторами, что и у обычного бетона на крупном заполнителе, но есть ряд особенностей: больший расход цемента, большая однородность, повышенная пористость и др. [2]. Серьезным недостатком мелкозернистого бетона является его подверженность поражению плесневыми грибами и бактериями. Особенно благоприятными условиями для интенсивного развития плесневых грибов является влажность воздуха в помещении не более 50 % и температура 19 – 20 °С [3]. Например, в жилых помещениях может быть до 400 видов плесневых грибов, некоторые из которых выделяют канцерогенные вещества [4]. Естественно, что повреждения бетона, вызванные плесневыми грибами и бактериями, наносят экономический ущерб и вред здоровью человека.

В последние годы в строительной отрасли появились новые материалы, различные по своей композиционной основе и химическому составу, действие которых направлено на угнетение жизнедеятельности плесневых грибов и бактерий. Так, для обработки поверхностей бетонных конструкций используют разнообразные фунгицидные средства, оставляющие на них токсичный осадок [5], а также вводят добавки специальных препаратов непосредственно в бетонную смесь. В последнем случае действие даже эффективной добавки может быть связано с существенным изменением свойств бетона.

Задачей данного исследования является выявление возможности использования добавки препарата «Бакцид» в составе мелкозернистого бетона.

Выпускаемый промышленностью препарат «Бакцид» (марка Ф) представляет собой композицию на основе гексагидро-1,3,5-три (2-гидрокси-этил)-сим-триазина (рис. 1).



Рис.1. Препарат «Бакцид»

Препарат угнетает жизнедеятельность плесневых грибов и бактерий. В данной работе подготавливали пять серий составов мелкозернистого бетона (табл. 1).

Таблица 1. Состав смесей для приготовления мелкозернистого бетона

Состав №	Содержание компонентов, мас. ч.			
	Портландцемент М400	Кварцевый песок	Вода	Бакцид
1	40	120	20	-
2	40	120	20	3
3	40	120	20	5
4	40	120	20	10
5	40	120	20	20

Перед применением добавку препарата «Бакцид» смешивали с водой затворения. Полученную бетонную смесь укладывали в формы с последующим ее уплотнением и оставляли до затвердевания.

Проведенный эксперимент показал, что добавка препарата «Бакцид» замедляет сроки твердения мелкозернистого бетона. На поверхности образцов бетона, приготовленных на основе составов № 4 и № 5, спустя 1 сут. после изготовления наблюдалась влажная масляная пленка. С повышением концентрации препарата «Бакцид» менялся цвет образцов – он становился более темным (рис. 2).

По истечении 10 сут. на группе образцов, полученных на основе состава № 4, влажной масляной пленки уже не наблюдалось. На образцах, полученных на основе состава № 5, пленка сохранялась, причем от всех образцов этой группы исходил устойчивый аммиачный запах.



Рис.2. Образцы мелкозернистого бетона с добавкой препарата «Бакцид»:  
 а) контрольный образец; б) содержание препарата 3%;  
 в) содержание препарата 5%; г) содержание препарата 7%;

Исходя из полученных данных, можно сделать предварительный вывод о возможности использования добавки препарата «Бакцид» в составе мелкозернистого бетона, однако необходим поиск рациональной концентрации этой добавки с учетом свойств конечного продукта и области его применения.

### Библиографический список

1. Бикбау, М.Я. Наноцементы – будущее мировой цементной промышленности и технологии бетонов // Технологии бетонов. – Ч.1. – 2015. – № 9-10. – С. 44-48.
2. Баженов, Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 500 с.
3. Stawiski B. Grzyby pleśniowe w oazach sprzyjającego mikroklimatu //Przegląd budowlany. 2017. – № 10. – S. 19-21.
4. Wpływ obecności grzybów pleśniowych w budynkach na zdrowie //Ceramika budowlana. 2016. – № 4. – S. 12-13.
5. Кирпич и бетон / Пер. с англ. – Челябинск: Урал, 1995. – 128 с.

## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Ю.А. Щепочкина, Д.Ю. Баякин, А.А. Нечаев, Е.А. Селезнева

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Рассмотрено влияние пластифицирующих, воздухововлекающих, гидрофобных и других добавок на свойства портландцемента и бетонных смесей. Применение химических добавок в рациональных количествах способствует экономии цемента, повышению качества и долговечности бетонов.

**Ключевые слова:** бетонная смесь, химические добавки.

С целью повышения технико-экономической эффективности производства и направленного регулирования свойств при помоле цементов на основе портландцементного клинкера в них допускается введение добавок в виде неорганических или органических природных или искусственных материалов или их смесей.

Добавки по степени влияния на свойства портландцемента и по назначению подразделяют следующим образом [1]:

- компоненты вещественного состава (активные минеральные добавки), обладающие гидравлическими свойствами (диатомиты, трепелы, вулканические породы, активные золы и шлаки);

- наполнители, улучшающие зерновой состав цементов и структуру затвердевшего камня, не обладающие или обладающие слабыми гидравлическими свойствами при нормальных условиях твердения (малоактивные золы, шлаки, известняки др.);

- технологические – интенсификаторы помола, уменьшающие продолжительность измельчения цемента;

- регулирующие основные свойства цемента: сроки схватывания, ускоряющие твердение, повышающие прочность, воздухововлекающие, регулирующие водоудерживающую способность, повышающие пластичность цементно-песчаных растворов (пластификаторы), уменьшающие смачивание водой поверхности частиц цемента (гидрофобизирующие добавки);

- регулирующие специальные свойства цементов: уменьшающие тепловыделение, регулирующие объёмные деформации, повышающие коррозионную устойчивость, окрашивающие, стабилизирующие (предупреждающие расслоение растворных и бетонных смесей), кольматирующие поры, повышающие термостойкость.

Многие из добавок характеризуются полифункциональным действием на вяжущие вещества, бетонные смеси и бетоны [1 – 4]. Например, ССБ (сульфитно-спиртовая барда) и СДБ (сульфитно-дрожжевая бражка) оказывают не только пластифицирующее влияние на бетонные смеси, но одновременно замедляют их твердение. Последнее явление преодолевается вводом в смеси одновременно добавок – ускорителей твердения [1, 3, 4]. В связи с этим



многие вещества используют совместно для достижения нужного эффекта в регулировании различных свойств бетонных смесей и бетонов. Применение портландцемента с пластифицирующими добавками экономически эффективно при изготовлении монолитного бетона, строительстве гидротехнических сооружений, дорожных и аэродромных покрытий.

При введении воздухововлекающих добавок (абистат натрия, омыленный древесный пек) морозостойкость бетонов значительно повышается. Повышение морозостойкости достигается также введением в бетонную смесь гидрофобизирующих добавок (мылонафт, олеиновая кислота) и кремнийорганических соединений (ГКЖ-10, ГКЖ-11) [1, 5].

В качестве гидрофобных (водоотталкивающих) добавок применяют асидол-мылонафт, олеиновую кислоту и т. д. Эти добавки, адсорбируясь на поверхности зерен цемента, покрывают их водоотталкивающей пленкой, сообщая портландцементу гидрофобные свойства. К такому портландцементу предъявляется дополнительное требование: порошок этого цемента не должен впитывать в себя воду в течение 5 минут.

Портландцементы с гидрофобными добавками (ПЩ-ГФ) отличаются пониженной гигроскопичностью при хранении и перевозках и неблагоприятных условиях, а также способностью придавать бетонным смесям повышенную подвижность и удобоукладываемость. Бетоны и растворы с такими добавками обладают значительно меньшим водопоглощением и капиллярным подсосом воды, пониженной водопроницаемостью и соответственно высокой морозостойкостью. Их применяют в тех случаях, когда требуется их длительное хранение или перевозка на дальние расстояния.

Введение каждой добавки в цементы, бетонные смеси отдельно усложняет технологию. В этом случае применяют комплексные добавки. Существуют комплексные порошкообразные водорастворимые добавки, пластифицирующие бетонные смеси, повышающие морозостойкость и прочность бетона, ускоряющие его твердение.

Применение химических добавок в рациональных количествах способствует экономии цемента, повышению качества и долговечности бетонов.

### **Библиографический список**

1. Федосов С.В., Селезнева Г.Ю., Щепочкина Ю.А. Технология неорганических вяжущих веществ. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – 232 с.
2. Химические и минеральные добавки в бетон / под ред. А. Ушерова-Маршака. – Харьков: Колорит, 2005. – 280 с.
3. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Пер. с фр.; под ред. А.Е. Десова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 296 с.
4. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве / Пер. с фр. – М.: Стройиздат, 1980. – 415 с.
5. Щепочкина Ю.А., Нечаев А.А., Баякин Д.Ю. О влиянии некоторых химических добавок на свойства цементного бетона // Техника и технологии: пути инновационного развития: сб-к науч. тр. 7-й междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2018. – С.347-349.

## ВЛИЯНИЕ ФИБРОВОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

**М.А. Гончарова, К.А. Корнеев, Н.В. Иванищева**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрено влияние стеклопластиковой фибры на реологические и физико-механические свойства самоуплотняющихся бетонов. Использование в составах самоуплотняющихся бетонов стеклопластиковой фибры позволяет добиться достаточного коэффициента раздвижки зерен крупного и мелкого заполнителя, что существенно влияет на подвижность и технологичность самоуплотняющихся смесей. Установлены рациональные расходы сырьевых компонентов, таких, как гиперпластифицирующая добавка и стеклопластиковая фибра. Подбор компонентов происходил опытным путем с целью оптимизации рецептуры с заранее выбранными реологическими характеристиками.

**Ключевые слова:** гиперпластифицирующая добавка, стеклопластиковая фибра, физико-механические характеристики бетона, реологические свойства бетонной смеси.

В настоящее время ведутся работы по подбору оптимальных составов и модернизации существующих бетонных и растворных смесей. Основной задачей в производстве этих материалов является максимальное снижение его себестоимости путём использования местных сырьевых компонентов в производстве новых составов, а также по возможности замена традиционных компонентов аналогичными по составу отходами промышленности, а также с применением гиперпластифицирующих комплексных добавок.

Однако снижение себестоимости продукции строительного производства идет параллельно с увеличением ее прочностных характеристик. Развитие современных композитных материалов обусловлено использованием новейших комплексов методов исследований, применением математических методов планирования экспериментов и статистической обработки результатов испытаний [1].

Новейшие задачи, поставленные перед исследователями для достижения конкурентоспособности строительной продукции, невозможно представить без применения бетонов с уникальными прочностными, деформативными и технологическими характеристиками, что является хорошим базисом для проведения исследований с целью дальнейшего развития и оптимизации как технологии, так и характеристик материала. Главнейшей задачей при разработке составов бетонов является обеспечение высокой интегрированности зерен мелких и крупных заполнителей в тесто вяжущего вещества.

Одним из перспективных направлений является высокопрочный фибробетон, обеспечивающий высокие показатели прочности бетонной смеси на изгиб и сжатие [2]. Бетонная смесь при затвердевании подвергается тепловому воздействию, в результате которого происходит наиболее эффективная активация стеклопластиковой арматуры в составе

искусственного строительного конгломерата. Крупный и мелкий заполнители наиболее сильно подвергаются щелочной, содовой и жидкостекольной активации, не идущей ни в какое сравнение с известковой, гипсовой и комбинированной. В результате легкоплавкая стеклофибра наиболее эффективно интегрируется в состав бетонной смеси [3].

В современном строительстве подбор состава бетонной смеси ведется не только опытным путем, но и с применением специализированных методов математического анализа. Обычная смесь имеет расплыв конуса 50 – 80 см. Далее подбирают вид и расход минеральной и пластифицирующей добавок, водоцементное отношение для получения цементного теста с достаточной подвижностью. Далее подбирают расход крупного и мелкого заполнителя с расплывом смеси не ниже 50 см. Одним из важных этапов при оценке реологических свойств смеси является определение ее стойкости к расслоению. Фактические характеристики используемого цемента приведены в табл. 1–3.

Таблица 1. Показатели качества цемента [4]

Наименование показателя, единица измерения	Нормативные требования по ГОСТ 10178	Фактическое значение	Методика определения
Прочность на сжатие в возрасте 28 сут., МПа	32,5-52,5	47	По ГОСТ 310.4
Прочность на сжатие в возрасте 7 сут., МПа	От 16	19	
Содержание оксида серы (VI) SO <sub>3</sub> , %	До 3,5	3,3	По ГОСТ 5283
Начало схватывания, ч	Не ранее 0,75	1,5	По ГОСТ 310.3
Конец схватывания, ч	Не позднее 10	8	По ГОСТ 310.3

Таблица 2. Подробный зерновой состав известкового доломитового отсева

Диапазон фракции, мм	№ сита	Доля, %
0,2-0,5	>0,5	0-3
	0,2-0,5	55-75
	0,2-0,25	15-30
0,3-0,5	<0,1	0-5
	>0,5	0-3
	0,315-0,5	60-80
0,5-1,0	0,25-0,315	15-30
	>1,0	0-4
	0,8-1,0	10-30
0,5-1,0	0,5-0,8	55-75
	<0,5	5-25
	1,25-1,6	10-20
1,5-2,0	1,0-1,4	50-65
	<0,8	10-25
	>2,0	0-4
1,5-2,0	1,6-2,0	30-50
	1,4-1,6	10-20
	1,25-1,4	30-40
	<1,25	5-10

Диапазон фракции, мм	№ сита	Доля, %
2,0-2,5	>2,5	0-3
	2,0-2,5	50-75
	1,6-2,0	30-50
	<0,8	10-25
2,4-4,0	>4,0	0-4
	3,0-4,0	10-20
	1,6-2,0	10-30
	1,25-1,4	30-40

Таблица 3. Испытания контрольной смеси

Расход фибры, % от общей массы смеси	Бетонная смесь с пластификатором MELFLUX 5581 F (0,5%)	
	Расплыв конуса, см	Плотность смеси, кг/м <sup>3</sup>
0	73	2365
0,7%	72	2295
1,0%	65	2295
1,3%	46	2325

Из табл. 3 видно, что самоуплотняющаяся бетонная смесь может быть армирована стеклопластиковой фиброй в количестве 1%. При расходе фибры 1,3% бетонная смесь перестает быть самоуплотняющейся.

Фибровое армирование бетонных смесей отразилось на технических характеристиках бетона. Влияние дозировки на прочность при сжатии и на растяжение при изгибе показано в работе [5].

### Библиографический список

1. Калашников В.И., Тараканов О.В. О применении комплексных добавок в бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2017. № 1-2. С. 62 – 67.
2. Гончарова М.А., Ивашкин А.Н., Коста А.А. Подбор и оптимизация составов бетонов для производства многопустотных плит перекрытий безопалубочного формования // Строительные материалы. 2017, № 3. С. 35- 38.
3. Гончарова М.А., Ивашкин А.Н., Каширская О.А. Методы оценки реологических свойств самоуплотняющихся бетонных смесей // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова / ФГБОУ ВПО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова». Грозный, 2015.
4. Гончарова М.А., Корнеев А.Д., Карасева О.В. и др. Повышение активности вяжущих композиций на основе конвертерных шлаков // Вестник ЦТО РААСН: сб. науч. ст. Вып. 14. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 238 – 244.
5. Гончарова М.А., Крохотин В.В., Ивашкин А.Н. Влияние модифицирующих добавок на свойства теплоизоляционных строительных материалов // Научная дискуссия. Инновационные строительные материалы и изделия: сб. докл. участников междунар. заоч. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения В.А. Китайцева / Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). – М., 2016. – С. 78-83.

## РЕЦИКЛИНГ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ КАК ОСНОВА ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**М.А. Гончарова, П.В. Борков,  
Аль-Суррайви Хамид Галиб Хуссain, А.И. Баландин**

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье затронут вопрос о возможности использования отходов, образующихся при сносе зданий, в качестве сырья для производства эффективных строительных материалов. Установлено, что основными видами отходов являются бетонный лом и бой кирпича. Отмечено, что перспективным направлением утилизации бетонного лома и боя кирпича является их переработка и использование в качестве инертных материалов взамен полученных на основе горных пород.

**Ключевые слова:** утилизация, рециклинг, бетонный лом, бой кирпича.

Одной из наиболее актуальных экологических проблем современной цивилизации является утилизация промышленных отходов. По информации различных источников, на территории Российской Федерации накоплено в отвалах, полигонах и хранилищах около ста миллиардов тонн промышленных и бытовых отходов. Крупнообломочные строительные отходы ежегодно занимают сотни гектаров площади, миллионы тонн вторичного материала ждут своей очереди на переработке, более половины из которых – это кирпичные, бетонные и железобетонные конструкции. Ежегодно на планете образуются около 2,5 миллиардов тонн строительных отходов. Отходы строительства занимают все большую площадь, их захоронение становится практически невозможным без нанесения ущерба экологии. Все это, в конечном счете, влечёт за собой неблагоприятные последствия и для здоровья человека.

Основными источниками крупномасштабного образования подобного рода отходов являются увеличение количества ветхих и аварийных зданий и сооружений, подлежащих сносу; разрушение объектов капитального строительства в результате природных катаклизмов (землетрясения, наводнения, извержение вулканов, циклоны, ураганы); уничтожение строительных объектов в ходе военных конфликтов и др. Решение данной проблемы требует значительных капиталовложений. Например, правительство Ирака оценивает стоимость восстановления затронутых войной районов страны более чем в 88 миллиардов долларов, а для восстановления Сирии, по предварительным оценкам, потребуется привлечь примерно 180 миллиардов долларов [1, 2].



До последнего времени отходы, полученные после сноса или разрушения зданий, вывозились на полигоны твердых бытовых отходов. С помощью строительных машин отходы разравнивали, и на этой территории в дальнейшем складировали другие виды отходов. Подобная ликвидация отходов исключала дальнейшую переработку перспективного вторичного сырья, такого, как металл в виде арматуры, перегородочных профилей; стекла, масса которого с учётом окон и балконов достигает нескольких тонн на один многоэтажный дом; бетона, кирпича и прочих каменных материалов.

Указанный метод демонтажа, возможно, использовался бы и дальше, но дефицит свободных площадок и полигонов не позволяет складировать отходы строительства во все увеличивающихся объемах. В связи с этим строительные отходы становится все тяжелее ликвидировать. Наряду с этим утилизация строительных отходов подобного рода после реконструкций или полного сноса зданий может быть заменена на вторичное использование (рециклинг).

Россия – не первая страна в мире, у которой переработка строительных отходов и их вторичное использование изначально считалось перспективным. Так в Германии, Франции и Италии повторно используется около 20 % строительных отходов. В то же время в Нидерландах, Бельгии и Дании это показатель достигает 80 – 90 %. Данная отрасль на сегодняшний день развивается довольно активно: во всех больших городах существуют предприятия, занимающиеся сбором, транспортировкой, сортировкой, очисткой, подготовкой и прочими технологическими действиями, подготавливающими вторичное сырьё к производственному использованию.

Ликвидация строительных отходов путём рециклинга позволяет значительно экономить финансовые средства на различные технологические переделы, поскольку такие строительные отходы, как бетонный лом и бой кирпича не требуют транспортировки. Кроме того, переработка строительных отходов позволяет избежать ежегодного увеличения объёмов отходов на территории страны, что, в свою очередь, позволяет избежать негативного влияния на экологическую ситуацию. Тем более что рекультивация земли невозможна в тех местах, где захоронены строительные отходы. Вместе с тем рециклинг строительных отходов позволяет избежать ежегодного увеличения объёмов мусора на территории страны, что, в свою очередь, позволяет минимизировать негативное влияние на экологическую ситуацию. Кроме экономии на погрузке и транспортировке, не требуется размещать строительные отходы на свалках, поскольку они перерабатываются на месте их образования [3, 4].

Среди всего многообразия техногенных отходов немалую часть составляют кирпичный бой и бетонный лом. Известно, что применение кирпичного боя позволяет до 30 % снизить затраты на изготовление строительных изделий по сравнению с производством их из природного сырья, а экономия капитальных вложений составляет 30-50 %. После демонтажа здания, как правило, на его месте воздвигают новое строение, а это требует добычи, переработки и транспортировки большого количества

щебня для фундамента. В предлагаемом решении переработка строительных отходов вместо щебня даёт измельчённый кирпич и бетон, полученные при демонтаже старого строения.

Вторичное строительное сырьё, конечно, нельзя считать полноценным материалом, готовым к применению, однако низкая цена и значительные объёмы позволяют такие материалы, как бывший в употреблении и демонтированный с дорог асфальтобетон, стекло разной номенклатуры, кирпич или его бой, пластиковые изделия, железобетон и др., применять в строительстве новых зданий и сооружений, предварительно подготовив их различными способами. Также существенным резервом экономии материальных и энергетических ресурсов в области строительной индустрии является использование для производства бетона и железобетона бетонного лома.

Так как основные отходы строительства, которые остаются после сноса дома, – это бетон и железобетон, то их переработка имеет ключевое значение. Для этого используют специальные гидравлические машины типа молота или гидравлических ножниц: они разбивают или измельчают слишком большие глыбы. Далее работает дробильная установка, дающая на выходе продукт нужной фракции.

Кроме фундаментов, отходы строительства, применяют для прокладывания временных дорог. Также строительные отходы подобным образом могут послужить отличным материалом для устройства оснований и подстилающих слоев. Такие отходы строительства, как асфальтобетон, применяют для строительства дорожного покрытия, предварительно проведя высокотемпературную обработку, позволяющую размягчить битум. Ограничивающим фактором широкого применения строительных отходов промышленности в качестве сырья для изготовления строительных материалов является недостаточно подробная изученность их свойств. Прежде всего, причина заключается в достаточно низкой прочности вторичного щебня из-за содержания в его составе значительного объема цементного камня, который имеет значительно меньшую прочность по сравнению с крупным и мелким заполнителями. Повышение прочностных и других характеристик вторичного щебня возможно при измельчении, обеспечивающем разрушение преимущественно цементного камня [1, 2].

Особенность структурообразования композитов на их основе регулируется их вещественным составом, который обычно обладает значительной неоднородностью. Помимо этого важны технологические параметры смесей, влияющие на композит на различных стадиях его приготовления, формования, уплотнения и в период фазовых переходов от вязкотекучего к твердому состоянию. Указанные особенности определяют свойства композитов на основе техногенного сырья при последующей эксплуатации.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать концепцию безотходного строительства с применением рециклируемых материалов (рис.1).



Рис. 1. Концепция безотходного строительства с применением рециклируемых материалов

Несмотря на большое количество исследований, посвященных получению и применению отходов строительства в качестве инертных материалов, объемы реального промышленного использования в России пока небольшие. Поэтому рециклинг строительных отходов является перспективным направлением, требующим значительного объема исследований.

### Библиографический список

1. Муртазаев С.–А.Ю. Формирование себестоимости строительных композитов, полученных с использованием керамического кирпичного боя // Экономика и управление. – 2012. – №2(87). – С. 100.
2. Коровкин М.О. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона // Инженерный вестник Дона. – 2015. – №3. – С. 85.
3. Электронный ресурс: <https://eadaily.com/ru/news/2018/02/12/vosstanovlenie-iraka-oboydetsya-bolee-chem-v-88-mlrd>.
4. Электронный ресурс: <http://www.prezidentpress.ru/news/4365-vosstanovlenie-sirii-oplatyat-iz-sredstv-poverzhennyh-tiraniy-blizhnego-vostoka.html>.

## МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБКОВОЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА

**Т.В. Чеснокова, М.Н. Белоусов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Рассмотрены методы обнаружения и исследования грибковой коррозии бетона, а также представлены процессы, протекающие во время грибковой коррозии бетона.

**Ключевые слова:** биологическая коррозия, бетон, грибки, водопоглощение, pH.

Биологическая коррозия – прямое или косвенное воздействие низших форм живых организмов, влияющих на внешний вид или технические свойства бетона. К таким организмам относятся бактерии, морские водоросли, грибки, лишайники, мхи и т.д. [1]. Микробиологическая коррозия бетона – это наименее изученный вид коррозии бетона и железобетона. С точки зрения условий развития процессов биокоррозии, которые связаны с жизнедеятельностью живых организмов, следует различать два основных случая, имеющих значение и для разработки мер защиты от этого вида коррозии.

В первом случае микроорганизмы находятся в непосредственном контакте с наружной или внутренней (для пористых материалов) поверхностью строительной конструкции и в процессе метаболизма взаимодействуют с материалом, в результате чего снижается прочность или ухудшаются другие эксплуатационные качества материала.

Во втором случае микроорганизмы являются продуцентами веществ, агрессивных по отношению к строительному материалу, но непосредственно в пространстве и времени не связаны со строительной конструкцией. Коррозионные процессы могут развиваться на значительном расстоянии от места обитания микроорганизмов, вырабатывающих агрессивные по отношению к строительному материалу вещества. Этот процесс может быть отдален во времени от момента, когда наступает контакт агрессивного компонента со строительной конструкцией.

При твердении бетон покрывается защитной пленкой, образованной углекислым кальцием. Пока пленка цела, она препятствует диффузии воды внутрь бетонной кладки и тем самым защищает бетон от разрушения.

Интенсивное развитие коррозии бетона и железобетона наблюдается в условиях техногенных сред. Высокая влажность, наличие органического вещества, жиров и продуктов их гидролиза, аммиака, растворов солей создают благоприятные условия для интенсивного развития активных в коррозионном отношении микроорганизмов.

Грибковая коррозия – частный случай биоразрушения материалов конструкций в специфических условиях эксплуатации. Грибы разрушают все материалы: древесину, кожу, шерсть, пергамент, бумагу, картон, нефть, продукты переработки нефти, все синтетические полимерные материалы, сталь, бетон, железобетон, силикатное стекло, кремнийорганические материалы, природную и синтетическую резину, лакокрасочные покрытия, асфальт, природный камень, смазочные материалы, горючее и другие материалы.

Грибковая коррозия – это разрушение строительных материалов, металлов и металлических покрытий при воздействии агрессивных сред, которые сформировались в результате жизнедеятельности грибов. В результате жизнедеятельности грибов образуются органические кислоты (глюконовая, щавелевая, янтарная и лимонная), вызывающие коррозию бетонов [2].

Установлено, что жизнедеятельность низших грибов вызывает повреждения цементных штукатурок и бетона. Споры грибов попадают с воздухом, водой и материалами на поверхность бетона и при благоприятном температурно-влажностном режиме начинают прорастать, клетки тела грибка растут и делятся, интенсивно выделяя органические и минеральные кислоты.

Таким образом, механизм биологической коррозии бетонов под воздействием грибковой флоры сводится к кислотной коррозии при выделении телом грибов органических и неорганических кислот и увеличению пористости материала вплоть до полного его разрушения.

Грибковая флора на поверхности конструкций весьма многообразна и насчитывает большое число видов. Часто обнаруживаемыми видами грибов, вызывающими коррозию бетона, являются представители родов: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor* [3].

Жизнедеятельность грибов превращает бетон и штукатурку в сыпучую несвязанную массу; при этом разрушаются краска и обои [4]. Биомасса грибов, разрастаясь, расширяет поры материала и разрушает структуру бетона [5].

Поскольку исследуемый вид коррозии бетона вызывают грибки, то обнаружить его можно с помощью визуального исследования характера повреждения бетона и идентификации таксонометрического состава сообщества микроорганизмов. При проведении визуального контроля проводится описание объекта контроля. Образец для контроля выбирается с таким расчетом, что он должен как можно больше походить на неповрежденную конструкцию или материал [6]. При выборе объектов исследования сначала проводится обзорный, а затем и местный контроль. Для местного контроля применяется световой микроскоп. Результатом детального (местного) визуального контроля является идентификация таксонометрического состава сообщества микроорганизмов-возбудителей коррозии бетона.

Определить степень и характер повреждений бетона в результате грибковой коррозии предлагается определением водопоглощения образцов по массе и объему, рН водной вытяжки образцов бетона и расчетом их плотности.

Водопоглощение образцов бетона определяется согласно ГОСТ 12730.3-78 [7]. Потенциометрическим методом определяется рН водной вытяжки, приготовленной согласно методике [8].

Таким образом, особенности протекания грибковой коррозии позволяют применять наиболее информативные методы ее обнаружения и исследования.

### **Библиографический список**

1. Дергунова А.В., Светлов Д.А., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Микробиологическая стойкость строительных материалов // Приволжский научный журнал. – Н.Новгород: ННГАСУ, №2(10), 2009. – С. 108 – 113.
2. Семенов С.А. Биоповреждения материалов и изделий техники // Вестник МИХТ. – 2007, №6. – Т.2. – С.3 – 26.
3. Соломатов, В.И. Микроорганизмы разрушители материалов и изделий / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, Е.А. Морозов // Изв. вузов. Строительство. – 2001. – №8. – С. 4 – 12.
4. Степанова В.Ф. Долговечность бетона: учеб. пособие для вузов. – М., 2014. – 126 с.
5. Дергунова А.В., Светлов Д.А., Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф. Микробиологическая стойкость строительных материалов // Приволжский научный журнал – Н. Новгород: ННГАСУ, №2(10), 2009. – С. 108 – 113.
6. Пустов Ю.А., Ракоч А.Г. Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов: курс лекций: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: МИСИС, 2013. – 130 с.
7. ГОСТ 12730.3-78. Бетоны. Метод определения водопоглощения.
8. Боме Н.А., Рябикова В.Л. Почвоведение (краткий курс и лабораторный практикум). Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2012. – 216 с.



## **ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**М.В. Лосева, М.Е. Канаев, В.А. Каштанов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В данной статье рассмотрены факторы, влияющие на выбор антикоррозионного покрытия, а также на методы нанесения антикоррозионных покрытий. Представлены требования, предъявляемые к антикоррозионным покрытиям.

**Ключевые слова:** электрохимическая коррозия, антикоррозионные покрытия, долговечность покрытия, состав покрытия.

Среди применяемых средств защиты металлов от коррозии защитные покрытия получили наибольшее распространение, но их выбор и применение в каждом конкретном случае далеко не всегда научно обоснованы. Это объясняется многокомпонентностью системы металл – покрытие и влиянием различных факторов на поведение этой системы. Надо отметить, что электрохимический характер коррозии оборудования является преобладающим в связи с присутствием воды в рабочих средах. Коррозионный процесс под покрытием – металлическим или лакокрасочным – также является электрохимическим по своей природе. Современные исследования направлены на изучение не только физико-химических процессов, происходящих в материале покрытий при контакте их с жидкостями и газами, но и электрохимических процессов в системах «металл-покрытие – электролит».

Выбор материала покрытия и соответствующего способа его нанесения определяется различными факторами, прежде всего эксплуатационными условиями, габаритами и конфигурацией аппарата. Конструкционные особенности аппарата оказывают решающее влияние на выбор способа нанесения защитного покрытия.

Для того чтобы выбрать не просто покрытие, а систему антикоррозионных покрытий, необходимо учесть множество факторов, требований и критериев, чтобы выбрать подходящий способ защиты от коррозии [1].

Стоит учесть, что на каждом предприятии применяется разнообразное оборудование, системы хранения, трубы, вентиляция, каркасы зданий, проще говоря, используется множество разных металлов, которые нуждаются в защите. И то защитное покрытие, которое подойдет для всего и сразу, практически невозможно подобрать. Вот изначально выбирают способ защиты, один или несколько критериев, которые являются главными и

основополагающими. Уже под эти методы и требования подбирают остальные и приводят в соответствие с основными критериями.

Для конструкции на предприятии наиболее важна прочность, стойкость к механическим повреждениям, так как возможны удары и деформация конструкций при монтаже и эксплуатации, а также в дальнейшей работе присутствует вибрация. Все это означает, что выбранное покрытие должно быть эластичным, чтобы не потрескаться от ударов, от вибрации со временем, а также иметь высокую механическую стойкость и прочность.

Среди покрытий, отвечающих этим требованиям, подбираются те, которые являются желательными [2]. Например, возможен контакт конструкции с морской водой и резкие понижения температур. Соответственно, подбирается состав покрытий, который «не боится» соленой воды, и покрытие, которое не теряет своих качеств при резких перепадах температуры.

Сегодня в условиях кризиса основным критерием часто становится низкая цена. Конечно, все хотят сэкономить, но при этом добиться надежной и долговечной защиты своих металлических конструкций от коррозии. Если низкая цена является главным определяющим фактором, а условия дальнейшей эксплуатации конструкций будут благоприятными: без контактов с водой и химикатами, без резких перепадов температур, не подвергаются механическим повреждениям, то и переплачивать за дополнительную стойкость покрытия нет необходимости.

Если условия эксплуатации металлов не отличаются высокой коррозионной средой, то не обязательно оплачивать мощную защиту. Можно придать металлам привлекательный внешний вид и обеспечить, пусть не мощную, но надежную защиту от коррозии с помощью красок с добавлением цинка или алюминия. Защитные эмали вполне способны обеспечить защиту от ржавчины на 3-5 лет или более, если условия действительно легкие и комфортные для металлов.

Какие факторы влияют на выбор антикоррозионного покрытия?

- Учет состава самой конструкции, из какого она металла: сталь – марка стали, алюминий, чугун, может быть оцинкованная сталь. При выборе защитного покрытия необходимо знать, какой металл предстоит защищать. Не каждое покрытие подойдет любому металлу.

- Учет поверхности металла и возможности изменения этой поверхности. Для хорошей адгезии (сцепления с поверхностью) покрытия и металла его поверхность должна быть чистой, сухой, без каких-либо загрязнений, окалины, следов ржавчины и желателно шероховатой.

- Учет особенности конструкции: размер, форма, есть ли разные плоскости, пазы, труднодоступные места, прогибы, вибрация или необходимость сварки.

Данные факторы очень важны при выборе метода антикоррозийной защиты. То, что подойдет для небольших конструкций, может оказаться невозможным в применении для очень больших [3].

- Место подготовки поверхности и нанесения защитного покрытия.
- Экологическая составляющая. Антикоррозийную обработку нельзя проводить в месте эксплуатации конструкции из-за экологических загрязнений, например, в пищевом производстве или же на реках и водоемах.

Выяснив всю информацию по указанным выше факторам, можно принять решение о выборе метода антикоррозийной защиты и сделать это максимально удобно и экономно.

Как выбрать покрытие или антикоррозийный состав?

К выбору самого покрытия или состава предъявляются следующие требования:

- категория антикоррозийной нагрузки, которая зависит от атмосферных условий, т.е. в каких атмосферных (погодных) условиях состав будет наноситься и эксплуатироваться. Существуют составы, которые можно наносить при отрицательных температурах и эксплуатировать при сильных перепадах;
- наличие дополнительных факторов, влияющих на образование коррозии. Это могут быть повышенная влажность, давление, электрохимические процессы, облучение, механическое воздействие. Необходимо выбирать состав со стойкостью к тому, что в дальнейшем будет влиять на покрытие;
- внешний вид покрытия также важен. Какой нужен цвет, матовое или глянцевое покрытие, отражающая способность и защита от ультрафиолетовых лучей? Необходимо выбирать покрытие не на один год, а на десятилетия, поэтому важно, как будет выглядеть конструкция через 10 лет;
- долговечность покрытия. Как долго прослужит покрытие, не потеряв своих качеств, – лучше поинтересоваться заранее, перед покупкой;
- время, затраченное на подготовку и нанесение. Очень важно знать, как долго будет готовиться покрытие и поверхность для его нанесения, сколько слоев необходимо наносить и с каким интервалом времени, как быстро сохнет покрытие и когда можно вводить конструкцию в эксплуатацию;
- ремонтпригодность покрытия и его совместимость с другими ЛКМ;
- способ нанесения защитного покрытия на конструкцию. Для каких-то изделий лучше выбрать кисть или валик, для чего-то – воздушное или безвоздушное распыление, а какой-то конструкции лучше подойдет и вовсе состав в аэрозольном баллончике.

Устанавливается, какие условия требуются для нанесения покрытия: температура воздуха и его влажность, необходимость греть состав или фильтровать, потребность в инструментах для приготовления [4]; каковы оптимальные условия для сушки покрытия:

- сложность нанесения покрытия (нужна ли квалификация маляра, или вполне может справиться совсем не специалист);
  - расчет количества состава (на ворота без прорезей экономнее наносить спреем, а покрывать спреем кованые, резные изделия нецелесообразно);
  - требования к технике безопасности и охране труда во время нанесения покрытия;
  - соблюдение санитарно-гигиенических, экологических требований и наличие запаха;
  - условия хранения и транспортировки составов. Вполне возможно, что антикоррозийный состав окажется чувствительным к условиям хранения и испортится еще до его нанесения.
- С учетом всех требований и факторов защита от коррозии будет служить эффективно долгие годы.

### **Библиографический список**

1. Сырье и полупродукты для лакокрасочных материалов: справ. пособие / под ред. М. М. Гольдберга. – М.: Химия, 2008. – 512 с.
2. ГОСТ 9980.4-2002 Материалы лакокрасочные. Маркировка.
3. Лифшиц М.Л., Пшиялковский Б.И. Лакокрасочные материалы. – М.: Эксмо, 2009. – 283 с.
4. ISO 12944. Лаки и краски. Антикоррозионная защита стальных конструкций от коррозии с помощью защитных лакокрасочных систем. Часть 5. Защитные лакокрасочные системы.

## ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ МАССИВНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦЕМЕНТА

К.Б. Сафаров<sup>1</sup>, В.Ф. Степанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральная строительная лаборатория ОАО «Рогунская ГЭС»,  
Республика Таджикистан

<sup>2</sup>НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, г. Москва, Российская Федерация

### Аннотация

В данной работе изложены некоторые результаты исследований термомеханических и теплофизических свойств гидротехнического бетона в зависимости от температуры, количества выделяемого тепла и минералогического состава цемента, поступающего с цементных заводов на строительство Рогунской ГЭС. Рассмотрен производственный случай с нестабильным химико-минералогическим составом поставляемого цемента. Выявлен и установлен ряд противоречий и несоответствий требований нормативно-технической документации с фактическими производственными проблемами. Соответственно даны рекомендации по решению выявленных научно-практических задач.

**Ключевые слова:** гидротехнический бетон, тепловыделение цемента, минералогический состав.

Известно, что тепловыделение цемента влияет на качество бетонных работ, скорость выполнения календарного графика строительства и долговечность железобетонных конструкций [1, 2, 3, 4, 5]. Тепловыделение бетона зависит от многих факторов, которые необходимо учитывать при разработке технологии бетонирования. Учёными проводились исследования тепловыделения цемента, и в ходе одной из этих работ [6] на основе изучения физической сущности процесса гидратации цемента и обобщения многолетнего опыта получена зависимость температурной функции кинетики гидратации цемента от вязкости воды затворения и вида цемента. В другой работе [7] проведённые теоретические и экспериментальные исследования тепловыделения цемента в процессе твердения в бетоне позволили получить выводы, согласно которым задержанное вибрирование бетонной смеси увеличивает тепловыделение цемента в процессе твердения в бетоне в начальные сроки его твердения (1–2 сут.) в среднем на 6–9%, и данное изменение необходимо учитывать при проведении теплофизических расчётов температурного и прочностного режимов и термонапряженного состояния бетона в конструкциях путём введения в расчётную программу поправочного коэффициента или фактических данных тепловыделения по результатам проведения натуральных испытаний.

Тепловыделение цемента прямо пропорционально зависит от его минералогического состава. Наибольшее количество тепла выделяет самый активный клинкерный минерал трёхкальциевый алюминат. Поэтому при

бетонировании массивных гидротехнических конструкций имеет смысл применения цементов с меньшим содержанием  $C_3A$ . Второй клинкерный минерал, активный при тепловыделении, – это трёхкальциевый силикат (алит). К слову, в нормативном документе ГОСТ 22266-2013 минералогический состав сульфатостойкого цемента нормируется только по предельному значению содержания трёхкальциевого алюмината  $C_3A < 3,5\%$ , а содержание трёхкальциевого силиката  $C_3S$  указано ненормированным. Следовательно, цементные заводы при производстве ориентируются только по трёхкальциевому алюминату  $C_3A$  и поставляют в строительство партии цемента с различным содержанием трёхкальциевого силиката. Нестабильное содержание алита в минералогическом составе разных партий цемента может негативно повлиять на реологические свойства бетонной смеси, а также физико-технические и термомеханические свойства бетона, что в конечном итоге может привести к трещинообразованию и снижению долговечности железобетонных конструкций.

В данной работе изложены некоторые результаты исследований термомеханических и теплофизических свойств бетона в зависимости от температуры, количества выделяемого тепла и минералогического состава цемента, поступающего с цементных заводов на строительство Рогунской ГЭС. Рассмотрен производственный случай с нестабильным химико-минералогическим составом поставляемого цемента [8, 9, 10].

### Характеристика материалов

Исследован сульфатостойкий портландцемент двух разных партий с разными минералогическими составами, поступающих на строительство Рогунской ГЭС из Душанбинского завода «ТаджикЦемент». Химико-минералогический состав исследуемых партий цемента приведён в табл. 1.

Таблица 1. Химико-минералогический состав цементов

№ партии	Минералогический состав, %			
	$C_3S$	$C_2S$	$C_3A$	$C_4AF$
1	52,7	18,3	2,76	16,10
2	70,4	4,76	3,49	16,26

Согласно ГОСТ 22266-2013 по минералогическому составу партии №1 и №2 соответствуют нормам сульфатостойкого цемента, так как в названном стандарте нормируется только содержание трёхкальциевого алюмината –  $C_3A < 3,5\%$ .

### Экспериментальная часть

Таким образом, определено тепловыделение исследуемых партий цемента с кардинально разными минералогическими составами с одновременной оценкой их активности. Результаты испытаний приведены в табл. 2 и показаны на рис. 1.



Таблица 2. Результаты определения тепловыделения цемента

№ партии	C <sub>3</sub> S %	ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕМЕНТА кДж/кг (НОРМА по СНИП 2.06.08)			Прочность на сжатие кгс/см <sup>2</sup> (% проектной прочности)	
		3 сут.	7 сут.	28 сут.	2 сут.	28 сут.
1	52,7	208,6 (<250)	232,2 (<295)	311,1 (<345)	251 (63%)	421 (105%)
2	70,4	290,1 (<250)	358,1 (<295)	409,6 (<345)	266 (67%)	379 (94%)

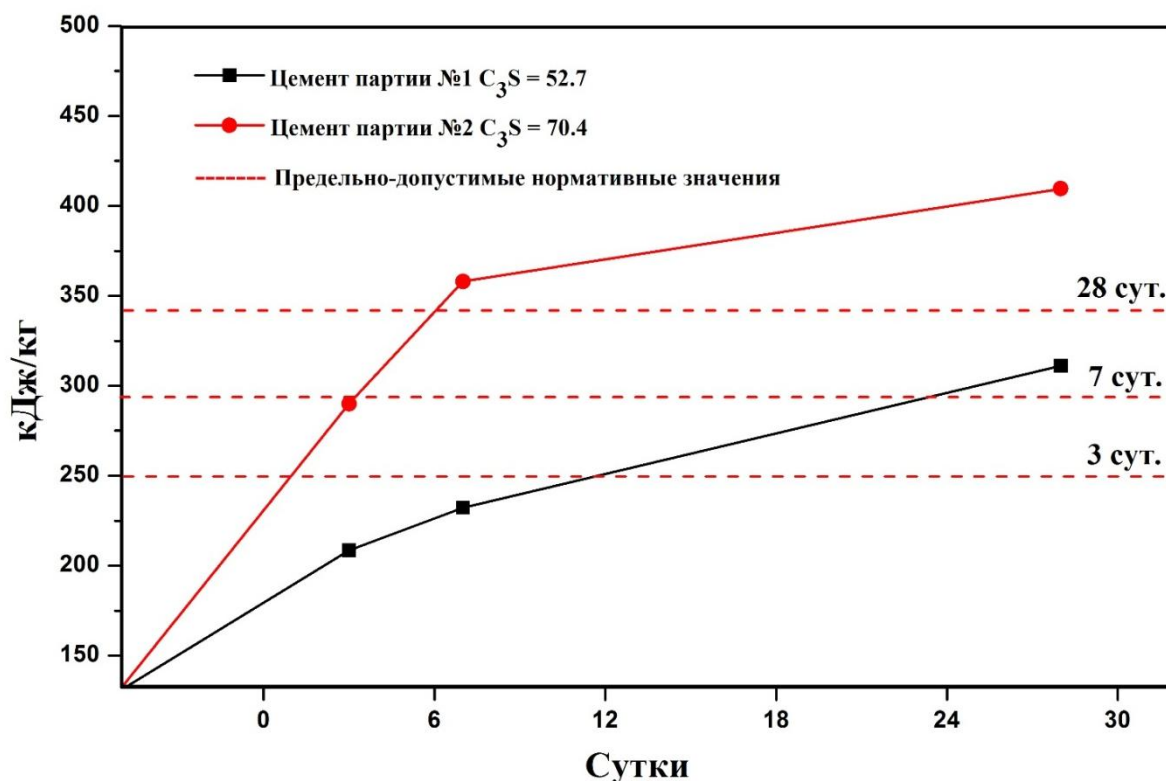


Рис. 1. График тепловыделения цемента партий №1 и №2

В нормативной документации СНИП 2.06.08 приведены нормы допустимого количества выделяемого тепла цемента по времени твердения, согласно которым исследуемый цемент из партии №2 не соответствует по критерию тепловыделения. Анализ результатов из табл. 1 и 2 позволяет нам сделать вывод о том, что причиной превышения допустимой нормы тепловыделения цемента из партии №2 является повышенное содержание в его фазовом составе минерала алита – трёхкальциевого силиката C<sub>3</sub>S.

Следовательно, с целью исследования названных партий цемента в массивных железобетонных конструкциях гидротехнических сооружений были проведены производственные испытания по определению тепловыделения на промышленных замесах бетона. Мониторинг осуществлялся с помощью контрольно-измерительного прибора посредством датчиков термопар, установленных в эпицентре (Т<sub>1</sub>) бетонируемого блока, на

поверхности защитного слоя арматуры ( $T_2$ ) и снаружи бетонируемого пространства ( $T_3$ ). Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты мониторинга температуры массивного бетона

№ партии	C <sub>3</sub> S %	ТЕМПЕРАТУРА, °С				Требования ВСН31-83 ΔТ
		T <sub>3</sub> (воздух)	T <sub>1</sub> (ядро бетона)	T <sub>2</sub> (поверхность бетона)	ΔТ= T <sub>1</sub> - T <sub>2</sub>	
1	52,7	20-30	63,1	46,2	16,9	не более 16-18 °С
2	70,4	20-30	78,5	50,6	27,9	

Стандарт ВСН31-83 гласит о том, что при производстве бетонных работ в гидротехнических сооружениях разность температур между ядром и боковыми поверхностями массива допускается не более 16-18°С. При использовании цемента из партии №1 (C<sub>3</sub>S=52,7%) максимальная температура ядра бетона достигла 63,1 °С, а температура его поверхности бетона в это же время достигла 46,2 °С, где разность температуры ядра с поверхностью составило 16,9 °С, что соответствует требованиям стандарта (рис. 2).

Максимальная температура ядра бетона, уложенного с применением цемента из партии №2 (C<sub>3</sub>S=70,4%), достигла 78,5 °С, при максимальной температуре поверхности бетона 50,6 °С. В этом случае разность температуры ядра и поверхности бетона составила 27,9 °С, что превышает допустимую норму и не соответствует требованиям стандарта (рис. 3).

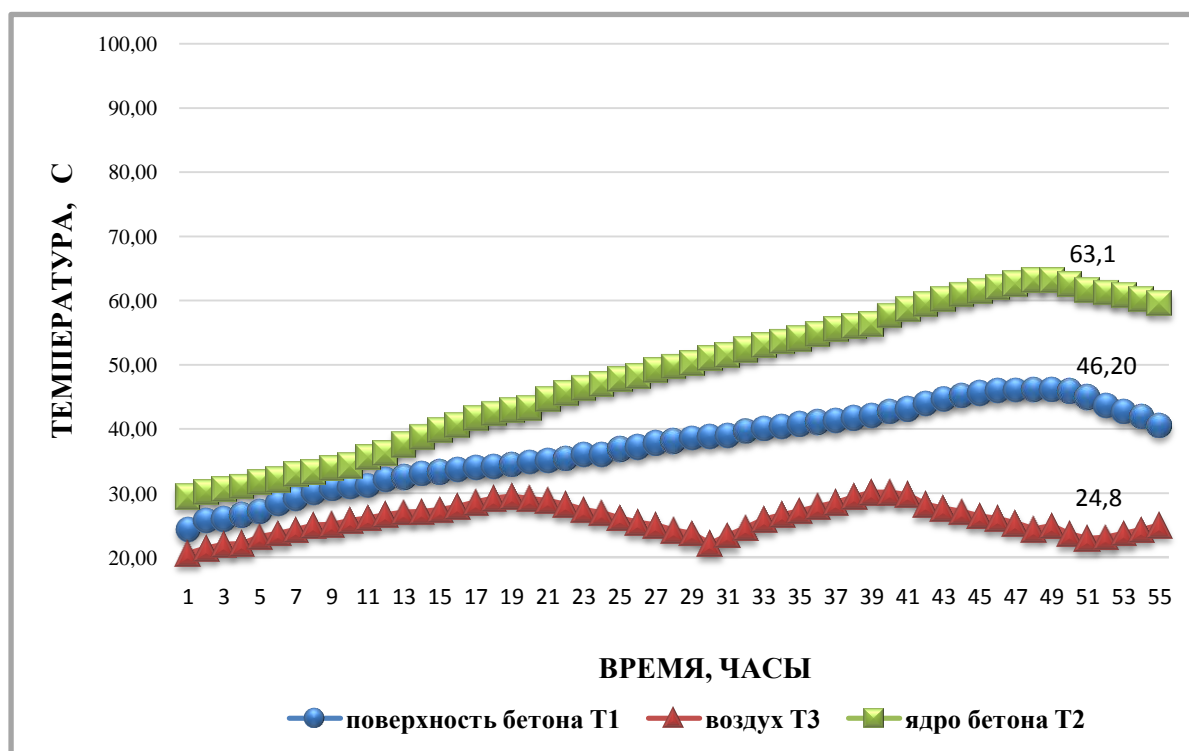


Рис. 2. График повышения температуры массивного бетона с использованием цемента партии №1 (C<sub>3</sub>S=52,7%)

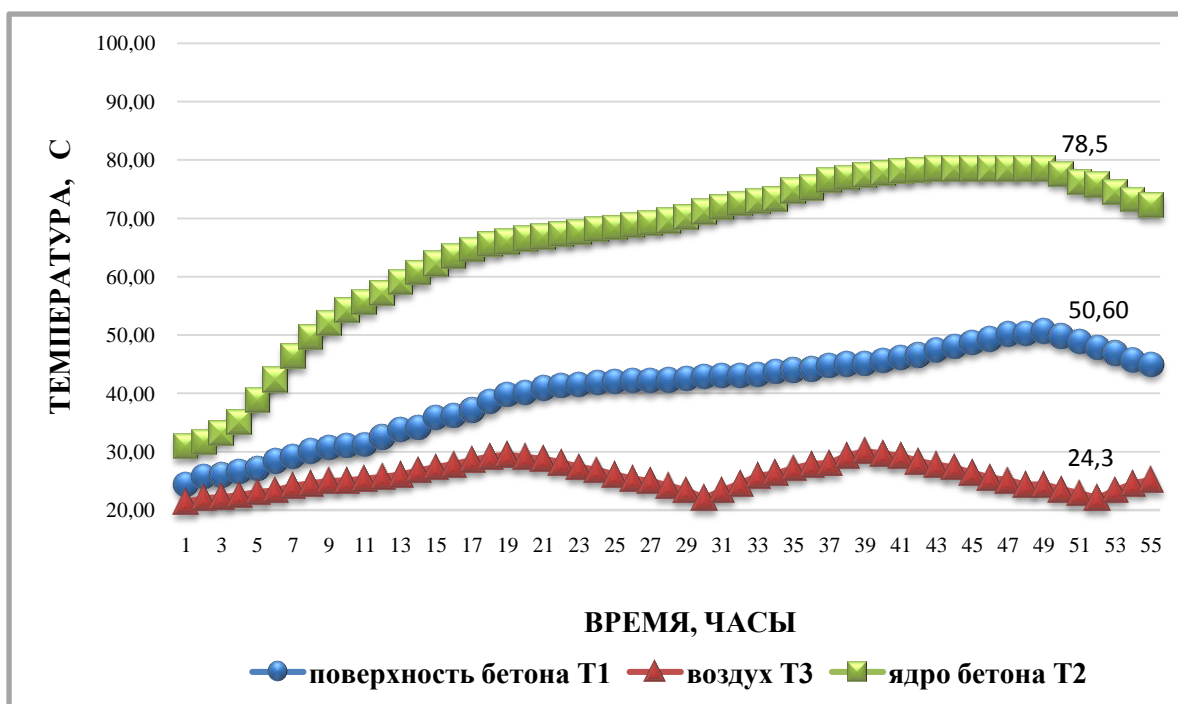


Рис. 3. График повышения температуры массивного бетона с использованием цемента партии №2 ( $C_3S=70,4\%$ )

### Обсуждения и выводы

В нормативном документе ГОСТ 22266-2013 минералогический состав сульфатостойкого цемента нормируется только по предельному значению содержания трёхкальцевого алюмината  $C_3A < 3,5\%$ , а содержание трёхкальцевого силиката  $C_3S$  указано ненормированным. Следовательно, цементные заводы при производстве ориентируются только по трёхкальцевому алюминату  $C_3A$  и поставляют в строительство партии цемента с различным содержанием трёхкальцевого силиката. Нестабильное содержание алита в минералогическом составе разных партий цемента может негативно повлиять на реологические свойства бетонной смеси, а также физико-технические и термомеханические свойства бетона, что в конечном итоге может привести к трещинообразованию и снижению долговечности железобетонных конструкций.

Выявлено, что при определении тепловыделения цемента с содержанием  $C_3S = 52,7\%$  количество выделяемого тепла развивалось по времени в рамках допустимых значений (согласно СНиП 2.06.08), что нельзя сказать об экзотермии партии цемента с содержанием  $C_3S = 70,4\%$ .

Такая же картина вырисовывается при анализе результатов мониторинга развития температуры бетонов с использованием исследуемых цементов.

Установлено, что при использовании цемента с повышенным содержанием алита пиковая температура в эпицентре конструкции повышается на  $15,4\text{ }^\circ\text{C}$  по сравнению с цементом содержащий  $C_3S = 52,7\%$ , и при этом разность температуры ядра бетона с его поверхностью составляет  $27,9\text{ }^\circ\text{C}$ , что не соответствует требованию стандарта ВСН31-83.

Рекомендуется дальнейшее развитие данного исследования с целью определения оптимального содержания  $C_3S$ , при котором тепловыделение сульфатостойких цементов будет развиваться в рамках допустимых значений по СНиП 3.03.01-87, а термонапряжённое состояние массивных гидротехнических бетонов будет соответствовать нормам ВСН 31-83.

### Библиографический список

1. Соловьянчик А.Р., Пуляев И.С. Влияние особенностей теплообмена твердеющего бетона конструкций с окружающей средой на его трещиностойкость // Вестник ТюмГАСУ. – 2015. – № 4. – С. 60–64.
2. Плят Ш.Н. Расчеты температурных полей бетонных гидросооружений. – М.: Энергия, 1974.
3. Семенов К.В., Барабанщиков Ю.Г. Термическая трещиностойкость массивных бетонных фундаментных плит и ее обеспечение в строительный период зимой // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 2 (17). – С. 125–135.
4. Хузин А. Ф. Кинетика тепловыделения при гидратации цемента, модифицированного комплексной наномодифицированной добавкой // Известия КГАСУ. – 2016. – № 1(35). – С. 217–220.
5. Грэйарт Э., Де Бели Н. Степень гидратации цемента и шлака в цементной пасте с добавками шлака // Цемент и его применение. – 2012. – № 1. – С. 152–159.
6. Гинзбург А.В. Обеспечение высокого качества и эффективности работ при возведении тоннелей из монолитного бетона // Вестник МГСУ: научно-технический журнал. – 2014. – № 1. – С. 98–110.
7. Зайченко Н. М., Сердюк А. И. Бетоны с высоким содержанием золы для массивных железобетонных конструкций // Вестник Донбасской Национальной академии строительства и архитектуры. – 2013. – № 1(99). – С. 137–144.
8. Фаликман В. Р., Сафаров К. Б., Степанова В.Ф. Высокоэффективные бетоны для гидротехнических сооружений с применением реакционноспособных заполнителей // ICACMS-2017: сб-к материалов междунар. конф. по продвижению строительных материалов и систем. Т. 2. Ченнай, Индия: Индийский технологический институт Мадраса, 2017. – С. 233–243.
9. Сафаров К.Б., Степанова В.Ф., Фаликман В.Р. Влияние механоактивированной низкокальциевой золы-уноса на коррозионную стойкость гидротехнических бетонов Рогунской ГЭС // Строительные материалы. – 2017. – № 9. – С. 20–24.
10. Сафаров К.Б. Химия в строительстве // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2015. – № 1/6(191). – С. 87–91.

## **ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ ТРУБОПРОВОДОВ (НЕФТЕ– И ГАЗОПРОВОДОВ) НА ЭКОЛОГИЮ**

**М.В. Лосева, С.А. Забываев, И.В. Воробьев**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены аспекты негативного влияния коррозии трубопроводов (нефте- и газопроводов) на экологию. Рассмотрены основные антикоррозионные мероприятия при защите трубопроводов от коррозии.

**Ключевые слова:** коррозия трубопроводов, коррозионная опасность, гальванопары, агрессивная среда, прочность труб, целостность труб.

Коррозия трубопроводов (нефте- и газопроводов) несет большую угрозу окружающей среде и экологии в целом.

Трубопроводный транспорт – самый распространенный способ доставки жидких и газообразных сред в мире. Небольшие внутренние трубопроводы есть в каждом современном доме, в населенных пунктах построены сети надземных и подземных распределительных трубопроводов, все регионы нашей страны соединены системой магистрального трубопроводного транспорта. Трубопроводы транспортируют воду, нефть и нефтепродукты, газ и т.д. Большинство отечественных эксплуатируемых трубопроводов – металлические, главная причина их разрушений – коррозия, а видов коррозии – множество.

Причины коррозии всегда определяются свойствами коррозионно-опасной среды, с которой контактирует внутренняя и наружная поверхность трубопровода [1]. Коррозия внутренней поверхности трубопроводов имеет место в основном при перекачке водных сред, особенно если в них растворены коррозионно-опасные вещества: соли, кислоты, щелочи и т.д. Такая ситуация реализуется на всех водоводах, в частности в системах отопления и горячего водоснабжения, системах нефтесбора, сточных водах промышленных предприятий. Самый опасный последний случай. Коррозия наружной поверхности зависит от способа прокладки трубопровода и примененных конструктивных решений. Например, при прокладке методом «труба в трубе» коррозия наружной поверхности не происходит. При прокладке трубопровода на воздухе протекает атмосферная коррозия, которая практически не приводит к нарушению целостности трубопровода (образованию сквозных дефектов). Основная опасность коррозионного разрушения наружной поверхности трубопроводов возникает при подземной прокладке, причем назначение трубопровода в данном случае не слишком принципиально. За небольшим исключением, все типы трубопроводов под землей корродируют одинаково.

Рассмотрим возможные механизмы коррозии следующих видов трубопроводов, классифицированных по их функциональному назначению:

- магистральные трубопроводы;
- промышленные трубопроводы месторождений нефти и газа;
- трубопроводы систем отопления, горячего и холодного водоснабжения;
- трубопроводы промышленных сточных вод.

### **Коррозия магистральных трубопроводов**

Это самый хорошо изученный и систематизированный вид коррозии трубопроводов. По крайней мере, магистральные трубопроводы – это единственный вид трубопроводов, защита от коррозии которых регламентируется отдельным национальным стандартом ГОСТ Р 51164-98\* «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии» [2]. Конечно, ГОСТ Р 51164-98\* в основном посвящен методам противокоррозионной защиты, а не механизмам коррозионного разрушения, однако при его внимательном изучении можно выделить и определенную систематизацию опасности коррозии магистральных трубопроводов в зависимости от ее механизма. Сразу следует отметить, что магистральные трубопроводы используются для транспорта подготовленных коррозионно-инертных продуктов, поэтому для них опасность представляет только наружная коррозия, причем на участках надземной прокладки только сравнительно неопасная атмосферная коррозия.

ГОСТ выделяет 3 вида участков магистральных трубопроводов, подверженных особым коррозионным опасностям: участки высокой коррозионной опасности, участки повышенной коррозионной опасности и коррозионно-опасные участки. Среди критериев ГОСТ, касающихся механизмов коррозии и позволяющих отнести некоторые участки трубопроводов к особо опасным участкам, можно выделить следующие критерии участков повышенной коррозионной опасности:

- блуждающие токи от источников постоянного тока;
  - микробиологическая коррозия;
  - коррозионное растрескивание под напряжением.
- Дополнительно ГОСТ относит к участкам повышенной коррозионной опасности участки прокладки магистральных трубопроводов, на которых может резко возрасти опасность обычной почвенной коррозии:
- участки трубопроводов в засоленных почвах любого района страны (солончаковых, солонцах, солодах, сорах и др.);
  - участки трубопроводов на участках промышленных и бытовых стоков, свалок мусора и шлака;
  - участки трубопроводов с температурой транспортируемого продукта выше 303 К (30 °С).

Многолетний опыт эксплуатации и диагностики показывает, что на магистральных трубопроводах подземной прокладки в основном реализуются следующие виды коррозионного разрушения:

- почвенная электрохимическая коррозия;



- коррозия блуждающими токами от источников постоянного тока;
- коррозия блуждающими токами от источников переменного тока (на участках пересечений и реже сближений с ВЛ 110 кВ и выше);
- коррозионное растрескивание под напряжением (свойственно преимущественно магистральным газопроводам);
- микробиологическая коррозия (на участках, где почва вокруг трубопровода заражена микроорганизмами).

#### Почвенная электрохимическая коррозия

Коррозия подземных трубопроводов протекает по электрохимическому механизму, базирующемуся на возникновении разности потенциалов между различными участками трубопровода, и, как следствие, возникновении тока коррозии. В результате протекания тока коррозии участки металла на анодных зонах растворяются и переходят в грунт, где впоследствии взаимодействуют с почвенным электролитом, образуя ржавчину.

Одной из наиболее важных особенностей трубопроводов с точки зрения коррозии является их большая протяженность. При своей большой протяженности подземные линии проходят через почвы различного состава и строения, различной влажности и аэрации. Все это создает возможность возникновения значительных разностей потенциалов между отдельными частями подземной линии. Так как трубопроводы имеют высокую проводимость, то на них легко образуются коррозионные гальванопары, имеющие иногда протяженность в десятки и даже сотни метров.

Так как при этом часто создаются большие плотности тока на анодных участках, это сильно увеличивает скорость коррозии. Существенным для развития коррозии оказывается и то, что подземные линии укладываются на такой глубине, где всегда сохраняется некоторая влажность, обеспечивающая течение коррозионных процессов. На глубине заложения трубопроводов температура редко снижается ниже 0 °С, и это также способствует коррозии. Благоприятствует развитию коррозии на подземных трубопроводах и наличие на поверхности труб прокатной окалины, которая далеко не всегда удаляется при очистке.

Установлено наличие прямой зависимости между площадью, подвергающейся коррозии, и глубиной коррозионного разрушения. Это объясняется тем, что на большей поверхности металла существует большая возможность создания более тяжелых коррозионных условий. В частности, этим объясняется, что другие стальные подземные сооружения, помимо трубопроводов, при прочих равных условиях разрушаются электрохимической коррозией медленнее.

Коррозионная агрессивность самих почв определяется их структурой, гранулометрическим составом, удельным электрическим сопротивлением, влажностью, воздухопроницаемостью, рН и др. Обычно коррозионную агрессивность грунта по отношению к углеродистым сталям оценивают по удельному электрическому сопротивлению грунта, средней плотности катодного тока при смещении электродного потенциала на 100 мВ отрицательнее коррозионного потенциала стали, градиенту естественных потенциалов свободной коррозии на участке трубопровода.

### Коррозия блуждающими токами от источников постоянного тока

Блуждающие токи – это токи антропогенного происхождения, протекающие в земле и в подземных металлических конструкциях. Такие токи возникают за счет утечек в землю токов эксплуатируемых устройств и сооружений, работающих на постоянном токе, в частности железных дорог на постоянном токе, электросварочных аппаратов, систем катодной защиты сторонних объектов и т.д., и т.п. Как известно, электрический ток всегда стремится двигаться по пути наименьшего сопротивления, поэтому при наличии в зоне распространения блуждающих токов в земле подземных протяженных металлических трубопроводов, электропроводность которых в разы больше электропроводности почвы, блуждающий ток будет протекать именно по ним. В наиболее удачном месте (с точки зрения того же самого принципа наименьшего сопротивления) блуждающий ток стечет с трубопровода обратно в землю и вернется к своему источнику. При этом участок трубопровода, из которого блуждающий ток выходит в землю, является анодом, а та часть трубопровода, где блуждающий ток попадает в него, является катодом. На анодных участках блуждающие токи повышенной плотности вызывают значительные коррозионные повреждения трубопроводов. Скорость коррозии на них практически не ограничена и может достигать гигантских значений 10-20 мм/год.

### Коррозия блуждающими токами от источников переменного тока

Данный вид коррозии встречается в местах сближения и параллельного следования ВЛ напряжением 110 кВ и выше и магистральных трубопроводов.

### Коррозионное растрескивание под напряжением (КРН), или стресс-коррозия

Коррозионное растрескивание под напряжением в магистральных трубопроводах (в основном газопроводах) развивается в результате одновременного воздействия на металл коррозионной среды и растягивающих напряжений. Благодаря проведенным исследованиям в настоящее время сформировалась водородно-коррозионная теория развития КРН в трубопроводах.

Формирование и развитие микротрещин в металле происходит в результате наводораживания трубной стали в местах дислокаций и вакансий кристаллической решетки и роста в них внутреннего давления до значений, превышающих эквивалент энергии связи атомов решетки. Само наводораживание происходит вследствие протекающих процессов диффузии протонов ( $H^+$ ), образующихся в результате гидролиза воды при повышенных потенциалах катодной защиты, диссоциации ряда неорганических соединений, таких, как гидрокарбонаты, гидросульфиды и сульфиды, нитраты, аммонаты, фосфаты и т.д., жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих организмов [3].

После раскрытия трещин на поверхности трубы в местах повреждения изоляционного покрытия трубопровода происходит ускорение трещинообразования за счет коррозионного влияния электролита грунта, проникающего в трещины.

Конечный этап деструкции (включая долом трещин) контролируется условиями механической нагрузки на трубопровод, напряженно-деформированным состоянием трубной стали, а также ее прочностными характеристиками.

#### Микробиологическая коррозия

Микробиологической коррозией (или биокоррозией) называют коррозию металла, которая возникает в результате жизнедеятельности микроорганизмов. В почвах и природных поверхностных водах содержится огромное количество микроорганизмов – бактерии, грибки, водоросли, простейшие и т.д.

В настоящее время установлено: коррозию металла инициируют в большинстве случаев именно бактерии из-за высокой скорости их размножения и активности в химических преобразованиях окружающей среды. Для протекания процесса микробиологической коррозии вызывающие её бактерии должны находиться во влажной или водной среде, также им нужен азот, минеральные соли и ряд других элементов. Необходимо наличие вполне определённых внешних условий, при которых они начинают активно размножаться вблизи трубопровода, таких, как:

- температура;
- давление;
- освещённость;
- концентрация водородных ионов;
- концентрация кислорода.

Микроорганизмы могут вызывать коррозию путём продуцирования веществ, вызывающих коррозию (например, кислот), создавая условия, которые обуславливают появление на поверхности металла разности потенциалов и образования дополнительных анодных и катодных зон с дальнейшим протеканием коррозионного процесса по электрохимическому механизму.

В случае магистральных трубопроводов наиболее часто встречается микробиологическая коррозия, инициируемая сульфатвосстанавливающими бактериями. Под действием этих бактерий на трубах образуются отдельные каверны. Продукты коррозии имеют чёрный цвет и запах сероводорода. Они содержат около 40% двухвалентного железа и 5% серы в виде сульфидов. Сульфатвосстанавливающие бактерии присутствуют практически во всех грунтах, но заметный коррозионный процесс происходит только тогда, когда присутствует их относительно большое число.

#### **Защита трубопроводов от коррозии**

Имеется большое количество методов защиты трубопроводов от коррозии [4]. Они основаны на том, чтобы металл, из которого сделаны трубы, вступил в реакцию с вводимыми веществами и растворами. В результате образуется небольшая пленка, которая обеспечивает защиту.

Выделяют следующие способы защиты трубопроводов от коррозии:

#### Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии

Трубопроводы данным методом обрабатываются уже много лет. Для этой цели используются растворы электролитов. Благодаря данному методу на металлической поверхности труб появляется плотная защитная пленка высокой прочности. Она не дает агрессивной среде проникнуть в глубокие слои труб. Эффект защиты сохраняется на длительный период.

#### Катодная защита трубопроводов от коррозии

Данный процесс представляет собой использование электрического тока. Он подается в постоянном режиме, чтобы пленка для защиты металла не разрушалась.

#### Протекторная защита от коррозии трубопроводов

Данный способ защиты является одним из самых распространенных. Она является самой доступной и малозатратной. Ведь для ее воплощения нет необходимости тратить электрический ток. Этот метод заключается в нанесении на поверхность любых труб из металлов сплавов других элементов, которые образуют на их поверхности плотную защитную пленку. Благодаря ей все процессы окисления прекращаются. Для этой цели используются сплавы многих металлов: магния, цинка. В некоторых ситуациях применяется алюминиевый сплав. Данный метод подходит для того, чтобы защищать трубы, которые располагаются под землей.

#### Анодная защита от коррозии трубопроводов

Данный защитный метод основан на методе анодирования. Он нечасто используется по причине того, что является неэкономичным. Для него постоянно требуется подача электрического тока, что приводит к увеличению денежных и энергетических затрат.

У всех методов защиты трубопроводов имеется большое количество достоинств. Они заключаются:

- в увеличении уровня прочности труб,
- увеличении уровня устойчивости к влиянию агрессивной среды,
- продлении срока службы трубопроводов самых разных типов,
- увеличении твердости поверхности труб и внутри и снаружи.

Благодаря всем методам защиты удастся обеспечить длительную эксплуатацию всех трубопроводов. Они дают им возможность прослужить не мене десятка лет.

### **Библиографический список**

1. СП 28.13330.2012.
2. ГОСТ Р 51164-98\*. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии.
3. 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: сб-к материалов XXIV Междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 69 – 73.
4. СП 2.05.06-85. Защита трубопроводов от коррозии.

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ КОРРОЗИИ ЛИТИЯ В НЕВОДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ СИСТЕМАХ

М.Д. Чекунова, В.Г. Клеков, А.И. Шамов

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Изучено коррозионное поведение литиевого электрода в растворах гексафторарсената лития в метилацетате и тетрагидрофуране посредством исследования состава и свойств коррозионной среды, меняющейся в процессе коррозии. Коррозия литиевого электрода проявляется в образовании на нем пленок, качество которых может быть косвенным способом исследовано при циклировании литиевого электрода.

**Ключевые слова:** коррозия, гексафторарсенат лития, тетрагидрофуран, метилацетат, циклирование.

Применение литиевых аккумуляторов позволило подойти к решению современных проблем автономного энергоснабжения как для задач стратегического назначения, так и в потребительской сфере [1, 2]. Кроме этого, загрязнение углекислым газом от автомобильного транспорта может быть уменьшено использованием электромобилей или гибридных автомобилей, работающих на литиевых аккумуляторах, вместо автомобилей с двигателем внутреннего сгорания [3].

Металлический литий является перспективным материалом для отрицательного электрода литиевых источников тока вследствие его уникальной удельной емкости (3860 мАч/г), простоты и технологичности изготовления [4]. Литий – очень активный металл, который вступает в реакции как с апротонными диполярными растворителями (АДР), так и с неорганическими соединениями, применяемыми в качестве электролитов для литиевых химических источников тока, а также примесями, содержащимися в растворителях. Литий, длительное время контактирующий со многими растворителями и электролитными системами на их основе, сохраняет свой металлический блеск, и при этом не наблюдается и изменения цвета раствора [5], что обусловлено образованием пленки, которая формирует защитные слои на литии, способные проводить литиевые ионы и предохранять электролит от восстановления. Пассивные пленки образуются очень быстро и определяют электродную кинетику литиевого осаждения, сопротивление границы раздела литий – раствор, его однородность и толщину, распределение тока по этой поверхности. Предложен ряд моделей для описания строения и электрических свойств пассивирующих пленок [6]. Таким образом, литий в растворах АДР всегда покрыт пленками, представляющими собой продукты коррозии лития с электролитными растворами.

При изучении коррозионного поведения литиевого электрода необходимо также принимать во внимание электрохимические свойства электролита – коррозионной среды для лития – такие, как электропроводность и электрохимическая стабильность, обуславливающие эксплуатационные характеристики источника энергии [7].

Для исследования коррозии является удобным изучение сопротивляемости металла коррозии с помощью исследования состава и свойств коррозионной среды, меняющейся в процессе коррозии [8]. Процессы, происходящие в источнике тока при хранении, проявляются в изменении физико-химических характеристик электролитных растворов вследствие накопления продуктов взаимодействия электролита и электродного материала. Для исследования сохранности электролитных растворов на основе неводных растворителей были выбраны следующие параметры, наиболее чувствительные к наличию примесей: содержание воды, содержание перекисей, электропроводность, область потенциалов разложения.

В работе исследовались растворы  $\text{LiAsF}_6$  в метилацетате (МА) и тетрагидрофуране (ТГФ), характеризующиеся высокими значениями электропроводности. Исследуемый электролитный раствор заливался в ячейку специальной конструкции, куда предварительно помещался литиевый электрод. Приготовление, хранение электролита и взятие проб для исследования параметров, характеризующих сохранность электролита, проводилось без контакта с атмосферой в боксе, осушенном  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Очистку растворителей осуществляли согласно методике, изложенной в [9]. Наличие пероксидов и содержание воды в электролитах проверялось по методикам, описанным в [10]. Методики измерения электропроводности электролитов на установке, включающей автоматический цифровой мост переменного тока Р-5083, и потенциалов разложения исследуемых растворов на потенциостате ПИ-50-1 представлены в [11].

При увеличении сроков хранения исследуемых электролитов наблюдается тенденция повышения содержания воды и, как следствие, снижение значений удельной электропроводности. По сравнению с вольтамперограммами свежеприготовленных электролитов на кривых растворов, хранившихся несколько месяцев, появляются дополнительные всплески тока, свидетельствующие о накоплении продуктов разложения электролитных растворов. Появление примесей вызывает сужение области стабильности растворов. После двух месяцев хранения исследуемые растворы приобретают красноватое окрашивание, что соответствует увеличению содержания перекисных соединений в растворах. Хранение растворов гексафторарсената лития в метилацетате и тетрагидрофуране более 6 месяцев приводит к появлению в растворе красно-бурого осадка, связывающего перекисные соединения. Таким образом, растворы  $\text{LiAsF}_6$  в эфирных растворителях – метилацетате и тетрагидрофуране претерпевают в течение 8 месяцев хранения значительные изменения вследствие их взаимодействия с литиевым электродом.



С другой стороны, коррозия лития проявляется также при инкапсулировании. В результате инкапсулирования [12] часть лития теряется для дальнейшей работы, поскольку при катодном осаждении лития на нем нарастает пассивная пленка, обволакивающая отдельные микрочастицы лития и останавливающая электронный контакт с основой электрода. Поэтому косвенным методом исследования коррозии лития является изучение его циклируемости. Хорошая циклируемость литиевого электрода обеспечивается в том случае, если на свежесаживаемом литии образуется полимерная пленка с высокой проводимостью по иону лития, не нарушающая его контакта с подложкой, а этого можно достичь, экспериментально подбирая состав электролита и условия циклирования.

Таким образом, коррозия литиевого электрода проявляется в образовании на нем пленок, качество которых может быть косвенным способом исследовано при циклировании литиевого электрода с привлечением данных об устойчивости электролитных растворов, в которых происходит хранение лития.

### Библиографический список

1. Izutsu K. *Electrochemistry in Nonaqueous Solutions*. – Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2002. – 330 p.
2. Xu K. Non aqueous liquid electrolytes for lithium-based rechargeable batteries // *Chem. Rev.* 2004. V.104. P. 4303 – 4417.
3. Scrosati B., Garche J. Lithium batteries: Status, prospects and future // *Journal of Power Sources*. 2010. V. 195. P. 2419 – 2430.
4. Кильдиярова Г.А. Циклируемость литиевого электрода в жидких и полимерных электролитных системах: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Уфа: ИОХ УНЦ РАН, 2002. – 21 с.
5. Кедринский И.А., Дмитриенко Б.Е., Поваров Ю.М., Грудянов И.И. *Химические источники тока*. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1983. – 247 с.
6. Демахин А.Г., Овсянников В.М., Пономаренко С.М. *Электролитные системы литиевых ХИТ*. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1993. – 220 с.
7. Карапетян Ю.А., Эйчис В.Н. *Физико-химические свойства электролитных неводных растворов*. – М.: Химия, 1989. – 256 с.
8. Пустов Ю.А., Ракоч А.Г. *Коррозионные и жаростойкие материалы* М.: МИСИС, 2013. – 128 с.
9. Тюнина Е.Ю., Чекунова М.Д. *Электрохимические свойства растворов  $\text{LiAsF}_6$  в малополярных апротонных растворителях* // *Электрохимия*, 2015. – Т. 51. № 1. – С. 38–46.
10. Гордон А., Форд Р. *Спутник химика* / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 541 с.
11. Тюнина Е. Ю., Чекунова М. Д., Афанасьев В. Н. *Электрохимические характеристики растворов тетрафторбората тетраэтиламмония в пропиленкарбонате* // *Электрохимия*. 2013. Т. 49. № 5. С. 509–514.
12. Скундин А.М. *Литий-ионные аккумуляторы: современное состояние, проблемы и перспективы* // *Электрохимическая энергетика*. – 2001. – Т. 1. № 1, 2. – С. 5–15.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЖИГОВОГО МАТЕРИАЛА С КРУПНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ НА СТЕКЛООБРАЗНОМ ПОРИЗОВАННОМ СВЯЗУЮЩЕМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»

**В.Т. Ерофеев, С.А. Коротаяев**

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

### **Аннотация**

Обжиговые материалы с крупным пористым наполнителем эффективны в качестве долговечных и экологических теплозащитных материалов. В статье представлены результаты исследований, направленных на получение обжигового материала с крупным пористым наполнителем. В результате проведенных исследований получен обжиговый материал с крупным пористым наполнителем (керамзитовым гравием) на безусадочном поризованном стеклообразном связующем. Учитывая физико-технические характеристики материала, его можно рекомендовать к использованию в качестве утеплителя в конструкциях наружных стен и полов по грунтовому основанию.

**Ключевые слова:** обжиговый материал, крупный пористый наполнитель, поризованное стеклообразное связующее.

Принятые и реализуемые в настоящее время в мировой строительной практике принципы «Зеленого строительства» предъявляют определенные требования к используемым и разрабатываемым строительным материалам. Эти требования направлены на сокращение потребления энергетических ресурсов, снижение вредных воздействий на окружающую среду в процессе строительства и эксплуатации здания, включая придомовую территорию, при обеспечении комфортной среды обитания человека и адекватной экономической рентабельности архитектурных, конструктивных и инженерных решений [1].

С точки зрения выполнения перечисленных требований перспективным, на наш взгляд, является применение в строительстве материалов с крупными пористыми наполнителями на высокотемпературных (обжиговых) связках [2, 3]. В данной связи авторами статьи проведены исследования, направленные на разработку технологии получения обжигового материала с термостойким наполнителем на стеклообразном поризованном связующем. Предложена каркасная технология изготовления такого материала.

Известна каркасная технология получения безобжиговых материалов [4], включающая предварительное склеивание зерен крупного наполнителя друг с другом в прочный каркас с последующим заполнением пустот полученного каркаса отверждаемым связующим. В отличие от известной,

разработанная каркасная технология обжигового материала включает следующие операции: вначале в форме склеивают каркас из зерен крупного термостойкого заполнителя с помощью термостойкой клеевой связки (связующего), а после отверждения клеевой связки в процессе низкотемпературной обработки (сушки) пустоты полученного каркаса заполняют другим термостойким связующим, которое отверждается в пустотах каркаса при последовательно проводимых операциях сушки и обжига.

В проведенных исследованиях по разработке каркасного обжигового материала в качестве клеевой связки каркаса использовалось натриевое жидкое стекло. Известно, что жидкостекольное связующее без отвердителей приобретает водостойкость при термообработке выше 900 °С [4]. Однако проведенными экспериментами установлено [5], что нагрев склеенного жидким стеклом каркаса из зерен термостойкого заполнителя выше температуры 800 °С приводит к стеканию связующего и впитыванию его поверхностью заполнителя (в случае использования пористого заполнителя) вследствие значительного снижения вязкости связующего. Модификация жидкого стекла добавкой трепела увеличивает его вязкость, но незначительно. Таким образом, жидкостекольное связующее при высокотемпературной обработке (обжиге) не позволяет сформировать слой водостойкого связующего достаточной толщины на поверхности зерен заполнителя. Поэтому при разработке технологии каркасного обжигового материала наряду с жидкостекольным связующим использовалось второе связующее в виде водной суспензии порошка стекла из молотых отходов стеклобоя, которой пропитывался склеенный жидким стеклом и отвержденный в процессе сушки каркас. Выбор в качестве второго связующего суспензии порошка стекла обусловлен наличием у дисперсного стекла ионообменных свойств и химической активности, позволяющих использовать его при определенных условиях в качестве вяжущего [6] и тем, что порошок стекла при нагреве способен выполнять роль высокотемпературного связующего. Таким образом, для получения материала с крупным заполнителем на обжиговой связке по каркасной технологии использовали два связующих, т.е. комплексное связующее. В качестве крупного заполнителя использовали керамзитовый гравий фракций 5–10 мм насыпной плотностью 530 кг/м<sup>3</sup> и фракций 10–20 мм насыпной плотностью 312, 425, 780 кг/м<sup>3</sup>.

Предлагаемая технология получения обжигового материала на основе выбранных материалов включает следующие операции: смешивание заполнителя (керамзита) с жидким стеклом, укладка приготовленной каркасной смеси в форму, отверждение жидкостекольного связующего каркаса в форме в процессе сушки при температуре 60–80 °С с целью получения прочного каркаса, извлечение каркаса из формы и пропитка его водной суспензией порошка стекла, размолотого до остатка на сите с сеткой № 0063 5-6 %, сушка пропитанного каркаса при температуре 60–80 °С, обжиг пропитанного и высушенного каркаса при температуре 740–780 °С, охлаждение обожженного изделия в остывающей печи.

В процессе последовательно проводимых операций сушки и обжига отформованного материала при взаимодействии жидкостекольного связующего и частиц стеклопорошка формируется поризованное стеклообразное связующее (фото 1), связывающее зерна крупного заполнителя.



Фото 1. Вид связующего на поверхности зерна крупного заполнителя из керамзитового гравия

Диаметр пор стеклообразного связующего, определенных микроскопическим исследованием, составляет 0,02 – 0,50 мм. Вследствие поризации связующего в процессе обжига происходит незначительное увеличение его объема. При этом зерна крупного заполнителя получают некоторую раздвижку. Таким образом, поризованное стеклообразное связующее является своего рода матрицей, в которую включены зерна крупного заполнителя. Структуру таких материалов принято называть каркасно-матричной. Теоретическое обоснование механизма синтеза полученного при проведении экспериментов поризованного стеклообразного связующего из компонентов предлагаемого комплексного связующего в процессе последовательно проводимой термообработки на этапах сушки и обжига описано в [7] на основе анализа современных представлений о строении и свойствах щелочных силикатных растворов, описанных в [8], и физико-химических закономерностей поведения щелочных силикатных стекол при взаимодействии с водой, приведенных в [9].

В зависимости от степени заполнения пустот склеенного каркаса суспензией порошка стекла получается крупнопористая или монолитная структура материала (фото 2).



а)



б)



в)

Фото 2. Структура материала: а) крупнопористая, б) монолитная, в) двухслойного поперечного сечения

Полное заполнение пустот отвержденного каркаса концентрированной суспензией стекла на небольшую глубину с лицевой поверхности позволяет сформировать сплошной лицевой слой, имеющий монолитную связь с крупнопористым слоем и выполняющий защитные функции (фото 2, в). Использование материала двухслойного поперечного сечения с наружным сплошным и внутренним крупнопористым слоем целесообразно в том случае, когда необходимо получить прочное сцепление материала со стороны крупнопористого слоя с раствором прослойки, соединяющей крупнопористый слой с основанием.

Средняя плотность, прочность, теплопроводность полученного материала могут существенно различаться в зависимости от характеристик заполнителя и степени заполнения пустот между крупным заполнителем обжиговым связующим. Влияние насыпной плотности заполнителя (керамзит) и структуры материала на его среднюю плотность приведено в табл. 1. Прочность при сжатии находится в пределах 1,5-2,5 МПа. Теплопроводность образца плотностью 730 кг/м<sup>3</sup> имеет значение 0,17 Вт/(м·°С) и сохраняет стабильность в течение длительного времени. Водопоглощение, определенное после кипячения образцов в воде в течение 30 мин, находится в пределах 10,6–24,2 %.

Таблица 1. Влияние насыпной плотности заполнителя (керамзит) и структуры материала на его среднюю плотность

Насыпная плотность керамзита, кг/м <sup>3</sup>	312	425	530	780
Структура материала	Монолитная	Крупнопористая	Двухслойного поперечного сечения	Крупнопористая
Средняя плотность материала, кг/м <sup>3</sup>	454	500	730	846

Учитывая физико-технические характеристики материала, его можно рекомендовать к использованию в качестве утеплителя в конструкциях наружных стен и полов по грунтовому основанию.

В конструкциях наружных стен изделия из разработанного материала в виде блоков крупнопористой структуры могут соединяться гибкими металлическими связями (сетками) с внешними несущим и защитным кирпичными или бетонными слоями, обеспечивая монолитную (однородную) конструкцию стены.

В конструкциях полов по грунтовому основанию разработанный материал целесообразно использовать в виде плит двухслойного поперечного сечения. В этом случае крупнопористый нижний слой обеспечит прочную связь плиты с цементной стяжкой, укладываемой на бетонное основание конструкции пола. Показатель теплоусвоения поверхности пола  $Y_p$  по грунту с теплоизоляционным слоем из плит двухслойного поперечного сечения толщиной 40 мм (расчетные коэффициенты теплопроводности и теплоусвоения плиты соответственно 0,17 Вт/(м·°С) и 3,0 Вт/(м<sup>2</sup>·°С)) с

конструктивными слоями (сверху вниз): линолеум на мастике, цементно-песчаная стяжка, теплоизоляционный слой из разработанного материала, подстилающий слой из бетона класса В 7,5 по результатам расчета  $-Y_{\text{п}} = 9,5$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), что меньше нормативного значения этого показателя для полов жилых зданий  $Y_{\text{п}}^{\text{н}} = 12$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Таким образом, свойствами разработанного материала, позволяющими рекомендовать его к использованию при реализации принципов «Зеленого строительства», являются следующие: долговечность, стабильность теплотехнических свойств, отсутствие вредного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации здания, уменьшенный вес вследствие использования пористых заполнителей и поризованного матричного связующего. При производстве данного материала появляется возможность утилизировать невозвратные отходы стекла.

### Библиографический список

1. ГОСТ Р 54964–2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости.
2. Мизюряев С.А., Мамонов А.Н., Горин В.М. и др. Структурированный высокопористый силикатнатриевый материал повышенной тепло- и термостойкости // Строительные материалы, 2011. – №7. – С. 7 – 9.
3. Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф. и др. Прогрессивная концепция формирования стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке // Строительные материалы. – 2011. – №12. – С. 22 – 24.
4. Каркасные строительные композиты: В 2 ч. Ч.1. Структурообразование. Свойства. Технология / В.Т. Ерофеев, Н.И. Мищенко, В.П. Селяев, В.И. Соломатов. – Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 1995. – 200 с.
5. Ерофеев В.Т., Коротаяев С.А. Структурообразование жидкостекольной связки крупнопористого керамического материала // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С. 62 – 64.
6. Кетов А.А., Пузанов С. Нанотехнологии при производстве пеностеклянных материалов нового поколения // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2010. – №1. – С. 15 – 19.
7. Ерофеев В.Т., Коротаяев С.А. Каркасная технология обжигового материала с заполнителем на стеклообразном связующем // Строительные материалы. – 2014. – № 3. – С. 88 – 91.
8. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла: Жидкое стекло. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1991. – 176 с.
9. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В., Петухова Н.С., Тищенко И.В. Основные физико-химические закономерности получения пористых материалов из техногенных стекол, обводненных в различных условиях // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения, 2012. – № 5. – С. 50–56.



## МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

В.Б. Петропавловская<sup>1</sup>, Т.Б. Новиченкова<sup>1</sup>,  
К.С. Петропавловский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Тверской государственный технический университет, Россия*

<sup>2</sup>*НИУ Московский государственный строительный университет, Россия*

### **Аннотация**

Работа посвящена получению карбонатных безобжиговых композитов на основе местных отходов. Органоминеральный комплекс применялся в целях обеспечения условий для структурообразования карбонатного композита без использования минерального вяжущего. Полученные результаты исследований с использованием математического планирования эксперимента показали возможность получения карбонатного материала на основе техногенных отходов по литьевой технологии. Безобжиговый карбонатный материал может быть использован для изготовления отделочных изделий по упрощенной литьевой технологии.

**Ключевые слова:** известняк, отход, дисперсная система, модификатор, контакты, прочность, плотность.

В мировой экономике проблема сбережения природных ресурсов и сохранения природной среды считается одной из первостепенных. В строительном комплексе она актуальна в первую очередь, что объясняется высокими затратами на разведку, разработку, добычу, доставку и производство строительных материалов на основе природного сырья.

Поэтому необходимо и в России изменить отношение к сбережению ресурсов для будущих поколений за счет использования вторичного сырья и отходов промышленности. Особенно актуальна разработка безобжиговых строительных материалов, которые позволяют существенно сократить как энергетические, так и трудовые затраты в строительной отрасли.

Поскольку карбонатные породы широко используются на территории России и к тому же представлены продуктами различного генезиса, то практический интерес представляют и техногенные отходы. Использование техногенного известняка и доломита при производстве значительного количества высококачественных строительных материалов позволит удовлетворить потребность в эффективных и дешевых видах продукции. Следует отметить, что подобные отходы по своему составу и в целом – качеству – удовлетворяют современным жёстким требованиям по их использованию в промышленности строительных материалов.

Исследователями-материаловедами задача вовлечения отходов и побочных продуктов промышленности рассматривается по-разному [1], однако все большее применение они находят в качестве модификаторов структуры и свойств вяжущих и бетонов [2]. Поэтому на сегодняшнем уровне развития строительного материаловедения в условиях совершенствования методов тонкого химического и структурного анализов

должно уделяться большее внимание изучению механизмов участия добавок, наполнителей в образовании структуры материала, начиная с молекулярного уровня и заканчивая его макроструктурой.

Несмотря на то, что имеется достаточно много теоретических и экспериментальных исследований, касающихся использования отходов в производстве строительных материалов, не всегда в достаточно полной мере эффективно используют их возможности участия в физических и физико-химических превращениях. Не всегда учитывается роль таких факторов, как дисперсность, агрегатное состояние, наличие химически активных фаз (способность к химическому взаимодействию, гидратации, твердению). Зачастую критерием выбора служит химический состав. При таком подходе происходит безвозвратная потеря уникальных свойств вторичного сырья.

Возможность направленного формирования кристаллизационных структур на основе карбонатного техногенного сырья – местного отхода для большинства регионов России открывает перспективы получения высокопрочных строительных изделий непосредственно из низкокачественного сырья с большим содержанием примесей.

Для получения безобжиговых композитов предложен механизм негидратационного твердения [3]. Данный механизм твердения используется в дисперсных системах, когда необходимо для зарождения структуры обеспечить пересыщение без участия этапа гидратации. Достижение пересыщения в результате перекрывания приповерхностных слоев раствора частиц двуводного гипса разных диаметров, например, обеспечивает формирование кристаллизационных контактов [4, 5]. Однако для образования вещества в безобжиговых системах необходимо еще и сблизить частицы для формирования контакта. В качестве технологического приема для этого используется фильтр-прессование, вибро- или полусухое прессование [3, 4, 6].

Данная работа посвящена исследованию возможности получения безобжиговых карбонатных материалов и изделий на основе техногенных минеральных отходов по литьевой технологии, без использования энергозатратных операций – прессования, что позволяет упростить технологию и повысить качество изделий.

В качестве основного сырья использовали техногенный известняк Старицкого месторождения. На первом этапе по методике [2] подбирался оптимальный гранулометрический состав сырьевой смеси, отвечающий требованиям механизма негидратационного твердения. Для получения сырьевой смеси использовались порошки разной степени измельчения, для чего карбонатный отход подвергали помолу в лабораторной шаровой мельнице.

Подобранный оптимальный состав рабочей смеси на основе порошков известняка представлен на рис. 1. Центр кривой распределения частиц по размерам в составе представленной смеси, согласно рисунку, смещен от центра в сторону мелких частиц. Кривая распределения имеет две выраженные моды. Средний размер частиц (в составе оптимизированной с использованием программного комплекса сырьевой смеси) составил 3,75  $\mu\text{m}$  [5]. Исследование гранулометрического состава проводилось с использованием приборов ПСХ - 11 и на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22.

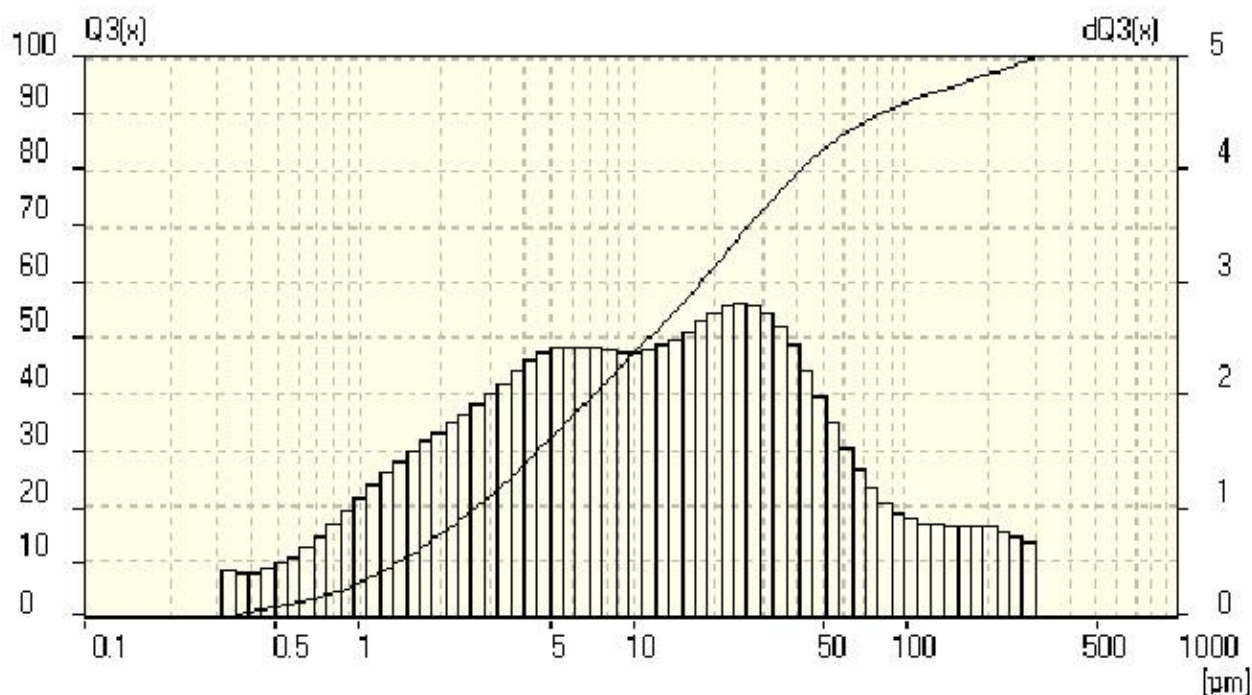


Рис. 1. Распределение частиц по размерам в составе оптимизированной сырьевой смеси на основе техногенных отходов известняка

На втором этапе для проведения экспериментов по исследованию влияния органоминеральной добавки и водотвердого отношения на свойства безобжигового композита был использован двухфакторный планированный эксперимент и составлена матрица планирования.

Зависимость прочности образцов, полученных на основе техногенного известняка, от совместимых некоррелированных факторов (табл. 1), где переменными факторами являются  $X_1$  – содержание комплексной добавки (%), а  $X_2$  – водотвёрдое отношение (В/Т), представлена на рис. 2.

Водосодержание сырьевой смеси варьировалось в пределах от 0,45 до 0,65, а содержание органоминерального модификатора – от 0,5 % до 1,5 %.

Табл. 1. Матрица планирования

№ п/п	$X_1$ Содержание добавки, %	$X_2$ В/Т
1	2	3
1	0,5	0,45
2	1,5	0,45
3	0,5	0,65
4	1,5	0,65
5	0,5	0,55
6	1,5	0,55
7	1	0,45
8	1	0,65
9	1	0,55

В результате проведенной статистической обработки экспериментальных данных по исследованию зависимости предела прочности при сжатии безобжигового карбонатного камня от содержания модификатора и влажности было получено уравнение, описывающее совместное влияние входных параметров:

$$R_{сж.} = 12,171 - 1,69 \cdot X_1 + 1,486 \cdot X_2 - 0,402 \cdot X_1^2 - 0,79 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,308 \cdot X_2^2, \text{ МПа.}$$

Предел прочности при сжатии модифицированного карбонатного композита определяется процентным содержанием комплексной органоминеральной добавки. Испытаниями прочности при сжатии, проведенными на 7-е сутки твердения, установлено, что наибольшую прочность имеют композиты с содержанием добавки 1,5 %. При увеличении содержания добавки от 0,5 до 1,5 % прочность образцов увеличивается от 3,2 до 4,1 МПа. Оказывает влияние и водотвердое отношение. Максимальную прочность имели образцы при В/Т = 0,575 – 4,1 МПа. При дальнейшем повышении В/Т от 0,575 до 0,65 прочность образцов снижается до 3,2 МПа при оптимальном содержании добавки 1,5 %. Введение добавки позволяет обеспечить основные условия негидратационного твердения без использования технологии прессования.

Таким образом, полученные результаты показывают возможность получения безобжигового карбонатного материала на основе техногенных отходов по литьевой технологии, удовлетворяющего техническим требованиям, предъявляемым к отделочным изделиям.

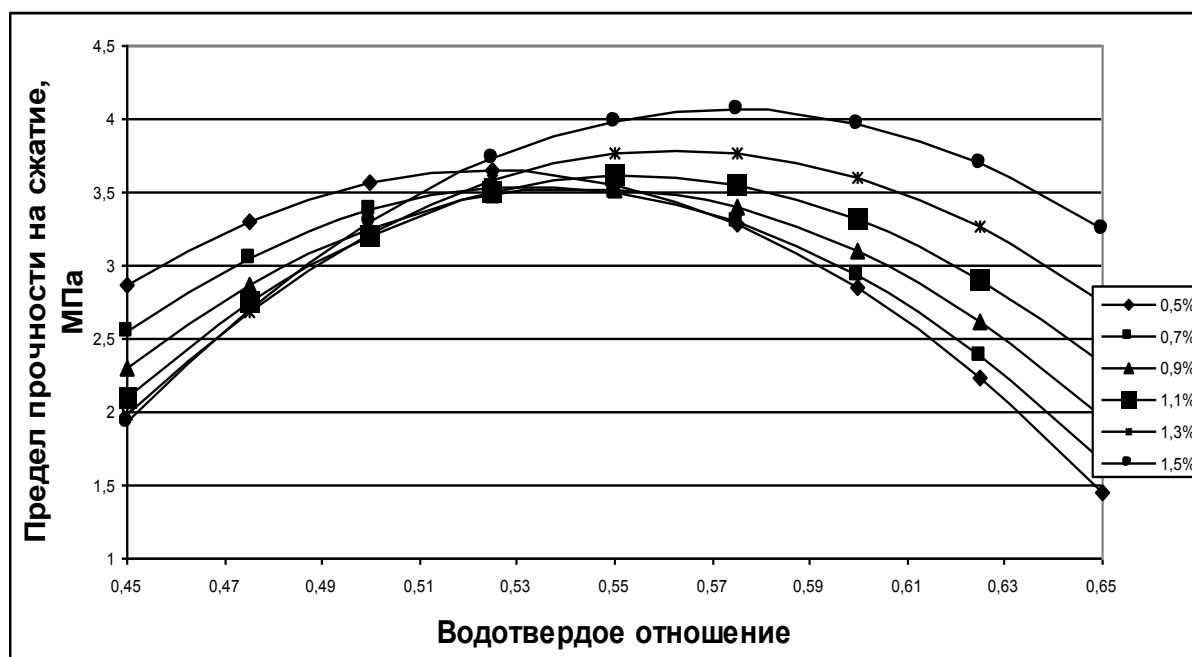


Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии безобжигового карбонатного материала от водотвердого отношения и комплексной органоминеральной добавки

## Библиографический список

1. Тараканов, О.В. Применение активных наполнителей на основе вторичного сырья в производстве строительных материалов / О.В. Тараканов, А.А. Краснощеков, Е.В. Пашанина, Т.В. Пронина // Сб-к материалов науч.-практ. конф. ПГУАС. – Пенза, 2003. – С. 238–241.
2. Добшиц, Л.М. Кинетика набора прочности цементного камня с модифицирующими добавками Биотех-НМ и Glenium 51 / Л.М. Добшиц, О.В. Кононова, С.Н. Анисимов // Цемент и его применение. – 2011. – № 4. – С. 104–107.
3. Полак, А.Ф. О возможности формирования кристаллизационных структур на основе двугидрата сульфата кальция /А.Ф. Полак, И.М. Ляшкевич, В.В. Бабков, Г.С. Раптунович, Р.А. Анваров // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1987. № 10. – С. 60.
4. Петропавловская, В.Б. Малоэнергоемкие гипсовые строительные композиты: монография / В.Б. Петропавловская, В.В. Белов, Т.Б. Новиченкова / Тверской гос. технический университет. Тверь, 2014.
5. Петропавловская, В.Б. Ресурсосберегающие безобжиговые гипсовые композиты / В.Б. Петропавловская, В.В. Белов, Т.Б. Новиченкова, А.Ф. Бурьянов, Ю.Ю. Полеонова, К.С. Петропавловский // Строительные материалы. – 2015. – № 6. – С. 79 – 81.
6. Петропавловская, В.Б. К вопросу упрочнения гипсовых изделий / В.Б. Петропавловская, Т.Б. Новиченкова, К.С. Петропавловский, А.Ф. Бурьянов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2015. – № 1 (192). – С. 15 – 17.

## РАЗДЕЛ 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

УДК 697.91

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ AUTODESK MEP ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

**Ф.А. Ваганов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

#### **Аннотация**

В данной статье будет рассказано о применении программы Autodesk MEP для моделирования систем вентиляции, кондиционирования, трубопроводов, сантехники, электричества и других видов инженерных систем.

**Ключевые слова:** архитектура, вентиляция, электрические системы.

Добро пожаловать в AutoCAD MEP, основанную на AutoCAD программу разработки проектной и конструкторской документации, предназначенную для инженеров, проектировщиков и чертежников в области кондиционирования и водоснабжения, электрических и санитарно-технических сетей.

Программа AutoCAD MEP предназначена для проектирования вентиляционных, электрических, трубопроводных и санитарно-технических систем в строительной индустрии. Она содержит:

- каталоги чертежных объектов, представляющих собой реальные элементы инженерных систем, соединение которых между собой возможно с использованием интеллектуальных функций;
- инструменты, характерные для машиностроительной, электротехнической и санитарно-технической дисциплин, такие, как инструменты анализа для определения размеров систем, позволяющие обеспечить оптимальные характеристики;
- общие инструменты проектирования, которые могут использоваться в трех дисциплинах:
  - инструменты управления проектами, которые объединяют проекты инженерных систем с архитектурными планами здания;
  - инструменты для определения настроек проектирования, управляющие внешним видом и поведением объектов;
  - шаблоны чертежей с базовыми, основанными на стандартах параметрами, позволяющими освоить работу программы.

Программа может использоваться для всестороннего проектирования систем для планов промышленных, офисных и жилых зданий [1].

Программа AutoCAD MEP содержит инструменты, позволяющие создавать очень сложные проекты. При всей сложности этой программы



существует базовая технология ее использования. На рис. 1 приведены ссылки на разделы, содержащие детализированные планы действий по проектированию механических, электрических и сантехнических систем.

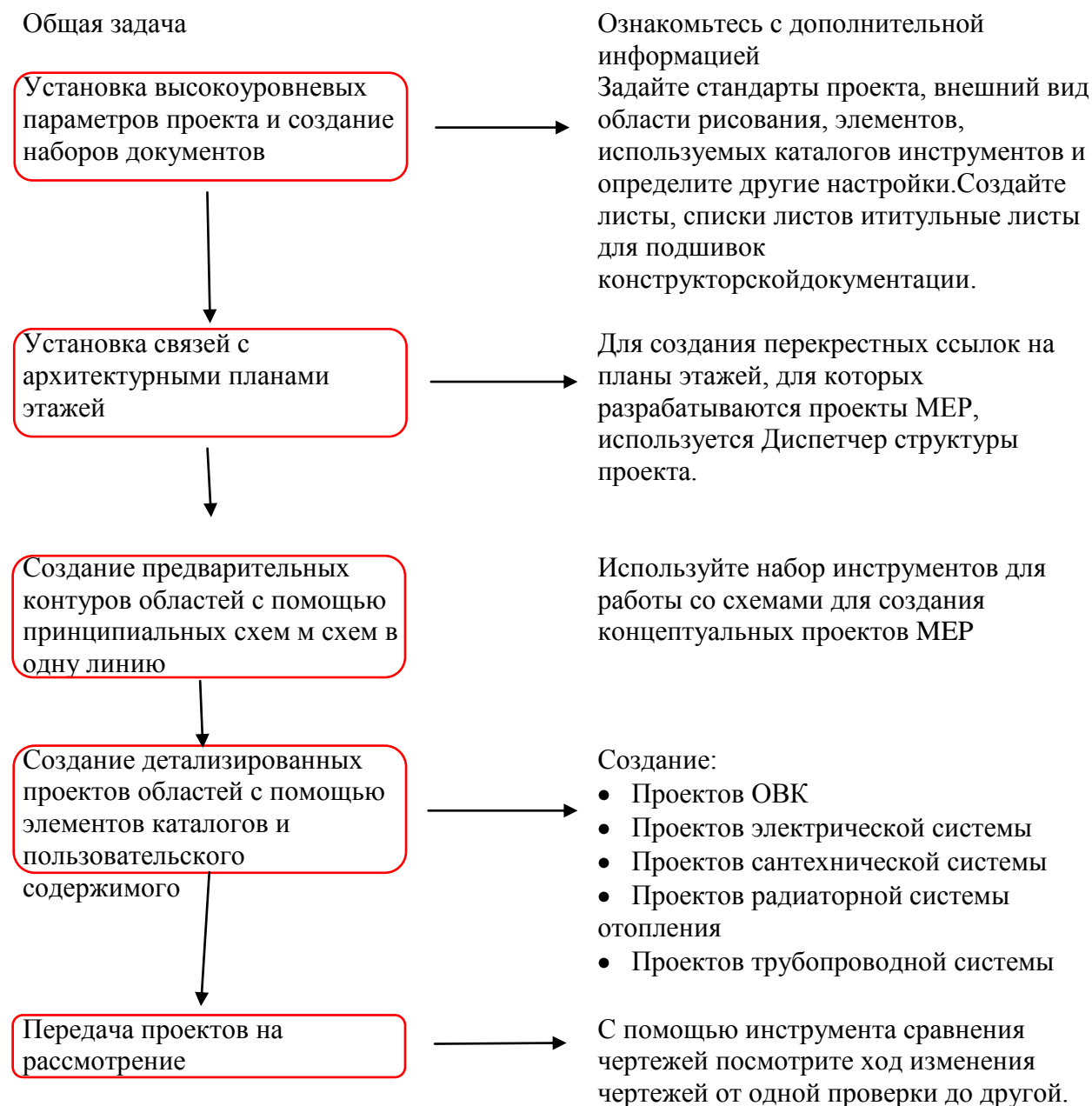


Рис. 1. Детализированные планы действий по проектированию механических, электрических и сантехнических систем

AutoCAD MEP представляет собой объектное приложение САПР. При проектировании в приложении используются большие коллекции объектов, представляющие реальные компоненты вентиляционных, электрических и водопроводных систем. К таким объектам относятся сегменты воздуховодов, трубопроводов, кабельных лотков и водопроводов; фитинги всех типов и оборудование, такое, как установки кондиционирования воздуха, электрические трансформаторы и питьевые фонтанчики. В программе такие объекты называются мультимедийными элементами.

Объекты AutoCAD MEP состоят из отрезков, дуг и других стандартных объектов AutoCAD, но они также содержат информацию, позволяющую им функционировать как реальные компоненты, которые ими представлены, интеллектуально взаимодействовать друг с другом и отображаться в двумерном (2D) или трехмерном (3D) контексте. Объекты имеют специальные точки соединения, называемые соединителями. Они позволяют интеллектуально соединять объекты друг с другом и передавать данные, такие, как форма, размер и система [1]. Например, можно вставить в чертеж системы ОВК камеру переменного объема воздуха, а затем прочертить воздуховод от одного из его соединителей. При прочерчивании воздуховода программа определяет размер и форму соединителя камеры переменного объема воздуха и строит соответствующий сегмент воздуховода, как показано на иллюстрации (рис. 2).

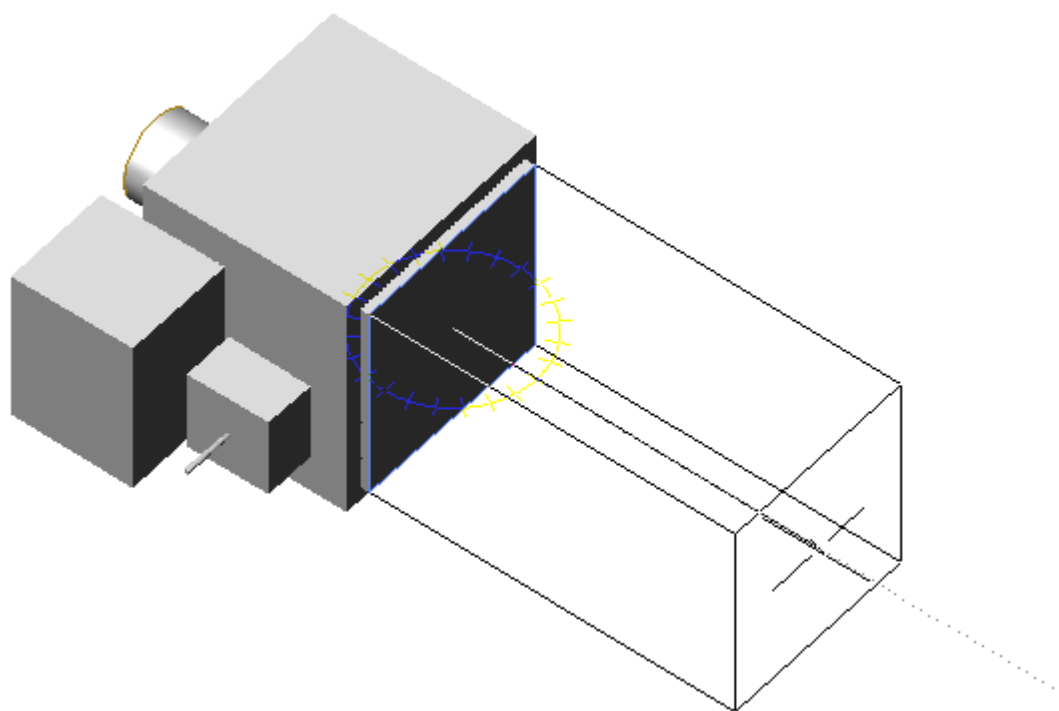


Рис.2. Построение воздуховода от камеры переменного объема воздуха

В продолжение примера можно прочертить и соединить дополнительные сегменты воздуховода, фитинги и оборудование ОВК, для которых выполняются интеллектуальные соединения тем же образом. При выполнении этих операций программа вставляет и корректирует объекты участков, сохраняя их соединение друг с другом. Например, при трассировке сегментов воздуховода она вставляет фитинги соответствующего размера. Также она вставляет соответствующие фитинги-переходы при изменении размера сегмента.

Способность программы обнаружить атрибуты объекта и действовать соответствующим образом для сохранения связности в системе является важной особенностью программы. Программа позволяет быстро проектировать полностью соединенные системы и сохраняет связность систем при их изменении.

Программа AutoCAD MEP включает объекты, которые содержат сотни соответствующих отраслевым стандартам фитингов и мультивидовых элементов.

Объекты систематизированы и объединены в каталоги элементов, доступ к которым осуществляется при добавлении или изменении объектов на чертежах.

Следующие каталоги элементов имеются как для британских, так и метрических единиц измерения:

- воздуховод;
- кабельный лоток;
- короб;
- мультивидовые элементы для всех инженерных систем;
- труба.

В состав программы также входят дополнительные элементы проектирования для объектов, зависящих от стилей: электрические устройства и панели, сантехнические фитинги и клапаны, а также условные обозначения.

AutoCAD MEP содержит инструменты, с помощью которых выполняется систематизация и автоматизация процедур, относящихся к построению модели здания и составлению документации:

- диспетчер проектов – данный инструмент служит для создания проектов и задания основных данных о проекте и параметров проекта, таких, как номер проекта, имя проекта и местоположение файлов инструментальных палитр и библиотеки элементов, используемых в проекте;

- диспетчер структуры проекта – данный инструмент используется для выполнения специальных задач проекта, таких, как определение ярусов и секций здания, создание проектных чертежей и создание листов для вывода на печать.

При управлении проектом с помощью диспетчера проектов и диспетчера структуры проекта поддерживается единообразие всех аспектов проекта. Каждый участник проектной группы работает с централизованной средой проекта, из которой выполняется доступ к большей части текущих данных, инструментов и документов: от шаблонов проекта до комплексных видов и конструкторской документации.

В AutoCAD MEP имеется шесть рабочих пространств («ОВК», «Трубопроводы», «Электрооборудование», «Сантехника», «Схемы» и «Архитектура»). После начальной установки рабочим пространством по умолчанию является рабочее пространство «ОВК». Однако пользователь может изменить рабочее пространство, принимаемое по умолчанию.

Рабочие пространства представляют собой конфигурации элементов пользовательского интерфейса, которые определяют панели ленты, отображаемые в окне чертежа. Например, рабочее пространство определяет, являются ли окно инструментальной палитры и окно командной строки плавающими или же они прикрепляются к определенным сторонам окна приложения.

При работе в организации широкого профиля и выполнении нескольких различных задач проектирования, таких, как разработка системы ОВК и трубопроводной системы, использование рабочих пространств особенно удобно. Их можно использовать для сохранения конфигураций пользовательского интерфейса, подготовленного для выполнения разных задач. После создания рабочих пространств при необходимости можно быстро переключаться между ними (рис. 3).

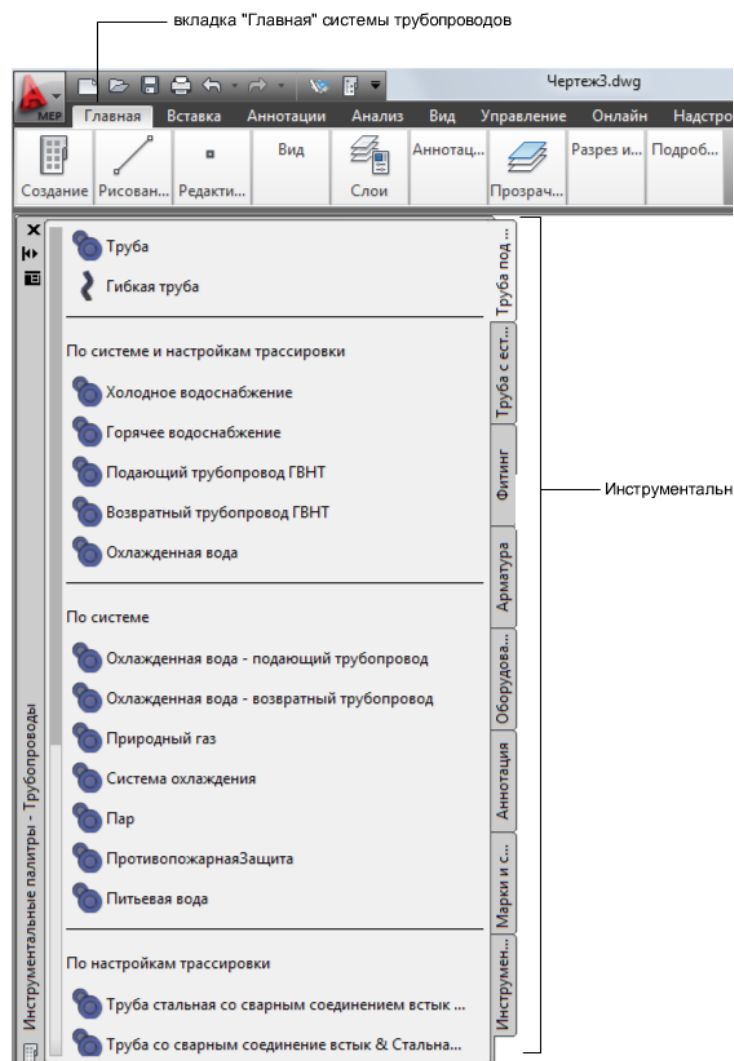


Рис.3. Пример рабочего пространства «Трубопроводы»

В AutoCAD MEP входят предварительно созданные рабочие пространства для нескольких областей разработки инженерных систем (таблица).

## Рабочие пространства в AutoCAD MEP, используемые по умолчанию

<b>Рабочее пространство</b>	<b>Описание</b>
ОВК	Настроено для проектирования систем ОВК. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы с инструментами ОВК. Отображается группа инструментальных палитр «ОВК».
Трубопроводы	Настроено для проектирования трубопроводных систем. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы с трубопроводной системой. Отображается группа инструментальных палитр «Трубопроводы».
Электрооборудование	Настроено для проектирования электрических систем. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы с электрической системой. Отображается инструментальная палитра «Электрооборудование».
Сантехника	Настроено для проектирования сантехнических систем. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы с сантехнической системой. Отображается группа инструментальных палитр «Сантехника».
Схемы	Настроено для разработки принципиальных схем. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы с системой «Схемы». Отображается инструментальная палитра «Схемы».
Архитектура	Настроено для проектирования архитектурных планов. Вкладки ленты содержат инструменты и команды для работы над архитектурным проектом. Отображается группа инструментальных палитр "Архитектура".

Данный программный продукт рекомендуется использовать для обучения по специальностям «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Водоснабжение и водоотведение».

### Библиографический список

1. Руководство пользователя программным продуктом AutodeskMEP. – 2012. Март 2011. 1498 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

**Н.С. Казачек, Т.В. Корюкина**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Проведен анализ современных требований к проектированию систем отопления с учетом правовых норм, применения современных способов энергосбережения зданий и практического опыта зарубежных стран по данному направлению. Внедрение инновационных технологий проектирования систем отопления в процесс подготовки бакалавров и магистров.

**Ключевые слова:** энергосбережение, проектирование, федеральный закон, энергопотребление зданий, автоматическое регулирование, диспетчеризация, автоматизация, учебный процесс.

Энергосбережение является одной из приоритетных задач государственной энергетической политики в настоящее время. Энергетические и топливные ресурсы дорожают, поэтому расходовать их нужно экономно и эффективно. Если сравнить удельный показатель потребления тепловой энергии на системы теплоснабжения в России и северных европейских странах (Швеции и Финляндии), то мы увидим, что у нас он выше в 3 – 4 раза.

После того как был принят закон 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» [1], в России началось проектирование и строительство энергоэффективных зданий. Энергоэффективные здания строят с применением энергосберегающих технологий и материалов, и инженерное оборудование таких зданий имеет свои отличия. Системы жизнеобеспечения (отопление, вентиляция) в энергоэффективных зданиях должны иметь меньший удельный расход энергии. Каждому объекту следует делать проект индивидуально, учитывая назначение здания и его инженерные системы [2].

Уменьшить потребление энергии зданиями можно тремя способами: уменьшить теплопотери оболочкой здания; стимулировать потребителей экономить тепловую и электрическую энергию; применять энергоэффективные инженерные системы.

В настоящее время после принятия новых требований к показателям теплозащиты наружных ограждений удалось значительно снизить теплопотери здания (примерно на треть), а также было установлено, что дальнейшее повышение требований к теплозащите зданий нецелесообразно: затраты на это не окупятся. Поэтому для решения задачи энергоэффективного использования теплоты на нужды теплоснабжения зданий необходимо обратить особое внимание на качественную эксплуатацию инженерных систем.

В зданиях, построенных с учетом современных требований к тепловой защите, потери тепла с вентиляционным воздухом часто превышают 50...70%



от общих теплопотерь здания. В случае общественных зданий эта величина возрастает до 100% и более, а в промышленном сегменте этот показатель может превысить 200–300 %. Таким образом, проведение энергосберегающих мероприятий в системах вентиляции является актуальной задачей. Одним из системных подходов является экономия энергоресурсов с помощью рекуперативных и регенеративных теплообменников, что позволяет снизить теплопотери с вентиляционным воздухом до 5%.

Другой путь экономии – это применение автоматического регулирования подачи воздуха в зависимости от температуры в помещении, количества людей и выделяющихся вредностей.

Разработано множество различных технологий утилизации теплоты в системах отопления и вентиляции. Кроме рекуперативных и регенеративных теплообменников различных конструкций, широко применяют тепловые насосы, в том числе уже встроенные в оборудование инженерных систем. Традиционные системы отопления вытесняют комбинированные системы, использующие тепловой насос для подогрева теплоносителя до невысоких температур и второй источник тепла для пикового догрева. Тепловой насос может работать и в сочетании с солнечными панелями.

В последние годы на западе получили распространение установки подземного аккумулирования тепла, которые позволяют снизить порядка 50...75% от эксплуатационных затрат на теплоснабжение по сравнению с отопительными котлами.

Существенного снижения потребления энергии можно достичь за счет применения оптимизационной автоматизации инженерных систем. Такие системы могут отслеживать и самостоятельно оптимизировать уровень потребления энергии в новых и существующих зданиях после реконструкции их инженерных систем.

Современные требования к проектированию систем отопления имеют обязательный пункт про автоматическое управление ими, что обеспечит требуемые параметры микроклимата в помещениях при минимальных затратах топливно-энергетических ресурсов.

Здания, построенные в предыдущие годы, имеют системы отопления, работающие в неуправляемом режиме, отопительные приборы часто имеют завышенную мощность, что ведет к перерасходу тепловой энергии, а также к перегреву помещений и понижению теплового комфорта в них. Поэтому при реконструкции систем отопления в старых зданиях нужно предусматривать замену на системы с автоматическим энергоэффективным управлением теплоснабжения.

Способствовать энергосбережению должна и обязательная установка теплосчетчиков в зданиях. Однако теплосчетчик не сократит расход тепла домом, а только подсчитает точное количество потребленной энергии. Получить выгоду можно только, если нормы потребления завышены и фактически потребляется тепла меньше. В противном случае, если дом имеет низкую теплозащиту, жители после установки теплосчетчика платить станут больше. Тем более что после введения прибора учета в эксплуатацию жители должны будут не только заплатить за сам общедомовой прибор учета (ОДПУ), но и потом оплачивать расходы на его обслуживание. Стоимость

одного прибора учета на многоквартирный дом составляет от 120 до 150 тысяч рублей (без учета стоимости работ по его установке), в отдельных случаях стоимость ОДПУ может достигать 450 тысяч рублей. Межповерочный интервал для ОДПУ составляет 4 года с момента выпуска, а новая поверка стоит около 20 тысяч рублей.

В Иванове, в тех домах, где уже учитываются показания ОДПУ, результаты за 2015 год следующие: жителям возвращено в результате перерасчета около 15 млн. рублей, а по некоторым домам были доначисления платы за отопление – на общую сумму порядка 2 млн. рублей.

В подавляющем большинстве существующих зданий расход тепла никак не зависит от жильцов, так как они не могут самостоятельно регулировать температуру в помещении. В зданиях последних лет постройки в квартирах предусмотрены автоматические регуляторы температуры и индивидуальные теплосчетчики на отопительных приборах (рис.1). Это стимулирует не допускать перетопа в помещениях и понижать температуру до допустимых значений на время отсутствия в помещении людей.



Рис. 1. Отопительный прибор с теплосчетчиком и регулятором температуры

Европейским комитетом по стандартизации разработан Европейский стандарт EN 15232, который применяется к функциям автоматизации зданий. Автоматизация инженерных систем управляет оборудованием и регулирует различные параметры, а также выполняет комплекс интегрированных энергосберегающих функций, направленных на предотвращение нерационального использования энергии и увеличения выбросов углекислого газа в атмосферу. Система автоматизации непрерывно получает информацию об использовании энергии инженерными системами, распознает ее недопустимый перерасход и немедленно реагирует.

При этом комфортность внутреннего микроклимата в обслуживаемых помещениях не снижается. Классификация систем автоматизации в соответствии с требованиями [3] следующая:

А – соответствует высоким энергетическим характеристикам;

В – соответствует передовым энергетическим характеристикам;

С – соответствует стандарту (используется для сравнения);

Д – соответствует неэффективным энергетическим характеристикам (в новых зданиях применяться не должны).

Потребность в энергии на работу систем отопления и вентиляции в настоящее время может и должна быть уменьшена системами автоматизации и диспетчеризации. Система диспетчеризации позволяет наблюдать и контролировать различные процессы, происходящие на инженерных сетях и сооружениях, изменять параметры устройств, обслуживающих данные объекты, а также просматривать протоколы их работы. Таким образом, система диспетчеризации осуществляет автоматизированный оперативный контроль и управление различными подсистемами инженерного оборудования.

Диспетчеризация делает работу систем жизнеобеспечения более эффективной, способствует рациональному использованию ресурсов и получению дополнительной прибыли.

Проектирование в настоящее время отличается большим разнообразием конструкций систем отопления и вентиляции, нового зарубежного и отечественного инженерного оборудования, в частности балансировочного оборудования для систем отопления, которое оказывает значительное влияние на корректность работы современных систем отопления. Уходят в прошлое системы с естественной циркуляцией, элеваторные узлы, дросселирующие шайбы, кожухотрубные теплообменники.

Поэтому одной из важнейших задач является такое обучение будущих инженеров-проектировщиков в вузах, чтобы, придя в проектную организацию, они могли сразу приступить к работе, а не переобучаться. Для этого в процессе обучения нужно значительное внимание уделять вопросам автоматизации работы инженерных систем здания, так как весь прогрессивный мир переходит на инженерные системы, построенные по принципу «умный дом». Выпускники – бакалавры и магистры должны ориентироваться в современной нормативной литературе и программных средствах, которые облегчают труд проектировщика.

### **Библиографический список**

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года). Москва, Кремль, 30 декабря 2009 г., N 384-ФЗ.

3. EN 15232, Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management.

## ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**В.А. Масленников, Ю.П. Осадчий,  
А.В. Маркелов, А.В. Долганов, Д.А. Павлов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье поднимаются вопросы, связанные с проблемами эффективной эксплуатации и организации технического обслуживания и ремонта строительной техники. Предлагается ряд решений указанных проблем с внедрением ресурсосберегающих технологий в процессы технического обслуживания и ремонта.

**Ключевые слова:** строительная техника, организация технического обслуживания и ремонта, ресурсосберегающие технологии.

Производственные возможности строительного предприятия в значительной мере определяются составом применяемых машин и механизмов и уровнем использования их потенциальных возможностей.

Ни одна стройка сегодня не обходится без использования современной строительной спецтехники, имеющей высокие технические характеристики. Однако имеются определенные проблемы с эксплуатацией в строительном комплексе – такие, как недостаточно эффективные решения по организации использования парка техники, а в отдельных случаях и просто игнорирование технического обслуживания машин.

Существенный недостаток имеют действующие в настоящее время Государственные элементные сметные нормы на строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы, в которых учтено время, необходимое для выполнения основных и вспомогательных работ. А всевозможные технологические перерывы, простои из-за несвоевременного поступления строительных материалов, нескоординированной организации работы бригад не учитываются [1]. Многие строительные предприятия берут технику в аренду или приобретают с помощью лизинга, а фактическая плата за аренду определяется из расчета времени нахождения ее на объекте, но никак не из расчета выполнения ею заданной работы. Поэтому предприятия несут лишние фактические затраты, которых можно избежать путем учета работы строительных машин и механизмов не по единому шаблону, как это имеет место в действующих сметных нормативах от объема выполненных работ, а с учетом специфических условий работы.

Строительные машины должны интенсивно эксплуатироваться, поскольку такое их использование обеспечивает снижение себестоимости работ, снижает расходы на эксплуатацию машин, уменьшает потребность в машинах и позволяет не допустить их морального старения. Анализируя рабочее время машины, можно найти резервы увеличения продолжительности полезного машинного времени. Этого можно добиться за

счёт уменьшения простоя машины по организационным причинам, за счёт подготовки фронта работ, своевременного обеспечения материалами, транспортом и другими ресурсами.

Рациональное использование строительной техники оценивается двумя основными показателями [2]:

- годовой выработкой машины – выполненными в течение года физическими объёмами работ;
- продолжительностью отработанного в течение года рабочего машинного времени.

При анализе годового режима работы машины учитываются потери рабочего времени, связанные с неблагоприятными метеорологическими условиями (в особенности при работе с кранами – предельные скорости ветра, крайне низкие температуры и т. п.), проведение плановых и внеплановых ремонтов, перебазировка машин с объекта на объект и другие недостатки в использовании техники.

При анализе работы машины должны учитываться эксплуатационные качества машины, организация её технического обслуживания, технический уровень ремонтной базы, методы управления парком машин.

В процессе эксплуатации строительные машины требуют эксплуатационного и технического обслуживания, а также периодического ремонта. Под эксплуатационным обслуживанием подразумевается обеспечение машин горючим, смазочными и другими видами материалов, перебазирование машин и их хранение.

Техническое обслуживание включает мероприятия по предупреждению износа частей машины сверх допустимых норм. Для этого предусматривается своевременный профилактический осмотр, замена износившихся деталей, устранение обнаруженных неисправностей. Техническое обслуживание строительных машин производится по плано-предупредительной системе в определённое время и в определённом объёме для соответствующих видов и моделей машин.

Новая техника, проданная 3–4 года назад, часто становится seriously изношенной, из-за чего возрастают потребности в сервисе и ремонте [3], а объём услуг, предоставляемых специализированными сервисными и фирменными центрами, недостаточен.

При этом высокая конкуренция на строительном рынке заставляет руководителей предприятий использовать режим экономии. И перед руководителями встает следующий вопрос: либо снижать фонд оплаты труда, либо экономить на механизации производства. Однако первый вариант неприемлем потому, что такая экономия приведет к снижению качества продукции. Затраты же на механизацию в строительстве занимают от 10 до 20 %, а по сметной документации – и до 40 % [4].

Такой ресурс достаточен для соблюдения режима экономии, поэтому решением данной проблемы становится снижение финансирования механизации. При этом счета на запасные части, топливо, материалы, услуги ремонта строительной техники оплачиваются или не в полном объеме, или вовсе остаются без внимания.

Эффективно позиционируя себя на рынке, умея профессионально взаимодействовать с поставщиками материалов, работать с заказчиками, управлять собственным и заемным капиталами, руководители мало обращают внимание на сферу механизации.

В настоящее время понимание необходимости формирования российского рынка сервисных услуг привело к тому, что заводы-изготовители уже стали уделять большое внимание развитию сервисных служб по всей территории России, аттестации дилерских центров и их техническому оснащению. Рынок сервисных услуг и продаж запасных частей стал расти на 15 – 20 % в год.

Крупные сервисные центры начали применять централизованную структуру управления сервисом, где несложный ремонт, техническое обслуживание и диагностирование преимущественно осуществляются на месте работы машин с помощью передвижных мастерских, а более сложный ремонт, техническое обслуживание и капитальный ремонт – на базе. При этом снабжение запасными частями и пополнение оборотного фонда агрегатов осуществляется с центрального склада базы. Такая структура обеспечивает минимальные затраты ресурсов [3].

Развитие централизованной структуры управления техническим обслуживанием строительной техники в России приводит к возможности централизованного сбора и переработки отработанных моторных, трансмиссионных масел и других технических жидкостей. Это является хорошей предпосылкой для внедрения в систему ТО строительной техники ресурсосберегающих технологий, позволяющих рационально использовать природные ресурсы и продлевать работоспособность транспортно-технологических машин и устройств механизации в строительном комплексе [5].

При этом эксплуатация строительных машин, механизмов и средств малой механизации, включая их техническое обслуживание, монтаж и демонтаж, должна осуществляться в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей. Руководители предприятий, производящих строительномонтажные работы с применением машин, обязаны назначать инженерно-технических работников, ответственных за производство этих работ, из числа лиц, прошедших проверку знания правил и инструкций по производству работ с применением соответствующих машин [6].

Существуют несколько несложных способов сэкономить на ремонте специальной техники:

- выполнение регулировочных и восстановительных работ по возможности собственными силами с привлечением эксперта-консультанта (рис. 1);
- приобретение лицензионных деталей и комплектующих взамен оригинальных;
- отправка на ремонт отдельных узлов и механизмов, а не машины;
- заключение договора на абонентское обслуживание со специализированной ремонтной организацией;
- своевременное проведение плановых ТО и устранение выявленных неисправностей;
- применение экспресс-методов анализа качества технических жидкостей и на их основе принятие обоснованных решений об их замене, а также проведение диагностики износа основных механических узлов и агрегатов строительных машин.





Рис. 1. Регулировка силового агрегата при участии инспектора-консультанта

Такой подход позволяет добиться максимальной эффективности от использования наличного парка машин и механизмов.

Для проведения гарантированных регулярных осмотров техники предпочтительно привлекать инспекторов-консультантов, имеющих большой опыт работы в данной сфере.

Таким образом, наличие современной техники с высокими характеристиками не является гарантией успеха предпринимательской деятельности. Обязательным аспектом является качественное управление эксплуатацией строительной техники, а также проведение своевременного надлежащего ее технического обслуживания, и вследствие этого – достижение высокой надежности машин и длительного срока их эксплуатации [7].

### Библиографический список

1. Эффективное использование технических ресурсов в строительстве // Российское предпринимательство. – 2010. – №11.
2. Юзефович А.Н. Организация, планирование и управление строительным производством [Электронный ресурс]: Режим доступа – [http://pstu.ru/files/file/CTF/sp/vopr\\_i\\_otv/avt.html](http://pstu.ru/files/file/CTF/sp/vopr_i_otv/avt.html) (дата обращения: 07.11.2018).
3. Раильченко Ю. Ремонт строительной техники. Современное развитие отрасли в России // Урал Трак. – 2010. – №12.
4. Репин С.В., Савельев А.В. Механизация строительных работ и проблемы, связанные с использованием строительной техники // Строительная техника. – 2006.
5. Ресурсосберегающая технология при технической эксплуатации строительной техники / С. В. Федосов, В. А. Масленников, А. В. Маркелов и др. // Вестник МГСУ. – М.: МИСИ-МГСУ, 2012. – №2. – С. 104–108.
6. Эксплуатация строительных машин и механизмов [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.proper-construction.info/Mex\\_eksplyat.html](http://www.proper-construction.info/Mex_eksplyat.html).
7. Фастова Т.В. Проблема эксплуатации строительной техники на предприятиях строительного комплекса // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 10-1. – С. 99–100; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=33342> (дата обращения: 07.11.2018).

## УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ОТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

**М.Ю. Ометова, Г.В. Рыбкина, Н.А. Дошлыгин**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрены вопросы утилизации низкопотенциального тепла от холодильных установок. Представлена схема утилизации низкопотенциального тепла от холодильных установок на предприятии по производству пищевой пленки. Источником тепла для тепловых насосов служит теплота конденсации от сухой градирни.

**Ключевые слова:** холодильное оборудование, низкопотенциальное тепло, тепловой насос, утилизация.

Технологии энергосбережения в холодильных установках в последние годы становятся актуальными в России. На Западе эти технологии широко развивались на протяжении нескольких десятилетий. К разработкам иностранных коллег, позволяющим снизить стоимость жизненного цикла холодильной установки, можно отнести [1]:

- применение электронных расширительных клапанов,
- оптимизацию давления конденсации в зависимости от температуры наружного воздуха,
- установку давления всасывания холодильной машины в зависимости от нагрузки на нее,
- управление компрессорами и вентиляторами конденсатора с помощью преобразователей частоты, позволяющих существенно уменьшить потребление энергии.

Все рассмотренные выше технические решения позволяют сократить потребление электроэнергии системой холодоснабжения, в отличие от систем утилизации тепла конденсации холодильной машины, которые позволяют сократить энергоемкость других систем на объекте.

Промышленные холодильные установки потребляют большое количество энергии для производства холода, но и одновременно они выделяют достаточно большое количество тепла, отводимого в процессе охлаждения и затраченного в процессе сжатия газа. Всё это тепло в обычных системах не используется, а утилизируется в окружающую среду при помощи воздушных конденсаторов. Именно за счет этого «бросового» тепла появляются возможности для энергосбережения в промышленности и торговле [2].

«Бросовое» тепло является низкопотенциальным, поскольку имеет температуру незначительно выше температуры окружающей среды.

Использование систем утилизации низкопотенциального тепла позволяет применять «бросовую» теплоту для нагрева различных теплоносителей (воздуха, воды и т.п.), экономить электричество, снижать электрическую нагрузку.

Если рассматривать термодинамический цикл, то можно выделить два возможных способа утилизации теплоты. Первый – использовать перегрев сжатого в компрессоре газа. Второй – утилизировать теплоту конденсации хладагента.

В первом случае требуется установка дополнительного теплообменного устройства для перегрева сжатого газа в холодильном контуре. Эффективность улавливания теплоты в данном случае будет не более 20%, при нагреве среды до 80 – 90 °С. Температура хладагента в конце процесса сжатия не будет превышать 100 °С [1].

Во втором случае снять теплоты можно больше, но температура нагреваемой среды не будет превышать 30 °С.

Утилизация низкопотенциального тепла от холодильных установок находит широкое применение в супермаркетах, молокозаводах, ледовых дворцах. Система утилизации низкопотенциального тепла актуальна для объектов, на которых одновременно с потребностью в холодоснабжении существует потребность в горячем водоснабжении или отоплении.

В зимний период утилизированное тепло может идти на воздушное отопление зданий. Технически это можно решить, применяя систему параллельно установленных конденсаторов (простой вариант) либо одного конденсатора внутри помещения и системы автоматики, регулирующей направление воздушных потоков. В качестве самого заметного примера последних лет можно назвать XXI зимние Олимпийские игры в Ванкувере (2010г., Канада), где вся нагрузка на отопление легла на подобную систему.

Наиболее перспективным считается применение утилизированного тепла на подогрев воды на различные технологические нужды.

Для отопления и нагрева воды на технологические нужды используется перегрев сжатого воздуха в компрессоре газа, так как температуры, которую можно получить при утилизации тепла конденсации хладагента, недостаточно. Использование перегрева газа позволяет нагреть воду до 40–50 °С и выше. В случае, когда холодильная машина не обеспечивает нужной производительности или же не может работать постоянно, а емкости бака-аккумулятора для поддержания температуры недостаточно, применяют электрические нагреватели или газовые бойлеры.

Альтернативой нагревателям являются каскадные высокотемпературные установки с тепловым насосом в качестве верхнего контура, который подогревает воду до 65 – 80 °С. Такая вода может использоваться для санитарной обработки поверхностей (при этой температуре погибает большинство бактерий), в химическом производстве. При большой потребности в горячей воде для промышленных нужд целесообразно применение систем с транскритическим циклом на CO<sub>2</sub>, которые позволяют обеспечивать нагрев воды до более высоких температур [3, 4].

Для эффективной работы систем утилизации низкопотенциального тепла от холодильных машин необходимо, чтобы графики работы холодильной машины и потребности в горячей воде совпадали. Эффективность этих систем повышается при постоянной выработке холода, например, на предприятиях по производству пищевой бор пленки.

При производстве пленки требуется постоянное большое количество холода для охлаждения валов двигателей. Утилизируемая от холодильных установок теплота расходуется для технологических нужд и горячего водоснабжения. Потребность данного производства по горячей воде составляла 1406 кВт, при этом нагрев воды следовало осуществлять с 12°C до 60°C.

Для этих целей было целесообразно использовать поршневой компрессор модели с максимальным рабочим давлением 50 бар, работающий на аммиаке при TE/ТС = +35/+67°C (PS/PD = 13,5/30,5 бар) и вырабатывающий тепло в необходимом объеме при частоте вращения вала 970 об/мин [5].

На рис. 1 представлена принципиальная схема утилизации теплоты с использованием теплового насоса.

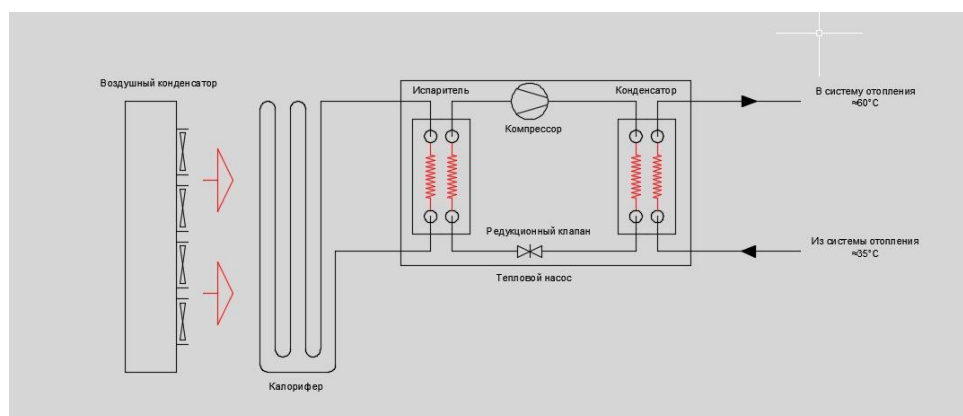


Рис. 1. Схема утилизации теплоты

В нижней части схемы расположена холодильная установка, вырабатывающая тепло в конденсаторе при температуре конденсации 40°C. Компрессор теплового насоса забирает газообразный хладагент со стороны высокого давления холодильной установки, т.е. с линии нагнетания холодильного компрессора, и подаёт его на сторону низкого давления теплового насоса. Прежде чем попасть на всасывание компрессора теплового насоса, газообразный аммиак проходит через газоохладитель, а также теплообменник газ/жидкость на всасывании.

Тепловой насос компримирует аммиак, повышая тем самым его температуру с 40°C до 65°C, что позволяет производить горячую воду с температурой 60°C при температуре входящей воды 12°C. Нагрев воды с 12°C до 60°C обеспечивается за счёт применения высокоэффективного теплообменника на стороне высокого давления теплового насоса, а также теплообменника газ/жидкость на линии всасывания теплового насоса. Благодаря использованию данной комбинации теплообменников можно добиться теплового коэффициента от 6,0 до 9,0 единиц.

В качестве конденсатора теплового насоса применён кожухопластинчатый теплообменник, конденсация аммиака в котором происходит при 65°C, что позволяет вырабатывать горячую воду с температурой 60°C. Масляная система данного теплового насоса состоит из маслоотделителя (со степенью очистки 10 мг/ кг по весу) с реле уровня масла, внешнего масляного ресивера и системы возврата масла. Расширение аммиака осуществляется с помощью линейного расширительного вентиля, управляемого по уровню аммиака в отделителе жидкости. Плюсом описываемой системы является простота монтажа и подсоединения данной теплонаносной установки к работающей холодильной системе [5].

Тепловой насос потребляет гораздо меньше энергии, нежели паровой котёл, что позволит уменьшить затраты предприятия на энергию на 72%, а выбросы CO<sub>2</sub> — на 53%.

#### Библиографический список

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://www.mir-klimata.info/archive/2010\\_5/sistemi\\_utilizacii\\_tepla\\_v/](http://www.mir-klimata.info/archive/2010_5/sistemi_utilizacii_tepla_v/).
2. Высоцкий М. Утилизация теплоты конденсации (часть 2). Схемные решения на базе компонентов Danfoss. – Холодильная техника. 2006. № 9.
3. Руководство по проектированию промышленных холодильных систем. – М.: Данфосс, 2007.
4. Бучин С., Смагин С. Системы утилизации тепла в холодильных установках // Мир климата. – № 62.
5. Высоцкий М., Смольский М. Утилизация теплоты конденсации (часть 1). Варианты использования, пример расчета. – Холодильная техника. 2006. № 8.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**М.Ю. Ометова, Г.В. Рыбкина, А.А. Соловьева**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрены современные технологии водоподготовки промышленных объектов. Выделены преимущества и недостатки современных методов водоподготовки. Определены требования к параметрам теплоносителя теплоэнергетических объектов.

**Ключевые слова:** водоподготовка, мембранные технологии, безреагентные технологии, обратный осмос.

Для эффективного функционирования теплогенерирующих установок (ТГУ) необходимо наличие теплоносителей высокого качества. Снижение качества теплоносителей сказывается на экономических, эксплуатационных и энергетических показателях. Вода – основной теплоноситель современных ТГУ. К преимуществам воды как теплоносителя можно отнести [1]:

- вода дает возможность транспортировать тепло без существенных потерь на большие расстояния (понижение температуры обычно составляет не менее 1 °С на 1 км теплопровода);
- возможно осуществление центрального количественного и качественного регулирования у источника тепла;
- экономически выгоднее использовать схемы подключения к водяным сетям;
- водяная система позволяет сглаживать график теплоснабжения;
- происходит более равномерное распределение тепла между абонентами при разветвленной теплосети;
- простота обнаружения аварий и их ликвидация;
- минимизации скоростей коррозии конструкционных материалов оборудования конденсатно-питательного тракта.

К недостаткам относится дороговизна оборудования даже при незначительном повышении КПД термодинамического цикла. В термодинамическом цикле теплоэнергетических объектов используется вода высокого качества с содержанием примесей 0,1– 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Превышение показателей примесей приводит к увеличению толщины отложений на поверхностях нагрева. Накипь толщиной 1 мм приводит к перерасходу топлива на 5-8%, а некачественная водоподготовка снижает КПД установок на 15-30% [2]. Примеси в термодинамический цикл теплоустановок поступают с подпиточной водой, поэтому совершенствование систем водоподготовки является актуальной задачей.

Существующие технологии водоподготовки обеспечивают требуемые эксплуатационные параметры подпиточной воды, но стоимость реагентов, оборудования, наличие опасных стоков и низкий уровень автоматизации процессов подготовки воды делает их технически и экономически невыгодными.



Задачами современной системы водоподготовки являются:

- обеспечение стабильного качества воды, получаемой после обработки;
- обеспечение надежной работы оборудования;
- сокращение затрат на эксплуатацию оборудования;
- сокращение потребления реагентов.

Химически подготовленная вода является, по существу, исходным сырьем, которое после надлежащей обработки (отчистки) используется для следующих целей:

- в качестве исходного вещества для получения пара в котлах, парогенераторах, испарителях, паропреобразователях;
- для конденсации отработавшего в паровых турбинах пара;
- для охлаждения различных аппаратов и агрегатов станции;
- в качестве теплоносителя в тепловых сетях и системах горячего водоснабжения.

Безреагентными технологиями водоподготовки, к которым относятся электродиализ и обратный осмос в разные годы занимались Голубцова В.А., Гребенюка В.Д., Дытнерского Ю.И., Заболоцкого В.И., Карелина Н.Ф., Классена В.И., Кострикина Ю.М., Кремневской Е.А., Лапотышкиной Н.П., Мартыновой О.В., Мошкарина А.В., Паули Е.В., Седлова А.С, Смагина В.Н., Стермана Д.С., Субботиной Н.П., Тебенихина Е.Ф. и др. Очистка теплоносителя в условиях электродиализа и обратного осмоса не нашла широкого практического применения в теплоэнергетике.

Использование безреагентных технологий особенно актуально для Дальневосточного региона страны [3]. Это обуславливается спецификой источника водоснабжения; удаленностью от поставщиков оборудования, реагентов и т.д.

В основе безреагентных методов обработки лежит перенос примесей или молекул воды через специальные мембраны. При этом различаются как сами мембраны, так и природа сил, вызывающих этот перенос. В частности, при использовании сил давления мембраны пропускают молекулы воды, максимально задерживая примеси. При использовании электрических сил – наоборот. Используются специальные ионоселективные мембраны (катионитные, анионитные, биполярные), через которые в поле постоянного электрического тока проходят ионизированные примеси.

Обратным осмосом удается отфильтровывать частицы размером менее 10 Å. Вплотную к обратному осмосу прилегают еще несколько мембранных методов, сходных по своей сути и отличающиеся размером «пор». Это нанофильтрация (8 – 70 Å), ультрафильтрация (от 30 до 1000 Å), микрофильтрация (0,05 – 1,2 мкм).

Данные процессы имеют аппаратное оформление, сходное с тем, которое используется для проведения обратного осмоса, но решают несколько иные задачи. Лишь нанофильтрация позволяет отделять ионы, но не все и не так хорошо, как обратный осмос. Ультрафильтрационные мембраны задерживают тонкодисперсные и коллоидные примеси, макромолекулы, одноклеточные микроорганизмы, вирусы.

Микрофильтрация близка к процессам механического фильтрования. Микрофильтрационные технологии удаляют бактерии, пигменты красок, частицы асбеста и т.д.

Удельный расход энергии является важнейшим показателем работы электродиализных установок (ЭДУ), который зависит от глубины обессоливания, а реальные затраты связаны с электрическими параметрами электродиализного модуля и особенностями от его конструкции. При известных начальном и конечном солесодержании воды оптимизация работы ЭДУ сводится к снижению потери напряжения в электролите, мембранах, на аноде и катоде, а также к повышению коэффициента выхода по току  $\eta_z$ , оценивающего технологическое совершенство модуля ЭДУ. Установлено, что для снижения энергопотребления необходимо, чтобы мембраны, применяемые на ЭДУ, обладали высокой электропроводностью и большим сопротивлением диффузии противоионов, что достигается применением многокамерных модулей.

Следует отметить, что однозначного метода водоподготовки не существует [2]. Ультразвуковые, электромагнитные технологии действуют локально и не всегда эффективны для решения практических задач. Стоимость мембранных технологий производительностью 5 м<sup>3</sup>/ч составляет 15.000 у.е. Применение реагентов приводит к увеличению солей сточных вод.

Среди магнитных методов обработки воды эффективно зарекомендовала себя на практике установка противонакипной обработки водных систем (УПНОВ) [2]. Данная установка пригодна для воды с температурой 100 °С и выше, в т.ч. и высокоминерализованной. УПНОВ представляет собой четырехкамерный магнитный аппарат на постоянном токе со встроенной камерой деаэрации и генератором электромагнитных колебаний, при использовании которого во многих случаях отпадает необходимость применения дорогостоящих фильтров, химических реагентов, деаэрационного устройства и т.п.

Достоинства установки:

- в большинстве случаев исключается необходимость в химводоподготовке;
- образовавшаяся ранее накипь растворяется через заданный интервал времени, а новая перестает откладываться сразу после включения аппарата;
- защищает и очищает от накипи не только сам теплоагрегат, но и связанные с ним сети;
- деаэратор, встроенный в аппарат, полностью убирает кислород, защищая от коррозии внутренние поверхности теплоагрегатов, труб, приборов и запорной арматуры;
- незначительная потребляемая мощность (63 Вт/м<sup>3</sup>) обеспечивает существенную экономию энергоресурсов;
- простота монтажа и эксплуатации;
- не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

Среди последних разработок водоподготовки – метод очистки воды, основанный на использовании проходного конденсатора [4].

В простейшем случае проходной конденсатор состоит из двух пористых угольных электродов с высокоразвитой поверхностью, соединенных с источником постоянного тока. Такой конденсатор обладает очень большой емкостью благодаря очень большой площади поверхности. При приложении напряжения электроны и «дырки» накапливаются на поверхности электродов. Эти заряды нейтрализуются ионами (катионами и анионами), извлекаемыми из воды, которая движется между ними. У поверхности электродов образуется

двойной электрический слой. При этом из конденсатора выходит в значительной степени освобожденная от ионов вода. Как только электроды (пластины) конденсатора станут полностью насыщенными адсорбируемыми ионами, конденсатор разряжается. Разряд может быть осуществлен, например, в результате короткого замыкания между электродами через резистивный элемент. Электроды освобождаются от адсорбируемых ранее ионов, и в течение нескольких минут из конденсатора выходит концентрат. Такие циклы (заряд – разряд) повторяются многократно, а потоки чистой и «грязной» воды разделяются во времени и в пространстве.

Число патентов в США перевалило уже за две сотни. Появление этого метода 15 лет назад связывают с именем ученого Марка Андельмана. К достоинствам метода Андельмана можно отнести низкую стоимость и энергоемкость процесса очистки.

Технология очистки воды с использованием конденсатора Андельмана имеет недостатки – низкая производительность и периодичность. Исключить первый недостаток можно, увеличивая либо поверхность электродов, либо коэффициент извлечения ионов.

На выходе конденсатора – или чистая вода, или концентрат. Периодичность неудобна не только с точки зрения сложности автоматизации процесса очистки, но и из-за трудности разделения обоих потоков. Перспективным направлением усовершенствования данной технологии является переход к непрерывности процесса. Появились конструкции, исключаящие этот недостаток, но при этом снизилась производительность установки. Широкого применения технология проходного компенсатора на практике пока не получила.

Обзор существующих методов очистки воды позволяет сделать вывод, что универсального метода водоподготовки не существует. В каждом случае выбор делается с учетом эксплуатационных требований и параметров источника водоснабжения. Для получения качественного теплоносителя используется комбинация методов водоподготовки. Как правило, традиционные методы водоподготовки сочетаются с современными разработками.

Параллельно с обработкой исходной воды на электростанциях решаются комплексно вопросы, связанные с утилизацией различными методами образующихся при этом сточных вод. На сегодняшний день такое решение является мерой защиты от загрязнения природных источников питьевого и промышленного водоснабжения.

### **Библиографический список**

1. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций / А.И. Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н. Ремезов и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 378 с.
2. Электронный ресурс: <https://www.c-o-k.ru/articles/magnitnaya-tehnologiya-bezreagentnoy-vodopodgotovki> .
3. Слесаренко В. В. Совершенствование систем водоподготовки для теплоэнергетических установок с применением мембранных технологий: на примере Дальневосточного региона: автореф. дис. ... д...ра техн. наук: 05.14.14 / С.-Петербург. политехн. ун-т. – Владивосток, 2006. – 44 с.
4. Уразаев В.Г. Обзор методов очистки воды // Технологии в электронной промышленности. 2007. № 2.

## К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Е.С. Санталов

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Автор статьи рассматривает возможность использования компьютерных программ для проектирования инженерных сетей, как внутренних, так и наружных. Обозначены достоинства рассматриваемых программ.

**Ключевые слова:** инженерные сети, внутренние сети, наружные сети, программное обеспечение, трассировка линий, эскизный проект, трехмерная визуализация.

Инженерные сети – это кровеносная система любого сооружения. От того, как именно она будет функционировать, зависит комфорт и уют тех людей, которые будут жить или работать в здании. Поэтому создание проекта будущего водопровода, канализации, отопления и электричества играет важную роль и требует участия опытных профессионалов. Стоимость этой части работ составляет от 25 до 40 процентов от всей цены, поэтому крайне важно выполнить все грамотно с первого раза. Только лучшие инженеры-проектировщики могут гарантировать хорошую продуманность и безупречное качество проектов инженерных сетей сооружений любых типов [1].

В прошлом во времена массового применения типовых проектов проектирование инженерных сетей заключалось в создании огромного количества бумажных чертежей, тщательном их изучении, соединении и исправлении. В настоящее время проектировщику каждый раз приходится иметь дело с решением уникальной задачи, которую можно решить с помощью многих процедур и компьютерных программ. Только современные технологии помогают безошибочно свести все схемы на одном чертеже с доступным многоцветным обозначением, визуализировать необходимые элементы, а также вести сметы и сопутствующую документацию.

При проектировании инженерных сетей необходимо использовать:

- чертежи здания (планы этажей, подвалов);
- данные геологических изысканий;
- планы существующих наружных сетей;
- сведения о возможности подключения к городским узлам.

Без современного программного обеспечения нет возможности сделать развернутый, многоуровневый и разветвленный план. Программы для проектирования внутренних и наружных инженерных сетей и систем – это САПРы автоматизированного моделирования.

Современный рынок предлагает достаточно много компьютерных программ, способных помочь проектировщикам. Например, фирма ZWSOFT

предлагает инженерам всего мира, в том числе и российским, облегченную автоматическую работу в софте нового поколения – ZWCAD 2018. Это ПО реализуется в двух комплектациях – стандартный пакет и профессиональный.

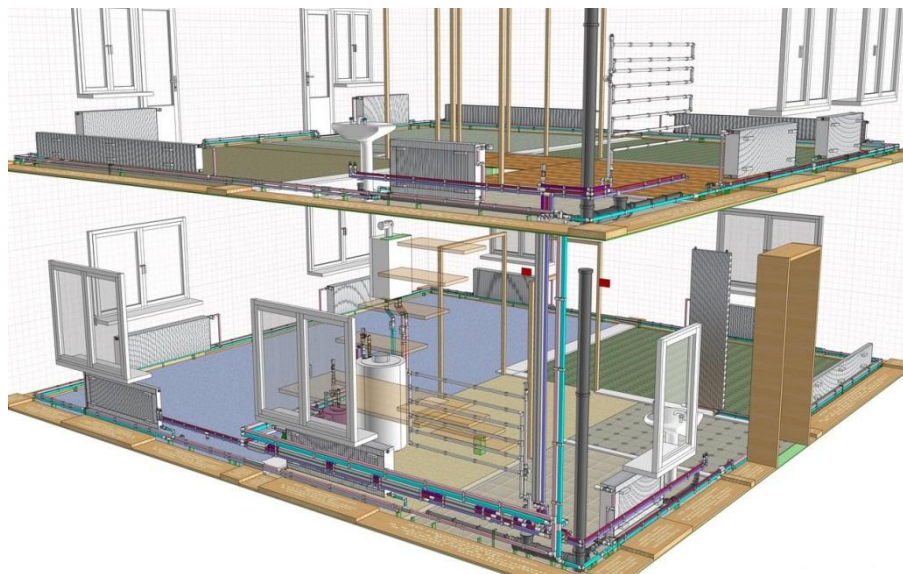


Рис. 1. Проект инженерных сетей в ZWCAD 2018 Standard

Достоинства ZWCAD 2018 Standard: классический, интуитивно понятный интерфейс, большой функционал и обширная, но не загроможденная панель инструментов, интеграция файлов DWG из любых сторонних САПРов, полная совместимость, наличие встроенного калькулятора, команда для создания 2D-профилей любого объекта, работа через ручки с динамическими блоками, сравнение и наложение чертежей, большая библиотека с заготовками, компилятор LISP для обработки файлов.

Преимущества ZWCAD 2018 Professional содержат предыдущие и дополнительно:

- объемное трехмерное моделирование, визуализация для наглядности, совместимость с 3D принтерами;
- поддержка API: Lisp, SDS, COM/ActiveX, VBA, Net и ZRX;
- возможность подключения профессиональных расширений.

Софт обладает следующими функциями: трассировка линий с указанием действующих точек, узлов, а также пересечений; эскизный проект укладки элементов на профиле, оформление сопутствующей документации, трехмерная визуализация.

Надстройка Geonium подходит для инженеров по подготовке почвы, сбору данных, проектированию линейных коммуникаций. Программа имеет ряд модулей:

- «Топоплан» – создание топографического плана и анализ рельефа, разметка, работа с объемами.
- «Генплан» – горизонтальная и вертикальная планировки по госстандарту 21.508-93.

- «Сети» – трассировка и профиль инженерных коммуникаций.
- «Трассы» – черчение и профили протяженных конструкций.
- «Сечения» – дополняет предыдущую утилиту, обеспечивая выполнения продольного и поперечного среза объектов [2].

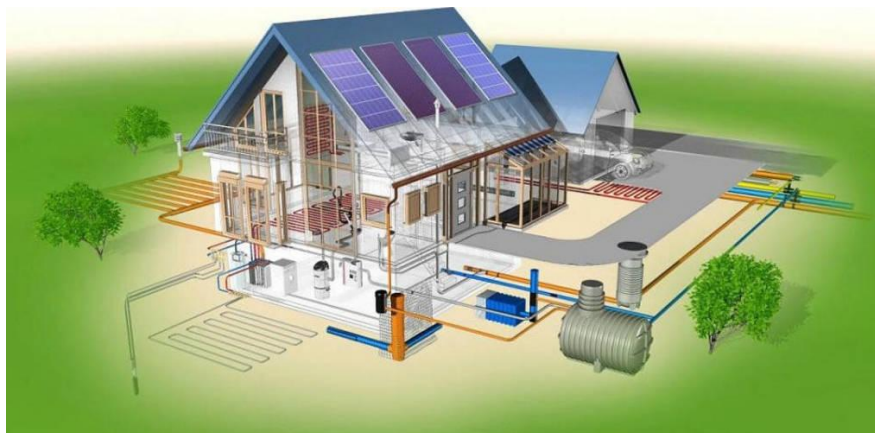


Рис.2. Проект наружных сетей в ZWCAD 2018 Standard

AutoCAD – система автоматизированного проектирования для двухмерного и трехмерного проектирования и черчения. Ранние версии AutoCAD оперировали элементарными объектами, такими, как круги, линии, дуги и др., из которых составлялись более сложные объекты. Однако на современном этапе программа включает в себя полный набор средств, обеспечивающих комплексное трёхмерное моделирование, в том числе работу с произвольными формами, создание и редактирование 3D-моделей тел и поверхностей, улучшенную 3D-навигацию и эффективные средства выпуска рабочей документации. Начиная с версии 2010, в AutoCAD реализована поддержка параметрического черчения, то есть возможность накладывать на объект геометрические или размерные зависимости. Это гарантирует, что при внесении любых изменений в проект определённые параметры и ранее установленные между объектами связи сохраняются.

Программы для архитектурно-строительной отрасли используются преимущественно различными архитектурными и проектными мастерскими для проектирования различных зданий и сооружений, моделирования и анализа их конструкций и подсистем и так далее. Среди этих решений системы параметрического проектирования на основе технологии информационного моделирования зданий (англ. Building informational modeling – BIM) Autodesk Revit Architecture и Autodesk Revit Structure, приложения для проектирования подсистем зданий AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D и AutoCAD MEP, а также аналитические комплексы для решения задач экологически рационального проектирования.

Autodesk Revit – семейство программ (Revit Architecture, Revit Structure и Revit MEP). Revit MEP ориентирован на создание коммуникаций и подсистем (электрической, вентиляционной, канализационной и т. д.) здания.



AutoCAD MEP – специализированные решения на основе AutoCAD для работы над проектированием систем электро- и водоснабжения, вентиляции и кондиционирования. Располагают рядом специальных инструментов для архитекторов и строительных инженеров.

Autodesk 3ds Max Design – программный продукт на основе 3ds Max для визуализации проектных решений.

Архитектурно-строительное подразделение Autodesk также разрабатывает приложения для совместного управления проектами, такие, как NavisWorks.

Autodesk NavisWorks – семейство NavisWorks (Navisworks Manage, Navisworks Simulate и Navisworks Freedom) позволяет конструкторам и инженерам объединять части проекта в общую цифровую модель для проведения имитационного моделирования и анализа. Таким образом, можно находить и устранять проектные ошибки до того, как они начнут представлять реальную проблему [3].

Программа VALTEC.PRГ находится в открытом доступе и дает возможность рассчитать водяное радиаторное, напольное и настенное отопление, определить теплотребность помещений, необходимые расходы холодной, горячей воды, объем канализационных стоков, получить гидравлические расчеты внутренних сетей тепло- и водоснабжения объекта. Кроме того, в распоряжении пользователя – удобно скомпонованная подборка справочных материалов. Благодаря понятному интерфейсу освоить программу можно, и не обладая квалификацией инженера-проектировщика.

VALTEC C.O. – расчетно-графическая программа для проектирования систем радиаторного и напольного отопления с использованием оборудования VALTEC, разработанная польской компанией SANKOM Sp. z o.o. на базе новейшей версии программы Audytor C.O. – 3.8. Продукт позволяет конструировать и регулировать системы отопления, производить полный комплекс гидравлических и тепловых расчетов.

VALTEC H2O – программа для проектирования систем холодного и горячего водоснабжения с использованием инженерной сантехники VALTEC, разработанная польской компанией SANKOM Sp. z o.o. на базе расчетно-графической программы Audytor H2O 1.6. Позволяет выполнить полный расчет и конструирование гидравлически сбалансированной системы водоснабжения [4].

AKSON-vent – интеллектуальная программа, которая делает проектирование простым. Данные собираются автоматически. Производится аэродинамический расчет, результаты которого выдаются в виде таблицы в Excel и автоматически строится аксонометрия. AKSON-vent автоматически строит 3D в реальном времени и автоматически создается BIM.

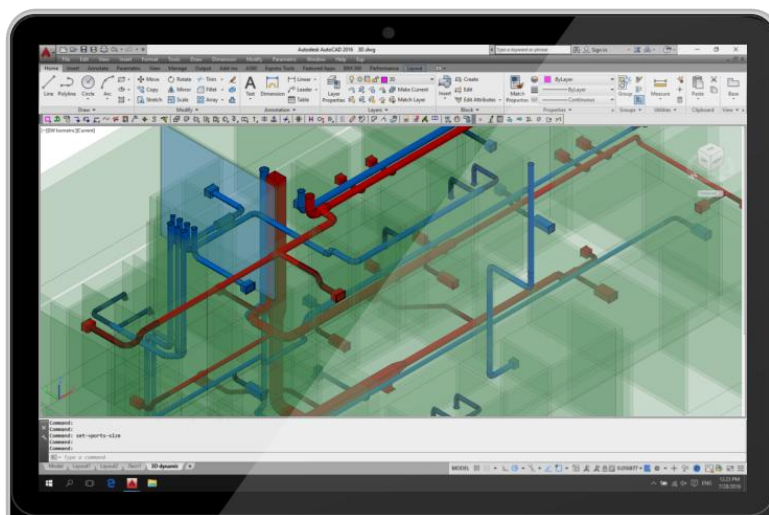


Рис. 3. BIM модели

Также возможен импорт BIM модели из AKSON-vent в Autodesk Revit, A360, BIM360, Navisworks и др. [5].

Можно сделать вывод, что широкое внедрение информационных технологий для проектирования инженерных систем позволяет удовлетворить требования к сокращению сроков и затрат на проектирование.

### Библиографический список

1. Проектирование инженерных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.absolut33.ru/proektirovanie-inzhenernyih-setey/> .
2. Проектирование внутренних и внешних инженерных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.zwsoft.ru/stati/proektirovanie-vnutrennih-i-vneshnih-inzhenernyh-sistem> .
3. Краткое описание программы [Электронный ресурс] // Файловый архив студентов. – Режим доступа <https://studfiles.net/preview/4201098/> .
4. Расчеты и программное обеспечение [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://valtec.ru/\\_test.shtml](https://valtec.ru/_test.shtml) .
5. Интеллектуальная программа для проектирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://www.akson-vent.ru/LP-RU/lp-ru-8.htm?utm\\_source=yandex&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=poisk-ru-ventilyatsia&utm\\_content=gid|3500976550|aid|6356315694|14480684821\\_&utm\\_term=проектирование%20систем%20вентиляции%20программа&utm\\_source=none&utm\\_block=premium&utm\\_position=1&yclid=6826369038984682316](https://www.akson-vent.ru/LP-RU/lp-ru-8.htm?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=poisk-ru-ventilyatsia&utm_content=gid|3500976550|aid|6356315694|14480684821_&utm_term=проектирование%20систем%20вентиляции%20программа&utm_source=none&utm_block=premium&utm_position=1&yclid=6826369038984682316) .

## О НАКИПИ И МЕТОДАХ БОРЬБЫ С НЕЙ

Е.С. Санталов

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### Аннотация

Автор статьи рассматривает причины образования накипи на стенках теплообменного оборудования и трубопроводах, а также её негативное влияние на процессы теплообмена. Приводятся методы борьбы с накипеобразованием, связанные с водоподготовкой и периодической очисткой теплообменных аппаратов.

**Ключевые слова:** накипь, теплообменное оборудование, водоподготовка, умягчение, котел.

Накипь – это твёрдые образования, отложения, возникающие при нагреве и испарении воды на стенках любого теплообменного оборудования. Накипь возникает в результате реакции кальция, магния и кремния с металлом труб и образует твердый слой на их внутренней поверхности, препятствуя теплопередаче. Чтобы преодолеть тепловое сопротивление накипи, приходится повышать температуру труб. Это приводит к их перегреву и образованию трещин. Слой накипи толщиной 3 мм вызывает потерю 2-3% тепла. В общем, накипь понижает КПД котла на 10-12%. Накипь также образуется в экономайзерах, насосах питательной воды и в связанных с ними трубопроводах. Обычно накипь не образуется в системах, где применяется деминерализованная вода [1].

Основная проблема, связанная с накипью, состоит в том, что она обладает крайне низкой теплопроводностью. Для примера: теплопроводность стали составляет 39 ккал/м·час·град, а теплопроводность накипи – всего 0,1 ккал/м·час·град. Разница почти в 400 раз.

Отложения резко снижают теплообмен, например, через стенку трубы. Таким образом, для нагрева воды до определённой температуры в трубе с накипью потребуется затратить гораздо больше энергии, чем в трубе без накипи. Данные о перерасходе топлива промышленными котлами разнятся из-за различного химического состава накипи, но в среднем 1 мм накипи приводит к перерасходу 1 – 7% топлива.

Кроме того, слой накипи вызывает ускоренное старение того участка металла, который она закрывает с внутренней стороны. В самом деле: если с одной стороны, скажем, трубы, путём горения пламени производится нагрев металла, то с другой стороны трубы слой накипи препятствует теплопередаче и нагреву жидкости. Тепло не отводится от стенки трубы, возникают локальные перегревы, зачастую металл начинает течь, и образуются сквозные свищи, а это на промышленном оборудовании, например, на паровых или водогрейных котлах большой мощности, приводит к аварийной ситуации.

Способы борьбы с накипью сводятся к двум основным методам: либо к предотвращению образования накипи – профилактике, либо к очистке от образовавшихся отложений.

Чтобы предотвратить образование отложений, нужно очистить воду от солей жесткости и примесей. Это делается за счёт фильтров и ионно-обменных процессов, реализованных в установках водоподготовки, без которых не обходится ни одна промышленная котельная. Также для предотвращения образования накипи существуют способы магнитной обработки воды, на которых основан принцип действия противонакипных устройств [2].

Под термином «водоподготовка» понимается процесс очищения воды от солей жесткости, являющихся основной причиной образования накипи, – умягчение. Кроме того, в ходе водоподготовки выполняются и другие мероприятия: фильтрование от механических примесей, осветление, деаэрация, обеззараживание и прочие процедуры. Основной операцией для борьбы с накипью является умягчение [3].

В целом под умягчением воды понимается процесс, основной целью которого является снижение жесткости воды. При этом из воды удаляются ионы кальция (Ca) и магния (Mg), служащие главной причиной образования накипи. Это делается за счёт того, что воду пропускают через смолу или соль, содержащие в себе ионы натрия. При этом ионы кальция и магния из воды переходят в смолу или соль, а ионы натрия замещают их и переходят в воду. Таким образом, происходит умягчение воды, и снижается её общая жесткость.

Вторым направлением, обеспечивающим поддержание чистоты теплообменных аппаратов, является их периодическая очистка от накипи. Это относится как к бытовым, так и промышленным агрегатам.

Механическая очистка применяется для выделения взвесей. Основные методы: процеживание, отстаивание и фильтрование – применяются как предварительные этапы.

Существуют ультразвуковые противонакипные устройства, позволяющее эффективно, экономично, экологически безвредно и в то же время безопасно для оборудования и персонала предотвращать оседание солей на стенках теплообменных аппаратов и разрушать уже имеющиеся отложения. Частота вынужденных колебаний составляет 20 – 25 кГц и выбрана по результатам многочисленных исследований как оптимальная для предотвращения образования отложений и не оказывающая негативного влияния на сварные швы и вальцованные соединения.

Электроразрядная очистка – метод сравнительно новый; в нашем случае он берёт начало от технологий, связанных с разрушением горных пород под воздействием электрического разряда. Благодаря серьёзной научно-исследовательской работе около 20 лет назад удалось создать технологию Стример 50/0,25, которая обладает уникальными возможностями по очистке котлов и теплообменников от накипи.

При воздействии слабых ультразвуковых колебаний на воду, которая содержит растворенные соли, образуется множество постоянно смещающихся центров кристаллизации, что затрудняет рост и осаждение кристаллов накипи на теплообменных поверхностях оборудования. В уже образовавшемся до начала применения ультразвукового оборудования слое накипи под воздействием ультразвуковых колебаний появляются микротрещины, которые, накапливаясь с помощью кавитации, приводят к разрушению имевшихся отложений и очистке оборудования. Шлам удаляется с током воды или продувкой.

Несмотря на такое разнообразие методов и средств борьбы с накипеобразованием, проблема остается актуальной, особенно для котельных в небольших городах, поселках, где или водоподготовки нет, или она не работает. В этом случае наиболее оптимальным выходом является применение безнакипных водогрейных котлов типа (КВ-ПВП). Эти котлы надежны и эффективны. Для предотвращения отложений на внутренних поверхностях теплообменных трубок значительно увеличена пристенная скорость движения воды за счет закрутки потока теплоносителя [4]. Закрутка теплоносителя происходит при переходе его из одной трубки в другую через тангенциально-щелевой элемент, позволяющий создать вращательно-поступательное (спиральное) движение воды. Такие котлы используются как для отопления и горячего водоснабжения, так и для сельскохозяйственного и промышленного производства. Преимущества этих котлов в том, что они работают без химводоподготовки и при жесткости воды до 12 мг-экв/кг, а также они устойчивы к накипеобразованию.

### Библиографический список

1. О накипи и методах борьбы с ней [Электронный ресурс] / ООО «Инновации Евросервис». – Режим доступа <http://inev.ru/?page=productions&id=51>.
2. Щелоков, В.Я. О магнитной обработке воды / В. Я. Щелоков // Новости теплоснабжения. 2002. – № 8 (24). – С. 41 – 42.
3. Водоподготовка: справочник / под ред. С.Е. Беликова. – М.: Акватерм, 2007. – 240 с.
4. Использование магнитного преобразователя накипи для повышения эффективности работы котлоагрегатов [Электронный ресурс] / И.Л. Верховинский, Н.Д. Наракидзе, Е.А.Кривобок // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2014. – № 5. – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-magnitnogo-preobrazovatelya-nakipi-dlya-povysheniya-effektivnosti-raboty-kotloagregatov> .

## КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В БАРОМЕМБРАНЫХ АППАРАТАХ ТРУБЧАТОГО ТИПА

С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий,  
А.В. Маркелов, А.Ф. Макарычев

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Предлагается при проектировании очистных сооружений на предприятиях для более полного удаления различных примесей, таких, как неорганические и органические соли, синтетические поверхностно-активные вещества, соли тяжелых металлов, нефтепродукты – добавлять стадию баромембранного разделения на трубчатых полимерных мембранах полисульфонового или фторплатового типа. Данная работа посвящена исследованиям, связанным с актуальной проблемой современности, – контролю процесса осадкообразования на поверхности полимерной полупроницаемой анизотропной мембраны при разделении стоков на компоненты с целью создания малоотходной технологии.

**Ключевые слова:** осадкообразование, концентрационная поляризация, очистка стоков, водоподготовка, микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация.

Баромембранные технологии с применением полимерных трубчатых мембран и фильтры на их основе – это инновационный вариант очистки стоков и водоподготовки для различных отраслей промышленности. Мембраны изготавливаются методом спекания при сверхвысокой температуре из металлокерамических материалов: сначала подложка (пористая структура), а затем керамический слой. На данный момент керамические мембраны могут считаться одним из самых эффективных методов водоподготовки и переработки стоков химической, текстильной и пищевой отраслей промышленности. Размер пор полимерных мембран от 0,5 до 0,05 мкм. Столь малые размеры пор позволят фильтровать большинство микроорганизмов, загрязнений и солей Mg и Ca. Мембраны для микрофльтрации имеют размер пор 0,2 – 1,5 мкм, для ультрафльтрации имеют размер пор от 0,05 мкм (минимальных размер пор микрофльтрационных мембран) до 10 нм (максимальный размер пор нанофльтрационных мембран) [1].

Основная сфера применения баромембранных технологий – выделение макромолекулярных веществ из растворов; при этом минимальный предел выделяемых растворенных веществ соответствует молекулярным массам в несколько тысяч Дальтон [2]. Для очистки стоков, водоподготовки и отделения растворенных органических и неорганических соединений с молекулярной массой от нескольких сотен до нескольких тысяч Дальтон (Да) применяется другой мембранный процесс – нанофльтрация. Ультрафльтрационные мембраны являются пористыми – следовательно,



задержка частиц определяется в основном формой и размером и пор. Транспорт растворителя в данном случае прямо пропорционален приложенному давлению. При микро- и ультрафильтрации протекают одинаковые мембранные явления и производится одинаковый принцип разделения. Однако ультрафильтрационные мембраны, в отличие от микрофильтрационных, имеют асимметричное строение. При этом гидродинамическое сопротивление определяется малой долей общей толщины мембраны для ультрафильтрации воды, тогда как при микрофильтрации, видимо, в гидродинамическое сопротивление вносит значительный вклад общая толщина мембраны. Толщина верхнего слоя ультрафильтрационной мембраны, как правило, равна не более 1 мкм.

Промышленное применение данных технологий – фракционирование макромолекул: крупные молекулы задерживаются мембраной, в то время как небольшие молекулы вместе с молекулами растворителя свободно проходят через мембрану. Для подбора ультрафильтрационных мембран, для доочистки сточных вод была применена концепция молекулярной массы «отсечения». Однако, кроме молекулярной массы на селективность ультрафильтрационных мембран значительное влияние оказывает явление концентрационной поляризации. К примеру, мембрана ультрафильтрации с отсечением 35 КДа полностью проницаема для солей Mg с массой молекулы 12,7 КДа. При этом в смеси солей Mg и Ca с  $Al_2SO_4$  (67КДа) будет задерживаться как соли магния, так и значительная часть солей кальция. Причина данного явления – концентрационная поляризация [3]. Мембрана непроницаема для смесеобразования (комплексобразования) и повышенной концентрации солей на поверхности мембраны, которая формирует на поверхности мембраны дополнительный слой, работающий как динамическая мембрана, задерживающая соли жесткости. Были проведены эксперименты по разделению различных растворенных веществ, таких, как линейные макромолекулы акрилатов или кубовых красителей, которые существенно влияют на характеристики мембранного отсечения в процессе ультрафильтрации. Следовательно, при подборе микрофильтрационных и ультрафильтрационных мембран для процесса обессоливания воды необходимо учитывать влияние концентрационной поляризации и распределение по молекулярным массам, характерное для большинства солей жесткости. Ультрафильтрация широко применяется в промышленности и лабораториях для решения задач, связанных с разделением, концентрированием, водоподготовкой и очисткой воды до параметров, необходимых для дальнейшего применения обессоленной воды в технологическом процессе.

Для решения существующих проблем в очистке воды от тяжелых металлов до низких концентраций ПДК предложен ряд комплексонов для очистных баромембранных станций, позволяющих вести промышленную очистку воды от взвешенных веществ, солей жесткости, тяжелых металлов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), и других компонентов, с целью получения норм, соответствующих

показателям дистиллированной воды, что во много раз дешевле, чем, например, позволяет метод выпаривания. Работа очистных баромембранных станций основана на новых комплексных технологиях очистки воды: электрофлотации и ультрафильтрации. Для дистилляции воды возможно применение метода нанофильтрации как финишной ступени обессоливания воды. Наиболее распространен метод, заключающийся в переводе растворимых веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с последующим отделением их в виде осадков [1].

В качестве реагентов используют гидроксиды кальция и натрия, сульфиды натрия, феррохромовый шлак, сульфат железа(II), пирит. Наиболее широко для осаждения металлов используется гидроксид кальция, который осаждает ионы металла в виде гидроксидов [3].

Наиболее эффективным для извлечения цветных металлов является сульфид натрия, т.к. растворимость сульфидов тяжелых металлов значительно ниже растворимости других труднорастворимых соединений – гидроксидов и карбонатов.

Сульфиды тяжелых металлов образуют устойчивые коллоидные системы, и поэтому для ускорения процесса их осаждения вводят коагулянты и флокулянты. Так как коллоидные частицы сульфидов имеют отрицательный заряд, то в качестве коагулянтов используют электролиты с многозарядными катионами – обычно сульфаты алюминия или трехвалентного железа, также их смеси. Соли железа имеют ряд преимуществ перед солями алюминия [3]:

- 1) лучшее действие при низких температурах;
- 2) более широкая область оптимальных значений pH среды;
- 3) большая прочность и гидравлическая крупность хлопьев;
- 4) возможность использовать для вод с более широким диапазоном солевого состава.

Создана установка и комплексная технология водоподготовки при оптимальном сочетании баромембранных методов разделения компонентов системы с классическими методами очистки. При наличии в исходной воде соединений хлора установка дополнительно комплектуется узлом дехлорирования.

К баромембранным процессам для осуществления разделения стоков на компоненты в промышленных масштабах предъявляются особые требования, определяемые возможностью их изготовления и условиями эксплуатации. Дополнительная секция для осуществления баромембранных процессов должна иметь большую поверхность мембран в единице объема аппарата и быть простой в сборке и монтаже ввиду необходимости периодической смены полимерных трубчатых мембран [4]. При движении по секциям и элементам аппарата жидкость должна равномерно распределяться над мембранной поверхностью и иметь достаточно высокую скорость течения для уменьшения влияния концентрационной поляризации. Перепад давления в аппарате должен быть по возможности небольшим. Необходимо выполнение всех требований, связанных с работой аппаратов при

повышенных давлениях: обеспечение механической прочности, герметичности и т.д. Для регенерации поверхностно-активных компонентов растворов рассмотрим трубчатые мембранные аппараты и агрегат для ультра- и микрофльтрации [5].

Трубчатые аппараты состоят из пористых трубок диаметром 5–20 мм. Материал, который служит мембраной, наносится на поверхность трубки (внутреннюю или наружную). Плотность упаковки у такого типа аппаратов также небольшая: 60–200 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Возможно на очистных сооружениях автотранспортных предприятий применение и других схем установок. Например, чтобы увеличить коэффициент выхода фильтрата, может быть использовано последовательное соединение модулей. Раствор концентрата из первой ступени служит исходной водой для второй ступени. Промежуточного насоса не требуется, поскольку давление на выходе из первой ступени незначительно отличается от давления на впуске во вторую ступень (потери напора – 0,2 – 0,3 МПа). Системы такого типа обычно называют «ступенчатым концентратором» [6]. Они способны обеспечивать коэффициент выхода фильтрата 70 – 90% (для двух- или трехступенчатых установок) без заметного увеличения коэффициента поляризации. Увеличение полезной производительности аппарата и системы в целом достигается компоновкой элементов в модули, содержащие от 1 до 9 расположенных последовательно друг за другом элементов. Из каждого элемента пермеат поступает в сборную трубку, а концентрат направляется в следующий элемент, то есть по пермеату модули установлены параллельно, а по концентрату – последовательно. В других случаях, например для производства ультрачистого раствора, может быть использована двухступенчатая обработка. Очищенный раствор с первой ступени подается насосом на вторую ступень, где повторно регенерируется, чем достигается более глубокая степень деминерализации. Экономичность сооружений оптимизируется также за счет включения аппаратов последовательно, за счет рециркуляции и пермеата, и концентрата – смешивания того или иного потока с исходной водой. Стоки, содержащие загрязняющие примеси, часто не способны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и нуждаются в доочистке. Отработанные компоненты собирают и очищают от загрязняющих примесей с применением полимерных мембран типа ПСА или Ф-1 [7,8].

В этих условиях назрела задача внедрения контроля качественных показателей стоков непосредственно на предприятиях технического сервиса. Для ее решения предпочтительно использовать экспресс-методы оценки физико-химических показателей.

В настоящее время ряд отечественных и зарубежных фирм выпускают экспресс-приборы для определения остаточных примесей стоков предприятий. Они различаются между собой количеством определяемых показателей, точностью измерений, надежностью, оперативностью проведения контроля качества.

В качестве браковочных показателей стоков можно рассматривать изменение кинематической вязкости, содержание воды, снижение ХПК, щелочное число, содержание примесей нерастворимых в бензине и др.

Экспресс-оценка отработанных стоков имеет ряд существенных преимуществ – значительно уменьшаются расходы на лабораторные исследования.

Современные приборы для определения концентрации примесей имеют сложную конструкцию, большие габариты и длительное время измерения.

В результате исследования разработана оригинальная методика, предназначенная для определения массовой концентрации примесей в стоках автотранспортных предприятий непосредственно на месте отбора проб колориметрическим способом с использованием фотоколориметра «Экотест-20202».

Методика позволяет провести экспресс-анализ стоков предприятий в течение 15 – 20 минут.

### **Библиографический список**

1. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. – М.: Химия, 1996. – 245 с.
2. Каталог ВНИИСС и НИИТЭХИМ. Мембраны и мембранная техника. – Черкассы, 2015. – С. 17 – 18.
3. Осадчий Ю.П., Блиничев В.Н. Баромембранная очистка сточных вод, содержащих пигменты и кислотные красители // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. Иваново: ИГТА, 2007. – №5. – С. 64 – 66.
4. Карелин Ф.Н. Обессоливание воды обратным осмосом. М.: Стройиздат, 1998. – 208 с.
5. Дубяга В.П., Перепечкин Л.П., Каталевский Е.Е. Полимерные мембраны. – М.: Химия, 1981. – 232с.
6. Дытнерский Ю.И. Баромембранные процессы. – М.: Химия, 1986. – 245 с.
7. Масленников В.А., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В. Обоснование периодичности технических обслуживаний фильтрационных установок при изменении пропускной способности рабочих элементов // Ауезовские чтения -10: материалы Международной научно-практической конференции / Юж.-Казахстан. гос. универ. – Шымкент, Казахстан, 2011. – С.70 – 72.
8. Федосов С.В., Масленников В.А., Маркелов А.В. Осадчий Ю.П. Ресурсосберегающая технология при технической эксплуатации строительной техники (статья) // Вестник МГСУ, М.: 2012, №2. – С.104 – 108.

## К ВОПРОСУ О РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий,  
А.В. Маркелов, Д.А. Павлов, М.В. Петров,  
Д.А. Лаврентьев, Е.В. Самарин

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Предлагается при регенерации отработанного моторного масла строительных машин получать такие показатели, которые приближают как синтетическое, так и минеральное масло к базовому варианту. Разработано математическое описание влияния перепада давления, температуры и скорости потока разделяемой жидкости на проницаемость мембран. Предложена математическая модель процесса ультрафильтрации отработанных моторных масел, содержащих асфальто-смолистые компоненты, в зависимости от увеличения сопротивления слоя геля на поверхности мембраны, от времени ведения процесса разделения.

**Ключевые слова:** регенерация, моторное масло, строительные машины.

При строительстве промышленных и гражданских сооружений, дорог и аэродромов в России используется несколько сотен тысяч единиц строительной техники. Силовые агрегаты строительной техники требуют периодической замены смазывающей жидкости с целью продления срока службы и уменьшения износа деталей. Одним из важных направлений создания ресурсосберегающих технологий при эксплуатации строительной техники является переработка отработанного моторного масла с целью его повторного использования.

Так, по официальным статистическим данным только в г. Москве за год образуется порядка 50 тыс. тонн отработанного моторного масла, из которых перерабатывается чуть больше 40% [1]. Технологические процессы переработки отработанных моторных масел должны быть малоотходными, экологически чистыми и экономически выгодными для привлечения внимания к этой проблеме предпринимателей и производителей нефтепродуктов [2].

В ближайшие годы можно ожидать увеличения количества автомобильного транспорта при одновременном увеличении потребления моторных масел. В настоящее время производство моторного масла в мире оценивается в 15 млн. тонн в год, поэтому в развитых странах Европы и Америки разработан ряд ресурсосберегающих и организационно-экономических мероприятий, направленных на снижение прироста его потребления. По этой причине отработанные моторные масла нужно рассматривать в качестве сырьевой базы для производства нефтепродуктов.

Существующие и успешно реализованные в настоящее время производства по переработке отработанных масел в Европейском Союзе и США, основанные на химических и физико-химических процессах, требуют больших капитальных вложений, и не все из них в полной мере отвечают требованиям безотходности и экологической безопасности [3].

Отработанные моторные масла представляют собой сложные многокомпонентные смеси, особенностью которых является наличие в них моюще-диспергирующих присадок. Эти присадки предназначены для предотвращения коагуляции вредных примесей, образующихся в процессе старения моторного масла. Поэтому традиционные способы очистки (фильтрование, сепарация, адсорбция) оказываются малоэффективными.

На сегодняшний день созрела необходимость в создании новых технологических процессов, которые должны проводиться без отрыва от решения проблем по снижению вредного воздействия на окружающую среду.

Анализ результатов фундаментальных исследований показал, что без использования мембранной науки и мембранных процессов разделения реализация многих критических технологий требует больших материальных и временных затрат. Современные мембранные процессы отличаются высокой селективностью, низкими энергозатратами, простотой аппаратного оформления, служат основой создания малоотходных технологий, они способны «навести мост» через пропасть, разделяющую промышленность и чистоту окружающей среды. Данные методы просто не могут иметь негативных последствий, поскольку они безреагентны и имеют высокую плотность упаковки мембранных блоков [4].

В последнее время во всем мире мембраны применяют для обессоливания морской воды, очистки сточных вод с целью выделения ценных компонентов, для концентрирования, очистки и разделения растворов высокомолекулярных соединений в различных отраслях промышленности, в том числе и в нефтехимической. Несмотря на технологическую компактность, экономичность и минимальное энергопотребление этих методов, потенциал баромембранных процессов используется не в полной мере.

Причина заключается в недостаточной изученности особенности взаимодействия между мембраной и сложной системой, содержащей асфальто-смолистые соединения, коллоидальные кокс и сажу, различные соли, кислоты, а также металлическую пыль и стружку, минеральную пыль, волокнистые и поверхностно-активные вещества, воду и др. – это является актуальной задачей при восстановлении свойств и повторном использовании отработанных моторных масел. Таким образом, исследование нового способа переработки отработанных моторных масел, основанного на применении баромембранных процессов, является актуальным.

Предлагается создание способа для восстановления физико-химических свойств отработанных моторных масел, содержащих асфальто-смолистые примеси, с помощью ультрафильтрационных мембран, с повторным использованием пермеата и концентрата. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:



- теоретически и экспериментально обосновано применение ультрафильтрационного процесса с использованием отечественных полимерных полупроницаемых мембран типа УФФК, ПСА, ПС для разделения отработанных моторных масел, содержащих асфальто-смолистые дисперсии;
- определена степень влияния внешних факторов на качественные и количественные характеристики пермеата и концентрата;
- разработано математическое описание влияния перепада давления, температуры и скорости потока разделяемой жидкости на проницаемость мембран;
- разработана математическая модель процесса ультрафильтрации отработанных моторных масел, содержащих асфальто-смолистые компоненты, в зависимости от увеличения сопротивления слоя геля на поверхности мембраны, от времени ведения процесса разделения;
- предложена технологическая схема и режим разделения отработанных моторных масел на компоненты с получением пермеата (восстановленного базового моторного масла), который можно использовать повторно для производства товарного масла или печного топлива, и концентрата (асфальто-смолистых примесей), который можно использовать для производства строительных битумов.

Научная новизна, полученная в результате исследования, заключается в следующем:

- проведены экспериментальные исследования процесса регенерации отработанных моторных минеральных масел методом ультрафильтрации и получена зависимость влияния гелевой поляризации на сопротивление переноса дисперсной среды через полимерные полупроницаемые мембраны на основе фторопласта, полисульфонамида и полисульфона [5];
- получена зависимость влияния перепада давления, температуры, скорости течения жидкости над мембраной на проницаемость моторного минерального масла для полупроницаемой полимерной ультрафильтрационной мембраны марки УФФК методом полного факторного эксперимента [6];
- разработана математическая модель разделения отработанных минеральных моторных масел от асфальто-смолистых примесей методом ультрафильтрации, позволяющая рассчитать изменение концентрации асфальто-смолистых примесей и удельной производительности мембран во времени, учитывающая сопротивление слоя геля на границе разделения фаз [7];
- поставлена и решена задача для определения потери давления по длине трубчатого мембранного модуля в процессе разделения отработанного моторного масла [8].

При решении задач данной научной работы получена следующая практическая ценность:

- на основе математической модели предложена методика инженерного расчета установки для ультрафильтрации отработанного моторного масла [9];
- создана технология восстановления отработанных моторных масел, содержащих асфальто-смолистые примеси, с повторным использованием пермеата для производства товарного моторного минерального масла, а предложенный на ее основе способ использования концентрата для производства строительных битумов позволяет получить ожидаемый экономический эффект для предприятия ООО «Ойл Сервис» около 2 млн. руб. в год.

Использование ультрафильтрационной установки приводит к снижению отрицательного воздействия отработанных моторных масел, содержащих токсичные примеси, на окружающую среду. Величина предотвращенного экологического ущерба для предприятия ООО «Ойл Сервис» оценивается в 100 тыс. руб. в год.

### Библиографический список

1. Организация сбора отработанных смазочных материалов в странах ЕЭС и России / И. Юзефович, В. М. Школьников, М. Р. Петросова и др. // Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов: сб-к тезисов Междунар. науч.-практ. конф. и выставки. 26 – 28 ноября 2003 г. – М.: РЭФИА, НИА- Природа, 2003. – С. 33 – 34.

2. Мельникова, Н.В. Правовые аспекты регулирования в области отработанных масел и их утилизации / Н.В. Мельникова // Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов: сб-к тезисов Междунар. науч.- практ. конф. и выставки. 26 – 28 ноября 2003 г. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2003. – С. 25 – 28.

3. Российская автотранспортная энциклопедия. В 3 т. Т. 3. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств: справ. и науч.-практ. пособие для спец. отрасли «Автомобильный транспорт» для студентов и науч. сотр. профильных учеб. заведений, НИИ / гл. науч. ред. Е.С. Кузнецов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2001. – 461 с.

4. Платэ, Н.А. Мембранные технологии – авангардное направление XXI века / Н.А. Платэ // Критические технологии. Мембраны. – 1999. – № 1. – С. 4–13.

5. Ресурсосберегающая технология при технической эксплуатации строительной техники / С. В. Федосов, В. А. Масленников, А. В. Маркелов и др. // Вестник МГСУ. – М.: МИСИ-МГСУ, 2012. – № 2. – С. 104 – 108.

6. Определение параметров ведения процесса регенерации отработанного моторного масла с помощью мембран на основе экспериментально-статистической модели / С.В. Федосов, В.А. Масленников, А.В. Маркелов и др. // Вестник МГСУ. – М.: МИСИ-МГСУ, 2013. – №2. – С. 73 – 80.

7. Математическая модель процесса разделения отработанного моторного масла на компоненты ультрафильтрацией / А.В. Маркелов, В.А. Масленников, Ю.П. Осадчий и др. // Приволжский научный журнал. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского гос. архит.- строит. ун-та, 2013. – № 3. – С. 39 – 45.

8. Влияние потери давления на процесс ультрафильтрации отработанных моторных масел строительных машин / С.В. Федосов, В.А. Масленников, А.В. Маркелов и др. // Вестник гражданских инженеров. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского гос. архит.-строит. универ., 2013. – №.4. – С. 73 – 77.

9. Пат. 129926. Российская Федерация, МПК В01D 36/00 (2006.01). Мембранное устройство для регенерации отработанных масел / А.В. Маркелов, А.В. Постников, Ю.П. Осадчий и [др.]; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет» (ИГХТУ), RU – № 2013100584/04; заявл. 09.01.2013.; опубл. 10.07.2013, бюл. №19. – 2 с.: ил.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

**Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова,  
М.Е. Гевак, К.Д. Розникова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Работа посвящена созданию технологии, позволяющей снабжать потребителей малых населенных пунктов водой питьевого качества. Обоснована эффективность применения мембранных систем подготовки воды питьевого качества с минимальными эксплуатационными затратами. Предложена технологическая схема водоподготовки.

**Ключевые слова:** качество воды, водоподготовка, мембранные технологии, технико-экономический анализ, технологическая схема водоподготовки.

Злободневной проблемой современности стало ухудшение качества природных вод и состояния водных систем в результате возросшей антропогенной деятельности. Накопление и рассеяние веществ антропогенного происхождения не оставили в стороне пресноводные экосистемы, качество воды которых существенно изменилось за последние десятилетия.

Считается, что определяющий вклад в загрязнение водной среды вносит деятельность промышленных предприятий, которые направляют свои сбросы в реки и океаны. Не меньший вклад в загрязнение водной среды вносит современное сельское хозяйство с интенсивным использованием удобрений средств защиты растений. Сбросы коммунально-бытовых вод играют тоже определенную роль в формировании качественного и количественного состава поверхностных вод.

Россия располагает более чем 20% мировых запасов пресных поверхностных и подземных вод и несёт огромную ответственность перед мировым сообществом за их рациональное использование. Но это вовсе не значит, что эта вода – качественная.

Каждый год более 5 млн. человек в мире умирает от болезней, вызванных непригодной для питья водой. В России каждый второй житель вынужден пить воду, микробиологические и санитарно-химические параметры которой не отвечают гигиеническим нормативам.

В Водной стратегии РФ на период до 2020 года отмечено наличие основных проблем водных ресурсов:

- нерациональное использование водных ресурсов;
- наличие в отдельных регионах РФ дефицита водных ресурсов;
- несоответствие качества питьевой воды, потребляемой значительной частью населения, гигиеническим нормативам.

Данная работа посвящена созданию технологии, позволяющей снабжать потребителей малых населенных пунктов водой питьевого качества. На сегодняшний день это сложная задача: с одной стороны – ужесточение требований, предъявляемых СанПиН к питьевой воде [1], а с другой – ухудшение состояния источников водоснабжения.

Целью работы являлось обоснование эффективности применения мембранных систем подготовки воды питьевого качества с минимальными эксплуатационными затратами [2].

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

- продемонстрированы преимущества мембранной технологии для подготовки воды питьевого качества перед традиционно используемыми для этой цели фильтрами, показавшей высокий экономический эффект за счет уменьшения эксплуатационных затрат;
- разработан метод выбор мембранного разделения (УФ или НФ);
- определены оптимальные параметры работы мембранных установок, соответствующие минимальным эксплуатационным затратам и обеспечивающие требуемое качество очищенной воды в зависимости от качества исходной воды.

Результаты работы состоят в следующем:

1. Представлена компьютерная программа [3], которая позволяет в зависимости от состава исходной воды выбрать оптимальный тип мембран, обеспечивающий требуемое качество очищенной воды, соответствующее требованиям СанПиН, а также выбрать оптимальные значения рабочих параметров установок; величины рабочего давления и выхода фильтрата.

2. Для прогнозирования содержания в очищенной воде растворенных органических веществ и оценки эффективности очистки по окисляемости использован спектрофотометрический анализ.

3. Разработана методика, позволяющая проводить технико-экономический анализ и сравнение различных технологий, применяемых для подготовки воды питьевого качества.

4. Проведена оптимизация выбора типа ультрафильтрационных мембран (по их пористости) на основе оценки скорости закупорки взвешенными и коллоидными частицами.

Благодаря полученным результатам может быть выбран оптимальный тип нанофильтрационных мембран, соответствующий минимуму затрат на очистку исходной воды. Выбор оптимальных типов ультрафильтрационных мембран основан на выборе величин пор, что позволяет сократить расход воды на промывку мембранных аппаратов.

Результаты работы были использованы при разработке комплекса водоочистных сооружений для одного из городов Ивановской области [4].

Для доведения показателей качества воды до требований СанПиН предложена технологическая схема водоподготовки, включающая следующие основные элементы: насосную группу для подачи воды на станцию водоподготовки, напорные фильтры предварительного осветления воды, узел озонирования воды, емкости для обеспечения необходимого

времени контакта озона с водой, насосную группу для подачи воды на блок фильтрования, блок ультрафильтрационных модулей.

Основным процессом обезжелезивания воды, используемым в данной установке, является озонирование с последующей фильтрацией на ультрафильтрационных мембранах.

В качестве альтернативной выбрана схема станции обезжелезивания и стерилизации воды, состоящая из 4 модулей водоподготовки. Модуль включает в себя фильтр грубой очистки с модулем автоматической промывки, предназначенный для очистки воды от крупных механических примесей, песка, глины. Далее происходит подача в воду озона, наработанного в генераторе озона, и радикалов ОН\*. Затем вода проходит через контактную камеру, где происходит интенсивное растворение озона и окисление нежелательных примесей. После вода попадает в аэрационную колонну, оснащенную клапаном – газоотводчиком, где также происходит растворение озона, а непрореагировавший и нерастворившийся газ отводится на деструктор остаточного озона. Затем вода подается на фильтр тонкой очистки с каталитической загрузкой, где происходит осаждение окисленных ранее примесей. После этого очищенная вода проходит через мешочный фильтр и поступает в накопительные резервуары.

Для определения наилучшего варианта было произведено технико-экономическое сравнение выбранных вариантов схем станции обезжелезивания. Расчеты показали, что более выгодным вариантом является схема с применением ультрафильтрационных мембран.

### **Библиографический список**

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – М.: Минздрав РФ. – 2002.

2. Водоподготовка: справочник / под ред. С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

3. Крупнов Е.И., Кормашова Е.Р., Ковшиков Р.С., Захарченко А.С. Анализ проблем очистки воды озонированием // Информационная среда вуза: материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 420 – 423.

4. Ковшиков Р.С., Коротких В.Н., Захарченко А.С. Методы очистки подземных вод // Поиск-2017: материалы межвуз. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 483 – 484.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ EPANET В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

**Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова,  
М.Е. Гевак, К.Д. Розникова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрены вопросы использования компьютерной программы EPANET при выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ студентами, обучающимися по направлению «Строительство» (профиль «Водоснабжение и водоотведение»).

**Ключевые слова:** курсовое и дипломное проектирование, моделирование и расчет водопроводных сетей, компьютерная программа EPANET.

При выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ студенты, обучающиеся по направлению «Строительство» (профиль «Водоснабжение и водоотведение»), все чаще используют программный продукт EPANET.

EPANET – это компьютерная программа, которая осуществляет моделирование гидравлического режима и качества воды за длительный период в напорной трубопроводной сети и предназначена для гидравлического анализа напорных трубопроводных сетей, а также для моделирования процессов трансформации химических соединений в воде [1].

EPANET обеспечивает интегрированную окружающую среду для редактирования сетевых входных данных, управления моделированиями гидравлического режима и качества воды и просмотра результатов во множестве форматов. EPANET обеспечивает полностью оборудованный и длительный период гидравлического анализа, который может обращаться с системами любого размера. Пакет также поддерживает моделирование пространственно и временно изменяющейся водопотребности, насосы постоянной или переменной скорости и незначительную потерю давления для изгибов и деталей. Моделирование предоставляет информацию, такую, как потоки в трубах, давление в соединениях, распространение загрязнителя, концентрации хлора в водном растворе.

Преимущества программы при гидравлическом моделировании [2]:

- отсутствуют ограничения на размер водораспределительной сети;
- потери напора могут рассчитываться по формулам Хейзена–Вильямса, Дарси – Вейсбаха или Чези – Маннинга;
- учитываются местные потери напора в фитингах и трубопроводной арматуре;



- моделируются насосы с постоянной скоростью вращения или частотно регулируемые;
- рассчитывается энергопотребление насосов и эксплуатационные затраты;
- моделируются различные типы трубопроводной арматуры, включая отсечные задвижки, обратные клапаны, арматуру для плавного/ступенчатого регулирования давления и расхода;
- накопители могут иметь любую форму (например, диаметр может изменяться с высотой);
- учитываются различные категории узловых расходов, каждый из которых может изменяться во времени независимо от других;
- моделируется истечение воды из насадок (форсунок и спринклеров);
- могут использоваться как простые управляющие алгоритмы, основанные на таймерах или уровне воды в резервуаре, так и более сложные алгоритмы, работающие на основе правил.

Преимущества программы при моделировании качества воды:

- моделируется движение неактивной метки по системе трубопроводов на протяжении заданного отрезка времени;
- моделируется движение и концентрация реактивных соединений (например, хлорорганических соединений) на протяжении заданного отрезка времени;
- моделируется гидравлическое время пребывания воды в сети;
- определяется процент расхода через данный узел, достигающий других узлов на протяжении заданного отрезка времени;
- моделируются реакции в толще воды (объемные реакции) и на стенах трубопроводов (поверхностные реакции);
- моделируются объемные реакции любого порядка и поверхностные реакции нулевого или первого порядка;
- учитываются ограничения массопереноса при моделировании поверхностных реакций;
- имеется возможность установить ограничение по концентрации для реакций роста или распада;
- программа позволяет задать глобальные скорости реакций, которые могут быть отдельно изменены для отдельного трубопровода;
- обеспечивается корреляция скорости поверхностных реакций и шероховатости трубопроводов;
- моделируются различные гидравлические режимы в накопителях: смеситель, вытеснитель, два резервуара.

Программа EPANET отслеживает расход воды в каждой трубе, давление в каждом узле, напор воды в каждом резервуаре и концентрацию химических веществ по всей сети в течение периода моделирования, состоящего из множества временных отрезков. Также можно произвести моделирование периода пребывания воды в сети и мониторинга источника. Программа спроектирована как исследовательский инструмент с целью

улучшить понимание состояния и движения питьевой воды в распределительной системе. Программа может быть использована для различных приложений при анализе распределительной системы.

EPANET может помочь оценить альтернативную стратегию управления по улучшению качества воды в сети. Сюда может войти изменение источника при наличии нескольких источников, изменение режима работы насосов и наполнения/освобождения резервуаров, применение дополнительных способов очистки, например, повторное хлорирование в резервуарах, замена и очистка труб.

Программа EPANET запускается под Windows и предоставляет возможность редактирования исходных данных, запуска гидравлической модели и модели качества воды и просмотра результатов в различных форматах. Сюда входят карты с цветовой маркировкой, таблицы, графики и контурные схемы.

Визуальный сетевой редактор EPANET упрощает процесс строительства моделей сети трубопровода и редактирования их свойств. Эти различные типы данных, сообщая об инструментах визуализации, используются, чтобы помочь анализировать сети, которые включают графические взгляды, табличные взгляды и специальные доклады.

Сетевое решающее устройство гидравлики, используемое EPANET, использует «Метод Градиента», который является вариантом метода Ньютона – Рафсона.

EPANET доступен и как автономная программа, и как общедоступный набор инструментов. Его вычислительный двигатель используется многими компаниями – разработчиками программного обеспечения, составляющими собственные пакеты.

### **Библиографический список**

1. Электронный ресурс: <http://www.vodaportal.com/epanet-ru> .
2. Электронный ресурс: <https://epanet.software.informer.com> .

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА

**Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова,  
М.Е. Гевак, К.Д. Розникова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрены вопросы совершенствования технологии хлорирования природных вод посредством дробного введения реагента в процессе хлорирования, позволяющего снизить количество образующихся токсичных хлорорганических соединений в питьевой воде.

**Ключевые слова:** водоподготовка, обеззараживание воды, хлорирование, дробное введение реагента, технико-экономический анализ, технологическая схема водоподготовки.

В технологии водоподготовки обеззараживание воды является одной из основных стадий. От эффективности и безопасности технологии обеззараживания воды, применяемой на водоочистных станциях, зависит здоровье и санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Источниками водоснабжения во многих крупных населенных пунктах Российской Федерации являются поверхностные водоемы, загрязнение которых увеличивается с каждым годом. Проблема загрязнения поверхностных водоисточников в условиях массового строительства современных жилых комплексов, а также развития зон малоэтажной застройки достигла огромных масштабов. Объекты жилищного строительства многократно увеличивают объемы загрязненных стоков, которые подвергаются очистке с использованием устаревших и малоэффективных технологий, а в отдельных случаях стоки сбрасываются в водные источники без очистки, нанося непоправимый ущерб окружающей природной среде и, как следствие, здоровью населения. Это особенно актуально для градостроительных комплексов, имеющих большую протяженность вдоль основных водных объектов.

Состояние действующих водопроводных сетей в стране часто не отвечает санитарным нормам, т.к. их износ уже достиг критического уровня. Такая ситуация значительно осложняет процесс получения питьевой воды, отвечающей установленным требованиям по микробиологическим показателям качества. В связи с этим вопрос обеззараживания природных вод является актуальным и требует поиска эффективных и экономически целесообразных решений в технологии водоподготовки.

Использование хлорсодержащих реагентов в целях дезинфекции природной воды ведет к образованию вторичных хлорорганических

соединений, которые попадают в водные объекты, отравляя ее в концентрациях, в сотни раз превышающих предельно допустимые, и способны не разрушаться в течение длительного времени [1].

При увеличивающемся антропогенном воздействии на водные источники дозу хлора при подготовке питьевой воды приходится увеличивать, что приводит к образованию канцерогенных и мутагенных веществ, опасных для здоровья человека. Таким образом, снижение количества хлорорганических соединений посредством совершенствования технологии хлорирования за счет дробного введения реагента на протяжении водопроводной сети является исключительно актуальным [2].

Целью работы являлось совершенствование технологии хлорирования природных вод посредством дробного введения реагента в процессе хлорирования, позволяющего снизить количество образующихся токсичных хлорорганических соединений в питьевой воде.

Для достижения данной цели проведен анализ современных методов обеззараживания природных вод; исследовано качество природной воды, используемой для хозяйственно-питьевых целей; установлена барьерная роль очистных сооружений; изучено влияние качественного состава природной воды и дозы вводимого хлора на процесс образования галогенорганических соединений при первичном и вторичном хлорировании питьевых вод; проведено сравнительное определение концентраций хлорорганических соединений при совместном обеззараживании воды озоном, ультрафиолетом и хлором; разработана реагентосберегающая технология дробного хлорирования хозяйственно-питьевой воды; проведены расчеты по технико-экономическому обоснованию метода дробного хлорирования.

Обеззараживание воды – мероприятия, в ходе которых происходит уничтожение микроорганизмов и вирусов, вызывающих инфекционные заболевания.

В настоящее время в практике водоподготовки используются следующие методы обеззараживания питьевой воды:

- хлорирование;
- озонирование;
- ультрафиолетовое излучение.

В большинстве развитых стран 98,6% питьевой воды подвергается хлорированию. Озонирование составляет только 0,37%, остальные методы – 0,75%.

Каждый из этих методов позволяет избавиться от любых вредоносных микроорганизмов определенным способом. К примеру, химические методы работают с помощью специальных реагентов, которые добавляют в воду именно с целью обеззараживания. Это хлорирование, озонирование, применение гипохлорита натрия, серебра, кремния и многих других веществ, которые помогают либо избавиться от «вредителей» либо как минимум затормозить их размножение. Безреагентные методы – обеззараживание воды с применением физического безреагентного воздействия на жидкость. Это УФ-излучение, электроимпульсное обеззараживание и прочие подобные способы.

Хлорирование воды является надежным средством, предотвращающим распространение эпидемий, так как большинство патогенных бактерий (бациллы брюшного тифа, туберкулеза и дизентерии, вибрионы холеры, вирусы полиомиелита и энцефалита) весьма нестойки по отношению к хлору. Спорообразующих бактерий хлор не уничтожает, что является одним из недостатков этого метода обеззараживания.

Эффект подавления бактериальной жизни при хлорировании зависит от дозы введенного хлора и продолжительности контакта его с водой. Поэтому хлоропоглощаемость одной и той же воды, равная суммарному расходу хлора на окисление микроорганизмов, органических и неорганических примесей, – величина переменная, зависящая от дозы введенного хлора, продолжительности контакта, величины рН, температуры воды и др.

Очевидно, что доза вводимого хлора должна быть больше величины хлоропоглощаемости на величину остаточного хлора, присутствие которого является гарантией того, что окисление бактерий и органических веществ в воде практически завершено. Связь между дозой введенного в воду хлора и содержанием остаточного хлора может иметь прямолинейный характер или ярко выраженный излом.

**Преимущества и недостатки метода хлорирования.**

Преимущества:

- простота метода;
- эффективность хлорирования;
- одновременное окисление железа и марганца;
- «попутное» удаление неприятного привкуса и запаха воды;
- предотвращение роста водорослей и биообрастания фильтров;
- высокая экономичность метода (по сравнению с озонированием).

Недостатки:

- повышенные требования к условиям хранения и перевозке хлорсоединений;
- необходимость соблюдения строгих мер безопасности;
- образование побочных продуктов (ТГМ);
- потенциальная угроза здоровью человека в случае утечки хлорсоединений.

### **Библиографический список**

1. Красильников Е.Г., Крупнов Е.И. Дезинфекция ионами серебра и меди // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК-2016): сб-к материалов межвузов. науч.-техн. конф. асп. и студ. (с международным участием). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Ч. 2. –С. 515–516.
2. Красильников Е.Г., Крупнов Е.И., Тимошин Л.И. Метод бесконтактной активации жидкости // Информационная среда вуза: материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 408–411.

## ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Н.В. Виноградова, Е.И. Крупнов,  
М.Е. Гевак, К.Д. Розникова**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В работе рассмотрены вопросы использования технологий очистки сточных вод, образующихся на автотранспортных предприятиях, позволяющих снизить количество потребляемой воды за счет организации системы оборотного водоснабжения.

**Ключевые слова:** автотранспортные предприятия, оборотное водоснабжение, технологические схемы очистки сточных вод, технико-экономическое сравнение.

С масштабами урбанизации в настоящее время объекты городского хозяйства оказывают большое влияние на экологическое состояние города. Значительный вклад в загрязнение вносит автомобильный транспорт. В связи с ежегодным увеличением городского автопарка появляется большое количество предприятий по обслуживанию автомобилей, которые оказывают негативное воздействие на компоненты городской среды. Одним из источников загрязнения окружающей среды являются автомойки. В результате деятельности автотранспортных предприятий (АТП) образуется большое количество сточных вод от мойки автомобилей. Отработанная вода содержит взвешенные вещества, ПАВ и нефтепродукты в количествах, превышающих допустимые для слива в канализацию. В настоящее время государством предъявляются жесткие требования к воде, поступающей в городскую систему канализации. Поэтому на автотранспортных предприятиях, имеющих автомойки, рассматривается необходимость установки локальных очистных систем, позволяющих довести отработанную воду до требуемых нормативов. Подбор очистного оборудования проводится с целью соблюдения водного законодательства РФ, а также экономии водного ресурса путем использования оборотной системы водоснабжения [1].

По технологическому назначению процессы очистки вод АТП подразделяются на пять групп: 1-я группа – процессы извлечения примесей из сточных вод; 2-я группа – процессы превращения примесей сточных вод; 3-я группа – процессы обезвреживания примесей; 4-я группа – комбинированные процессы; 5-я группа – процессы интенсификации очистки сточных вод [2].

При очистке сточных вод, образующихся на АТП, возможно применение нескольких процессов, имеющих одно и то же технологическое назначение. Поэтому при выборе наиболее рационального метода следует учитывать и другие факторы, влияющие на экологические, экономические, энергетические и эксплуатационные характеристики как отдельного процесса, так технологической схемы в целом. К основным факторам относятся: фазово-дисперсное состояние удаляемых из сточных вод компонентов; природа, механические, физические, химические и биологические свойства загрязняющих веществ; их концентрация;

расход поверхностного стока и требования к качеству очищенной воды. Принимаются также во внимание климатические, сейсмические и другие природные условия; квалификация персонала очистных сооружений; наличие сервисных служб по обслуживанию водоочистного и вспомогательного оборудования; возможность приобретения и доставки необходимых расходных материалов и реагентов; требования к отходам, образующимся в процессе очистки сточных вод, и другие факторы. При выборе из нескольких возможных вариантов наиболее рационального процесса очистки в конкретных условиях формирования и отведения поверхностного стока следует учитывать, в первую очередь, фазово-дисперсное состояние загрязняющих веществ.

Для извлечения загрязняющих ингредиентов из воды в зависимости от их фазово-дисперсного состояния можно выделить те процессы, которые могут быть применены в технологической схеме. При этом данные процессы следует разделить на одностадийные и многостадийные (комплексные) процессы, когда первоначально применяются процессы превращения примесей, а затем процессы их извлечения.

При выборе одного из комплексных процессов очистки от примесей молекулярной и ионной степени дисперсности необходимо учитывать возможные комбинации процессов превращения и извлечения загрязняющих веществ. Двухстадийные процессы очистки поверхностного стока от молекулярных и ионных компонентов эффективны, если в результате фазовых превращений примесей образуются грубодисперсные нерастворенные соединения. Трехстадийный процесс должен быть применен при формировании в очищаемом стоке после первой стадии обработки высокодисперсных и ультрадисперсных частиц [3].

С учетом многокомпонентности состава отработанной воды на практике применяются многоступенчатые технологические схемы, обеспечивающие требуемое качество очищенной сбросной воды. В общем виде технологические схемы могут быть представлены блок-схемами, в которых каждый отдельный блок предназначен для выполнения определенной технологической или вспомогательной функции независимо от применяемых процессов очистки и модификации водоочистного оборудования.

Система оборотного водоснабжения, как правило, включает в себя сборник – резервуар сточной воды, откуда она насосами подается на установки очистки от взвешенных частиц и нефтепродуктов. После фильтрации очищенная вода поступает в сборник-резервуар чистой воды, из которого она забирается насосами для мойки автомобилей.

Основными загрязнителями производственных сточных вод автотранспортных предприятий являются нефтепродукты и взвешенные частицы; других каких-либо химических веществ в них содержится ничтожно малое количество, что упрощает процесс очистки. Существующие очистные сооружения для улавливания взвешенных частиц и остатков нефтепродуктов, в основном действующие по методу флотационной очистки (основанному на прилипанию частиц нефти или других загрязнений к пузырькам воздуха, которыми искусственно насыщают сточные воды, и всплывании образующегося комплекса), сложны, требуют реагентной обработки воды с применением коагулянтов (сернокислого алюминия или сернокислого железа и др.), не обеспечивают надежного качества очистки воды.



Для размещения таких очистных сооружений требуются значительные территории, выделить которые в условиях действующего автотранспортного предприятия не всегда возможно.

В связи с указанными недостатками таких очистных сооружений нецелесообразно на их основе создавать систему оборотного водоснабжения. При организации оборотного водоснабжения исходят из следующих основных требований:

- достаточно высокое и надежное качество очистки сточных вод без повседневного лабораторного контроля;
- компактность очистных сооружений – возможность размещения их на сравнительно небольшой площади;
- возможность серийного заводского изготовления всех агрегатов очистных сооружений и простота в эксплуатации;
- широкий диапазон производительности установок (путем их комплектации из унифицированных узлов) на различную производственную мощность АТП.

Очистные сооружения при замкнутой системе могут быть трех видов [4]:

1. Первый способ организации системы состоит из следующих этапов: отстойники, последовательная тонкая фильтрация, адсорбция мелких частиц. При адсорбции мелкие загрязнения поглощаются поверхностями твердых тел – адсорбентами. В роли адсорбентов могут выступать силикагели, алюмогели, активные глины, зола, шлаки, опилки, торф и т.д.

2. Метод флотации основывается на удалении частиц, которые легче воды и не выпадают в осадок. При помощи манипуляций с разряженным воздухом такие загрязнения выводятся на поверхность, после чего удаляются специальным оборудованием. После флотатора осветленная вода подвергается очистке посредством сорбционного фильтра. Флотация наиболее эффективна для очищения воды от нефтепродуктов.

3. Еще один способ основывается на реагентной очистке воды с последующей фильтрацией. Возможны два варианта реагентной очистки:

- коагуляция: специальные вещества при взаимодействии с примесями образуют хлопья, которые выпадают в осадок;

- окисление: посредством окисления происходит удаление вредных соединений. Эффективно для уничтожения нежелательного запаха, цвета, а также избавления от водорослей. В качестве окислителей выступают хлор и озон. В силу того, что реагенты обладают высокой стоимостью, коррозионно-активны и требуют сложного оборудования, данный метод распространения не получил.

Наиболее эффективны комбинированные методы очистки. Примером комбинации методов может выступать следующая последовательность. Сначала вода поступает в отстойники, в которых происходит процесс коагуляции с помощью реагентов. Далее подвергается флотации в целях удаления нефтепродуктов, после чего проходит через фильтры тонкой очистки. На следующем этапе вода поступает на аппарат высокого давления для повторного использования.

При выборе системы очистки воды для автомоек необходимо руководствоваться следующими параметрами:

1. Объем воды. Для небольших автомоек и крупных моечных комплексов требуются разные очистные сооружения.

2. План помещения, характеристики территории, а также тип грунта. На основе этих параметров могут быть разработаны индивидуальные системы.

3. Дальнейшее использование отходов. Если сброс воды будет осуществляться в муниципальную канализацию, для очистки применяют отстойники и простые фильтры – «песколовы». Если на предприятии замкнутый круг циркуляции воды, система по очистке состоит из последовательности нескольких фильтров, которые будут ее не только очищать от грязи, но также дезодорировать и обезвреживать.

4. Место установки – наземная или подземная. Под землей обычно устанавливаются отстойники. Системы флотации, например, расположены на поверхности.

Выбор системы очистки необходимо делать на стадии проектирования автомойки, чтобы избежать проблем с водоотведением. На виды фильтров и их количество будет влиять расположение автомойки. Например, за городом придется в основном иметь дело с грязью и пылью. В городе очистным сооружениям придется столкнуться с антигололедными реагентами и технической солью. Также при выборе очистных сооружений важно обратить внимание на наличие антикоррозийного покрытия, в случае отсутствия которого установки быстро выйдут из строя, особенно при использовании химических реагентов.

На рынке широко представлены системы очистки как российского, так и зарубежного производства. Выбор установки для конкретного автотранспортного предприятия необходимо осуществлять на основе технико-экономического сравнения различных вариантов.

### **Библиографический список**

1. Виноградова Н.В., Нечаев П.А. Водосбережение на автотранспортных предприятиях // Информационная среда вуза: материалы XXIII междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 121–123.

2. Виноградова Н.В., Нечаев П.А. Водосбережение на автотранспортных предприятиях // Поиск-2017: материалы межвуз. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 494–495.

3. Виноградова Н.В., Крупнов Е.И., Нечаев П.А. Альтернативные методы водоснабжения на автотранспортных предприятиях // Информационная среда вуза: материалы XXIV междунар. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 200–202.

4. Нечаев П.А., Коротких В.Н., Виноградова Н.В., Тимошин Л.И. Создание систем оборотного водоснабжения автотранспортных предприятий // Поиск-2018: материалы межвуз. науч.-техн. конф. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – С. 424–425.

# РАЗДЕЛ 4. ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 69.058: 624.05

## КРУГЛОСУТОЧНЫЙ МОНИТОРИНГ КАК ЭЛЕМЕНТ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА

**А.А. Герасименко, Д.Д. Астапенкова**

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Российская Федерация*

### **Аннотация**

В настоящее время ужесточение контроля на строительных объектах повышенного уровня риска и выше является приоритетным направлением органов государственного надзора. В связи с этим начата разработка модели круглосуточного мониторинга, в которой особое внимание уделяется как технико-технологическим, так и правовым аспектам. Согласно предлагаемой гипотезе с учетом риск-ориентированного подхода предлагается разработать модель мониторинга, которая позволит не только увеличить контроль за объектами, но и грамотно распределить имеющиеся кадровые и технические ресурсы между подконтрольными объектами. Такой подход позволит реализовать иную концепцию строительства: отказ от принципа устранения негативных последствий от возникших ошибок, к принципу предупреждения потенциальных ошибок за счет более тщательного контроля.

**Ключевые слова:** строительный надзор, мониторинг строительных процессов, риск-ориентированный подход, безопасность строительных объектов, качество работ, системы круглосуточного мониторинга.

Правовые отношения в строительном секторе в рамках строительных процессов регулируются службой государственного строительного надзора, обязанностью которого является контроль правомочности действий на объекте, соблюдения всех предписывающих норм, а также приемка объектов и ввод их в эксплуатацию. Рассматриваемая служба является структурной единицей федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. К сфере деятельности Управления государственного строительного надзора в части федерального государственного строительного надзора и надзора за саморегулируемыми организациями относятся:

- 1) организация и осуществление государственного строительного надзора (за исключением объектов использования атомной энергии);
- 2) организация и осуществление государственного контроля (надзора) за деятельностью саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства;

3) ведение государственного реестра саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

Согласно ст. 8.1 Федерального закона от 26.12.2008 № 294-ФЗ деятельность компаний разделяют на виды риска с учетом риск-ориентированного подхода [1]. «В целях оптимального использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов, задействованных при осуществлении государственного контроля (надзора), снижения издержек юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и повышения результативности своей деятельности органами государственного контроля (надзора) при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) может применяться риск-ориентированный подход. Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором в предусмотренных 294-ФЗ случаях выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю, мероприятий по профилактике нарушения обязательных требований определяется отнесением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности». Более того, в рамках данного подхода применяется так называемая динамическая модель, учитывающая специфику работы конкретных компаний и, соответственно, дающая возможность на основе накопленного ранее опыта сочетать разные группы риска. Контрольно-надзорные органы не относят бизнес к определённом уровню риска раз и навсегда, опираясь на неизменные показатели. Напротив, каждый надзорный орган проводит регулярную реклассификацию субъектов, опираясь на анализ данных выполненных проверок и иную поступившую информацию. Добросовестный предприниматель имеет возможность снизить категорию риска своей деятельности, а не обеспечивший выполнения требований, напротив, станет предметом более пристального внимания. Это позволяет рационально распределять ресурсы надзорных органов между подконтрольными объектами. Даже если фактический переход из одной категории риска в другую не происходит, количество плановых проверок для конкретной фирмы на основе опыта её взаимодействия с надзорными органами может быть снижено. Так, с 01.01.2018 на основе данного подхода устанавливаются требования, представленные в табл. 1 и на рис. 1.

Однако в табл.1 отражено лишь количество плановых проверок, о проведении которых органы государственного надзора сообщают не позднее, чем за три дня до их начала. Существует еще особый вид внеплановых проверок, для которых установлены определенные требования, прописанные в п.2.5.б ст.54 Градостроительного кодекса Российской Федерации, согласно которым надзорный орган может выполнять внеплановую проверку на

основе соответствующих заявлений, обращений, извещений от граждан, юридических лиц, органов местного самоуправления, на основе публикаций в СМИ и т.д., но не по собственному волеизъявлению [2].

Таблица 1. Количество плановых проверок

Вид риска	Объекты проверки	Количество проверок за период строительства или реконструкции
Высокий	Общественные здания и сооружения, многоквартирные дома, путепроводы, тоннели, мосты и эстакады, объекты капстроительства с пролетом от 20 до 100 м	Не более 12
Значительный	Производственные здания	Не более 10
Умеренный	Все остальные объекты капитального строительства	Не более 7

На основе этого разрабатываются методология и обоснование, а также инструменты круглосуточного мониторинга со стороны органов государственного строительного надзора с целью получения обоснования для проведения внеплановых проверок работ на объекте при наличии соответствующих причин.

Вид контроля качества	Категория риска объекта	Низкий	Умеренный	Значительный	Высокий
		1	2	3	4
Строительный контроль во время строительства, проводимый лицом, осуществляющим строительство	1	Да	Да	Да	Да
Государственный строительный надзор во время строительства	2	Нет	Да	Да	Да
Поэтапные проверки во время строительства, проводимые лицом, осуществляющим строительство	3	Да	Да	Да	Да
Поэтапные проверки во время строительства, проводимые органом государственного строительного надзора	4	Нет	Да	Да	Да
Внеочередные проверки, которые могут проводиться без уведомления и в любое время на любой стадии строительства органом государственного строительного надзора	5	Да	Да	Да	Да
Окончательная проверка построенного объекта на предмет соответствия утвержденному проекту, а также действующим строительным нормам и правилам, проводимая лицом, осуществляющим строительство	6	Да	Да	Да	Да
Окончательная проверка построенного объекта на предмет соответствия утвержденному проекту, а также действующим строительным нормам и правилам, проводимая органом государственного строительного надзора или органом, осуществляющим выдачу разрешения на ввод объекта в эксплуатацию	7	Да	Да	Да	Да

Рис. 1. Виды контроля качества в зависимости от категории риска объекта

Очевидно, что представители государственных органов не могут постоянно находиться на объекте, вследствие чего существует вероятность возникновения нарушений в ходе строительства или реконструкции, выявить которые не представляется возможным. Круглосуточный мониторинг позволяет нивелировать данный недостаток, обеспечивая необходимый объем контрольных мероприятий на объекте. Идея использования специального оборудования, например, web-камер с трансляцией в сети

Интернет в режиме онлайн, не нова и активно используется застройщиками, однако носит сугубо маркетинговый характер. На основе данных можно сделать лишь заключение о стадии работ на объекте и о том, выполняются ли работы в срок, однако отследить технологию работ, особенности складирования материалов и проч. не представляется возможным. В рамках предлагаемого круглосуточного мониторинга у представителей государственного строительного надзора возникает возможность в любой момент посредством удаленного доступа проверить текущие процессы на строительстве, оценить занятость персонала, соблюдение всех норм безопасности, хранение строительных материалов строго в соответствии с нормами, проектом и т.д. В случае обнаружения нарушения необходимо разрешить путем внесения изменения в законодательство службе государственного строительного контроля проведение внеплановой проверки с целью предотвращения потенциальных (либо уже совершенных) ошибочных, неправомочных действий на объекте. Более того, необходимо по примеру обеспечения безопасности дорожного движения данные видеонаблюдения относить к доказательной базе в случае судебных разбирательств.

Однако факт наличия круглосуточного мониторинга и доступа специалистов органов государственного надзора не отменяет факт необходимости плановых проверок, поскольку круглосуточный мониторинг позволяет лишь получить информацию о явных нарушениях определенных процессов, в то время как большинство физико-механических параметров, и, главное, вся исполнительная документация находятся вне поля данного мониторинга, что лишь подтверждает необходимость физического выезда представителей надзора на объект.

Для обеспечения мониторинга требуется образование соответствующего центра, в котором будет установлена вся необходимая аппаратура, позволяющая архивировать данные по объектам и иметь к ним доступ в любой момент времени. Непосредственно сам контроль можно производить в двух вариантах: использование компьютера непосредственно на рабочем месте сотрудника, чьим подведомственным является данный объект строительства; создание централизованных диспетчерских, в которых будет присутствовать специалист.

В пользу дистанционного мониторинга говорит тот факт, что в рамках профессиональной деятельности представители государственного строительного надзора, как правило, одновременно задействованы на ряде объектов. Удаленный контроль позволяет оптимизировать временные затраты и предоставляет одновременный доступ ко всем объектам разом.

Для осуществления и поддержания мониторинга перед началом производства работ следует установить ряд технических средств на объекте, позволяющих контролировать процессы, начиная с нулевого цикла. Однако в процессе возведения требуется постоянная переустановка и поставка новых данных технических средств, что вменяется в обязанности компании-застройщика. Основной задачей строительного контроля является прием

установленных систем наблюдения, что в дальнейшем протоколируется в соответствующей разработанной форме.

Со стороны исполнителей работ также необходим контроль исправности технических средств мониторинга с соответствующим занесением в специально разработанный журнал данных об осмотре. В случае обнаружения неисправности со стороны диспетчерской службы направляется запрос на строительную площадку с целью устранения технических неполадок.

Со стороны государственного строительного надзора аналогично заполняются в установленной форме отчеты о ежедневных и еженедельных проверках на ведомых объектах. Сбор подобного рода информации позволяет проследить начало отклонений от проекта в случае спорных моментов, а также своевременно предотвратить неправомерные действия.

Основываясь на практике, следует отметить тот факт, что на каждом строительном объекте имеются нарушения процесса производства работ. Поэтому данная модель мониторинга позиционируется как базовая часть риск-ориентированного подхода, в основе которого лежат предупредительные меры, подразумевающие предотвращение неизбежных недочетов в ходе строительно-монтажных работ, а не компенсации уже нанесенного ущерба. Таким образом, концепт круглосуточного мониторинга является обоюдовыгодной идеей как для органов государственного строительного надзора, чьей основной задачей является контроль качества произведенных работ на объекте, так и подрядчиков, для которых устранение каждого замечания является ничем иным, как прямыми издержками, которые фактически ложатся на плечи производителей работ.

Таким образом, можно выделить следующие цели применения риск-ориентированного подхода, которые могут быть реализованы в том числе при помощи круглосуточного мониторинга: оптимизация использования ресурсов при проведении проверки; сокращение издержек застройщиков; увеличение эффективности работы надзорных органов; повышение безопасности деятельности проверяемых субъектов; уменьшение количества аварийных ситуаций и их последствий; снижение трудоемкости надзорных мероприятий.

### **Библиографический список**

1. Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного строительного контроля (надзора) и муниципального контроля».
2. Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018) «Градостроительный кодекс Российской Федерации».



## АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА В СФЕРЕ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТРАН С РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКОЙ

А.С. Котова

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Данная статья посвящена опыту зарубежных стран в оценке стоимости недвижимости. Как известно, оценка стоимости недвижимости связана с существующей системой налогообложения в той или иной стране. Анализ зарубежного опыта в сфере кадастровой оценки объектов недвижимости берет свое начало с изучения методов и подходов к оценке, используемых в мировой практике. Работа включает в себя также возможности совершенствования российской системы оценки недвижимости на примере опыта других стран.

**Ключевые слова:** кадастровая стоимость, налогообложение, кадастровая оценка, методы оценки кадастровой стоимости.

В настоящее время в большинстве стран мира существует налог на недвижимость, который рассматривается как ключевой элемент налоговой системы той или иной страны. Исследование зарубежного опыта имущественного налогообложения и подходов к процессу взимания налогов позволяет выявить достижения мировой практики для использования при реформировании налоговой системы Российской Федерации.

В настоящее время в мировой практике существует две основных системы определения стоимости объектов налогообложения:

1. Фиксированная стоимость, которая устанавливается нормативно-правовыми актами органов различных ветвей власти: от муниципальной до государственной.

2. Стоимость, определяемая посредством массовой оценки объектов недвижимости (кадастровая стоимость), которая основана на определении кадастровой стоимости, исходя из рыночной ситуации. Под рыночной стоимостью объекта оценки понимается наиболее вероятная цена, по которой данный объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно, располагая всей необходимой информацией [1].

Первая модель характеризуется более простым порядком определения стоимости, большей устойчивостью к колебаниям рынка и экономическим удешевлением самого процесса оценки.

Вторая модель является более сложной, однако ее применение дорогостоящее, но тем не менее она получила более широкое распространение. Причиной такого положения дел служит то, что в рамках

первого подхода не учитывается разница в стоимости активов собственников недвижимого имущества (это приводит к усреднению объектов, обладающих на практике разной стоимостью), а также не учитывается взаимосвязь стоимости недвижимости с экономической конъюнктурой в целом.

Практически во всех зарубежных государствах определены единые основы проведения оценки недвижимого имущества. Общие положения сформулированы одной из крупнейших организаций, профессионально занимающейся вопросами оценки недвижимости в целях налогообложения – Международной ассоциацией оценщиков (International Association of Assessing Officers, IAAO), а именно [2]:

- массовая оценка требует полных и точных данных, эффективных моделей оценки и надлежащего управления ресурсами;
- эффективный сбор данных требует стандартизированного кодирования, тщательного мониторинга и внедрения программы управления качеством;
- моделированию рынка недвижимости должен предшествовать его детальный анализ;
- использование двух или более подходов к оценке недвижимости обеспечивает большую точность;
- результаты оценки должны периодически физически проверяться и пересматриваться каждые 4 – 6 лет.

Однако в каждой стране имеются свои особенности, применяемые для оценки стоимости недвижимости. Формирование налога на недвижимость в мире осуществляется на базе одного из трех возможных подходов: доходного, затратного и сравнительного.

В табл. 1 наглядно показано применение перечисленных подходов в той или иной стране, а также и другие критерии, отражающие специфические черты зарубежной оценки стоимости недвижимости [3]. Например, в зарубежной практике налогообложения недвижимости ставки налога могут быть двух видов: фиксированными или переменными. Первые вводятся органами государственной власти и представляют собой определенный заданный процент от налогооблагаемой стоимости. Переменные ставки зависят от различных факторов: стоимости недвижимости, срока эксплуатации, места расположения объекта. Что касается среднего уровня ставок, то, как правило, средняя ставка налога не превышает 1% [4].

Также отметим, что, в отличие от российских, зарубежные методики оценки земель для налогообложения в большей степени основаны на статистическом методе обработки данных; при этом особая роль отводится учету экологических факторов.

Таблица 1. Сводные результаты анализа зарубежного опыта налогообложения и оценки недвижимости

Налоговая база	Доходный подход	Великобритания, Франция
	Сравнительный (рыночный)	Дания, Япония, Швеция, Индонезия, США, Австралия, Швейцария
	Затратный подход	Южная Корея, некоторые провинции Канады
	Фиксированная («нормативная») стоимость	Австрия, Чехия, Польша, Бельгия
Ставки налога	Фиксированные	Литва, Бельгия
	Переменные	Филиппины, Швеция, Великобритания
Количество налогов	5 налогов (3 муниципальных налога, основанных на учете площади объекта недвижимости, четвертый налог собирается за подключение к электросетям, пятый налог основан на оценке собственного капитала)	Греция
	3 налога (налог на недвижимость, окружной налог на недвижимость, местный налог на недвижимость)	Дания
	2 налога: - налог на недвижимое имущество, налог на приращение стоимости земельных участков в черте города - налог на производственную и жилую недвижимость	Испания  Великобритания
Периоды проведения переоценки	1 раз за период менее 5 лет	Дания, Финляндия
	1 раз в 5-10 лет	Испания, Швеция, Литва
	1 раз за период более 10 лет	Австрия, Бельгия, Италия

Учитывая, что в некоторых странах использование кадастровой оценки недвижимости имеет многолетние традиции и доказана на практике эффективность ее применения, можно предложить в нашей стране использовать некоторые зарубежные подходы и методы к оценке недвижимости, но с учетом их адаптации к российским условиям. Предложения указаны в табл. 2 [5].

Таблица 2. Предложения по использованию зарубежного опыта оценки недвижимости в РФ

Действующие положения в РФ	Зарубежный опыт	Изменения
Мониторинг рынка недвижимости проводится разово для сбора исходной информации при проведении массовой оценки недвижимости	Непрерывный мониторинг цен рынке недвижимости и обновление информации из различных источников	Экономия на масштабе при проведении массовой оценки
Специалисты по оценке объектов недвижимости в органах местного самоуправления отсутствуют	В органах местного самоуправления обязательно наличие специалистов по оценке объектов недвижимости	Повышение точности и качества результатов оценки
Государственная кадастровая оценка проводится отдельно по земельным участкам и по объектам недвижимости	Проведение оценочных действий для единого объекта (земельный участок вместе с объектом недвижимости)	Повышение достоверности результатов оценки и экономия затрат на проведение оценки
Муниципальные органы власти практически не участвуют в решении вопросов, связанных с рассмотрением, согласованием и утверждением результатов кадастровой	Ответственность за результаты проведения оценки объектов недвижимости лежит на органах местного самоуправления	Повышение точности и качества результатов оценки

Проведенный анализ международной практики налогообложения недвижимости дает основание считать, что модернизация российской системы имущественных налогов в целом идет в соответствии с основными направлениям развития налоговых систем передовых стран мира.

Итак, можно выявить ряд общих моментов в отношении оценки недвижимости для целей налогообложения, характерных для большинства зарубежных стран, применяющих методики массовой оценки и налогообложения недвижимости по кадастровой стоимости. К ним в частности можно отнести следующие:

- 1) оценка объектов недвижимости для целей налогообложения в основном базируется на рыночных данных;
- 2) фактическая налоговая база составляет лишь долю от общей рыночной стоимости недвижимости;
- 3) установление стоимости налоговой базы осуществляется методами массовой оценки;
- 4) в оценке применяется метод сравнения продаж аналогичных объектов недвижимости в границах определенной территории;
- 5) применяют различные налоговые ставки в зависимости от типа использования недвижимости;
- 6) проводят оценку объектов недвижимости местные органы.

Обширная мировая практика позволяет в нашей стране использовать накопленный опыт для выбора наиболее эффективного варианта при разработке налога и построении экономически обоснованной системы налогообложения.

Принимая вышеизложенное, а также обобщая зарубежный опыт в применении к российской практике, следует отметить, что необходимо проводить различия между индивидуальной и массовой оценкой. Несмотря на схожесть их принципов, методы оценки все-таки могут различаться, что обусловлено проведением индивидуальной оценки для частных случаев в целях инвестирования, бухгалтерского учета, ипотечного кредитования или проведения обычной сделки гражданско-правового оборота.

Совершенствование российской налоговой системы в области имущественного налогообложения невозможно без обобщения зарубежного опыта, позволяющего выявить достижения мировой практики взимания налога на недвижимое имущество. Имущественное налогообложение, в рамках взимания налога на недвижимость, служит экономическим рычагом стимулирования государством результативного использования уже имеющегося капитала, данный налог действует на современном этапе более чем в 130 странах мира.

В российских условиях оценки недвижимости важным является опыт европейских стран и Америки, которые имеют опыт уже на протяжении многих десятков лет, в течение которых были устранены несовершенства методов и системы оценки земель, подкрепленные низким уровнем судебных исков в отношении оспаривания цены земель, установленной для целей налогообложения. В этих странах используются современные методы для определения налогооблагаемой базы городских земель, находящихся в различных экономических условиях. Исходя из этого, нашей стране следует принять во внимание специфику оценки кадастровой стоимости недвижимости стран за рубежом.

### **Библиографический список**

1. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29.07.1998 г. № 135-ФЗ (в ред. Федерального закона от 22.07.2010 № 167-ФЗ) // Консультант Плюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19586/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/) (дата обращения: 22.09.2018).
2. Real Estate Mass Appraisal in Selected Countries – Functioning Systems and Proposed Solutions // Real Estate Management and Valuation. 2013. № 21. – С. 35.
3. Косенкова Ю.Ю. Зарубежный опыт налогообложения недвижимости // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – № 4 (062). – С. 62.
4. Анимица П.Е. Налогообложение недвижимости: зарубежный опыт и российские перспективы // Международный бухгалтерский учет. – 2012. – № 47. – С. 52.
5. Иваненко Д.Е. Кадастровая оценка земельных участков в условиях формирования конкурентного рынка недвижимости: Автореферат дис. ... канд. экон. наук. – Ростов-на-Дону, 2014.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

К.А. Лепешкина, А.А. Энтальцев

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В данной статье представлен организационно-экономический механизм получения помощи от государства для проведения энергоэффективного капитального ремонта. В процессе работы проводились исследования постановления Правительства РФ. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что на сегодняшний день появляется все большая необходимость проведения энергоэффективного капитального ремонта многоквартирных домов, который требует значительных финансовых вложений.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, капитальный ремонт, энергоэффективный ремонт, многоквартирные дома

В Российской Федерации в настоящее время построено и эксплуатируется почти 750000 многоквартирных домов (МКД), большинство из которых построено ещё в советское время и имеют значительный износ. При этом до 2014 года только 6000 МКД ремонтировались ежегодно; следовательно, число аварийных и опасных для жизни домов постоянно увеличивается. За прошедшие два десятилетия существенно увеличился износ жилого фонда и коммунальных объектов, что привело к увеличению объемов ветхого и аварийного жилья, снижению надежности, экологической безопасности эксплуатации инженерных систем, повышению текущих расходов на их содержание. Поэтому одним из наиболее актуальных направлений развития жилых районов, городов и поселений является задача обеспечения эффективного капитального ремонта зданий. Зарубежными учёными доказано, что строительная отрасль является крупнейшим потребителем энергии, причём проблема энергоэффективности касается не только будущих, но и существующих зданий [1]. С начала 2014 года в России стартовал глобальный проект капитального ремонта МКД. По данным Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в данном проекте примут участие более 100 млн россиян. На сегодняшний день в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) сложилась неблагоприятная ситуация, характеризующаяся отсутствием значимых результатов проводимых реформ, высокой степенью износа основных фондов, значительными потерями ресурсов при транспортировке, низкой инвестиционной привлекательностью. Более 75% многоквартирных домов прослужили дольше 25 лет и нуждаются в проведении капитального ремонта для восстановления надлежащего технического состояния.

Внедрение энергосберегающих технологий при строительстве новых зданий, безусловно, позволяет существенно снизить их энергопотребление. Разнообразие объемно-планировочных и конструктивных решений, их индивидуальность, большое количество видов строительно-монтажных работ и организационно-технологических способов их выполнения определяют соответственно оптимальные энергосберегающие мероприятия [2]. Реализация данных требований должна обеспечиваться на протяжении всего жизненного цикла зданий. Работы в рамках капитального ремонта и энергосберегающие мероприятия требуют различных затрат и имеют различный эффект по снижению энергопотребления в многоквартирном доме, в том числе в зависимости от того, выполняются единичные работы (мероприятия) или комплекс работ. Среднестатистический собственник не обладает информацией о том, приводят ли работы по капитальному ремонту к снижению потребления коммунальных ресурсов, а если приводят, то при каких условиях; о мероприятиях по повышению энергоэффективности многоквартирного дома, которые целесообразно проводить в рамках капитального ремонта; о стоимости этих мероприятий и о сроках их окупаемости. Без этой информации никаких решений собственники принять не смогут. И это не единственная проблема, возникающая при проведении капитального ремонта МКД [3].

К современным зданиям предъявляются высокие требования соответствия показателям безопасности, комфортности, энергоэффективности [4]. Поэтому большую значимость приобретает задача стимулирования повышения энергоэффективности эксплуатируемых жилых зданий при проведении их капитального ремонта. Достичь данной цели позволяет принятое постановление Правительства РФ от 17 января 2017 года №18 «Об утверждении Правил предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства на проведение капитального ремонта многоквартирных домов» (далее Постановление №18).

Принятое Постановление №18 – это первая попытка реальной поддержки энергосберегающих мероприятий, причем мероприятий не декларативных, а направленных на получение фактической экономии. На первом этапе выделяются небольшие суммы, которые не покрывают масштабных мероприятий, связанных с коренным переустройством многоквартирного дома (МКД). Тем не менее, оказываемая поддержка позволяет жителям дома реализовать точечные локальные решения. При этом финансовая помощь может быть предоставлена как путем покрытия собственных средств жителей, так и в форме покрытия банковских процентов по сумме предоставления беспроцентного кредита для реализации мероприятий. Это может быть интересно собственникам с учетом того, что они при этом получают дополнительную экономию не менее 10 %.

Первым шагом собственников жилья (ТСЖ), решивших сделать свой дом энергоэффективным, должно стать обращение в администрацию. Сотрудники администрации на основании поданного обращения сформируют пакет документов для передачи в Фонд ЖКХ. В свою очередь, Фонд ЖКХ, приняв решение по оказанию помощи, переведет деньги на выполнение



энергосберегающих мероприятий в администрацию. Именно администрация будет финансировать заявленные в Постановлении №18 работы, предоставив деньги ТСЖ. Механизм подробно описан в Постановлении №18. Главное – необходимо будет подтвердить эффект от внедрения выбранных мероприятий в процессе капитального ремонта – фактическое снижение энергопотребления. Поэтому в число мероприятий не входит банальная установка приборов учета энергоресурсов. Счетчики должны быть установлены еще до начала ремонта, поскольку показания приборов учета – это один из основных критериев, отраженных в Постановлении № 18.

Постановление № 18 готовили специалисты Фонда ЖКХ и Департамента жилищно-коммунального хозяйства Минстроя России. Нужно отметить, что Фонд ЖКХ уже давно и активно занимается вопросами повышения энергоэффективности как вновь строящихся зданий, так и реконструируемых. У организации накоплен значительный опыт в вопросах энергосбережения при капитальном ремонте многоквартирных домов. Постановление № 18 задает новое направление работы, которое позволяет Фонду ЖКХ активно вкладывать средства в реальные задачи и получать реальную отдачу и собственникам, и государству в целом.

Деньги, вкладываемые в энергосбережение, не только вернутся через снижение затрат на энергоресурсы, но и позволят повысить качество жизни, снизить негативную нагрузку на экологию и экономить традиционные невозобновляемые источники энергии. Поскольку строительство новых жилых зданий составляет относительно небольшую долю по сравнению с существующим жилым фондом, то и реальный потенциал энергосбережения и резерв экономии находятся как раз в модернизации и повышении энергоэффективности зданий старой постройки. Постановление утверждает правила, по которым может быть возмещена часть затрат собственников жилья, ЖСК и управляющих организаций на энергоэффективный капитальный ремонт многоквартирных домов, а также на уплату процентов, если этот ремонт выполняется на заемные средства. Правила определяют порядок, в том числе формы и условия предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства бюджетам субъектов РФ на проведение капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах. В соответствии с Правилами финансовая поддержка может предоставляться на возмещение: части затрат на уплату процентов за пользование займом или кредитом, полученным в рублях и использованным на оплату услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме (за исключением неустойки (штрафа, пеней) за нарушение условий договора займа или кредитного договора); части расходов на оплату услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме. Размер финансовой поддержки для одного многоквартирного дома не может превышать 50 % общей стоимости услуг и (или) работ по капитальному ремонту этого многоквартирного дома, но не более 5 млн руб. Финансирование, возмещающее часть расходов на оплату мероприятий по энергосбережению, определяется по каждому многоквартирному дому и может составлять от двукратного до четырехкратного размера годовой экономии

расходов на оплату коммунальных ресурсов, учитываемых для целей определения размера финансовой поддержки, в зависимости от достигнутого значения целевого показателя экономии расходов на оплату коммунальных ресурсов и с учетом ограничений размера финансовой поддержки для одного многоквартирного дома. Конечные получатели средств финансовой поддержки – товарищества собственников жилья, жилищные, жилищно-строительные кооперативы, управляющие организации, которые управляют многоквартирным домом. Финансовая поддержка оказывается после предоставления документов, подтверждающих выполнение условий, предусмотренных Правилами.

Результат от программы финансовой поддержки будет развиваться, и суммы, выделяемые по данной программе, будут расти. Главное, чтобы у собственников появилась истинная заинтересованность в результате. Предпосылки к этому есть. Например, расходы на отопление помещений постоянно увеличиваются: стоимость тепловой энергии за последние 10 лет выросла примерно в 10 раз. Если данный тренд сохранится, очевидно, что, вкладывая деньги в энергосбережение сегодня, собственники жилья создают себе существенный задел экономии, растущий во времени. Стоит помнить о важности наличия достоверного приборного учета – это серьезный реальный механизм контроля за энергопотреблением [5]. Только если измерения покажут экономию, можно будет получить бонус от государства. Особенно важно, что при капитальном ремонте предлагается выбирать из числа энергосберегающих мероприятий, уже подтвердивших свою эффективность в вопросах достижения реальной экономии. В результате их внедрения жильцы смогут на собственном кармане ощутить практическую пользу от их применения.

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время проводится системная работа по выполнению плана мероприятий по повышению энергоэффективности зданий. Задел на будущее сделан, и, скорее всего, к 2025 году возможно будет уменьшить на 25 % значение удельного годового расхода тепловой и электрической энергии на общедомовые нужды и по всем помещениям в МКД.

### **Библиографический список**

1. Алоян Р.М., Опарина Л.А., Варамашвили Н.И. Формирование системотехнических принципов энергоэффективности зданий // Вестник МГСУ, 2012. – № 8. – С. 147–153.
2. Опарина Л.А. Результаты расчета энергоемкости жизненного цикла зданий // Жилищное строительство. – 2013. – № 11. – С. 50.
3. Опарина Л.А. Проблемы реализации требований к энергоэффективности в условиях программы капитального ремонта многоквартирных домов // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб-к науч. тр. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – С. 53–58.
4. Опарина Л.А. Развитие технологий моделирования жизненного цикла зданий // Жилищное строительство. – 2011. – № 12. – С. 45–46.
5. Фадеев А. В. Стимулирование энергосбережения (Электронный ресурс) // [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6614](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6614) (Дата обращения 30.10.2018).

## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ОТ ПРОШЛОГО ЧЕРЕЗ НАСТОЯЩЕЕ К БУДУЩЕМУ

Л.А. Опарина, А.Д. Дудаков, А.С. Мокин

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

Цифровизация коснулась не только экономики, но и всех отраслей народного хозяйства, в том числе и строительной отрасли. Данная статья отражает современные тенденции организации строительного производства: цифровизация строительства, BIM-моделирование жизненного цикла зданий, зелёные здания, построенные по зелёным стандартам, устойчивое развитие среды жизнедеятельности человека, партисипативное проектирование.

**Ключевые слова:** цифровое строительство, BIM-моделирование, зелёные здания, жизненный цикл, партисипативное проектирование.

Невозможно представить современное общество без цифровых технологий, использования специализированных программных продуктов и автоматизации. В строительстве, как и в других отраслях, происходят перемены, обусловленные неизбежным развитием науки и общества. Данные перемены обусловлены мегатрендами, среди которых есть те, что прямо затрагивают строительство и ЖКХ: это энергетическая революция, движение в сторону чистой возобновляемой энергетики, электрификация, урбанизация, стремительный рост численности населения планеты, загрязнение окружающей среды [1]. Основные тренды, происходящие в современном строительном производстве, представлены в данной статье.

Одним из важнейших трендов современной строительной отрасли является проблема обеспечения необходимого уровня энергетической эффективности зданий. В развитых странах проблема повышения энергоэффективности зданий решается уже около полувека. Зарубежными учёными доказано, что строительная отрасль является крупнейшим потребителем энергии, причём проблема энергоэффективности касается не только будущих, но и существующих зданий. Европейская энергетическая политика направлена на сохранение и рациональное использование энергии в зданиях – для этого разработаны и приняты директивы EPBD 2002/91/EC и EPBD 2010/31/EU, нацеленные на содействие экономически эффективному улучшению общей энергетической эффективности зданий [2]. В последнее время тема энергетической эффективности зданий естественным образом эволюционировала: современные здания должны не только быть энергоэффективными, но и автоматизированными (концепция «Умный дом»), построенными из экологически чистых материалов, с использованием возобновляемых источников энергоснабжения, ресурсосберегающих

технологий, озеленёнными кровлями, комфортным микроклиматом и комфортной окружающей средой, для которой здание является не просто «коробкой», занимающей часть почвы, а гармонизированным с окружающей средой объектом, взаимосвязанным с человеком и способствующим сохранению окружающей среды (рис. 1). Такие здания сертифицированы по «зелёным сертификатам» (LEED, BREAM, DGNB) и развиваются в рамках концепции «Зелёные здания», начавшей в настоящее время развиваться и в России [3].



Рис. 1. Современное зелёное здание в Дананге, Вьетнам

Несомненно, что для такой сложной работы, как создание зелёных зданий, требуются мощные современные компьютеры и программное обеспечение процессов проектирования, строительства и эксплуатации зданий, а также соответствующее методическое обеспечение. При этом необходимо понимать, что, несмотря на то, что здания являются статическими объектами, их жизненные циклы происходят в динамике: проектирование, строительство и эксплуатация зданий являются процессами. Жизненный цикл любой системы – это перечень стадий, жизненный цикл здания – стадии от инвестиционного замысла до выхода из эксплуатации (от «зелёной площадки» до «зелёной площадки»). Таким образом, невозможно управлять энергоэффективностью зданий без учёта динамики их жизненного цикла. Процессы жизненного цикла энергоэффективного здания представлены на рис. 2.



Рис. 2. Процессы жизненного цикла энергоэффективного здания

Таким образом, применение системы приёмов и принципов системного подхода позволяет представить динамику процессов проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий, что обеспечивает успешное решение теоретических и практических проблем моделирования их жизненного цикла. Строительное производство – это, в первую очередь, процесс, отображающий последовательную смену стадий жизненного цикла зданий. Моделирование жизненного цикла зданий с позиции системного подхода позволяет обеспечить его такую важнейшую характеристику, как энергоэффективность на всех стадиях жизненного цикла – от инвестиционного замысла строительства до эксплуатации и реконструкции зданий [4]. Данную методологию целесообразно применять при организации жизненного цикла современных «Зелёных зданий».

В настоящее время архитектурно-строительное проектирование основано на применении систем автоматизации и компьютеризации проектных работ (САПР), позволяющих проектировщику собирать и обрабатывать информацию на ПК. По-настоящему новым, принципиально иным подходом к процессам проектирования, строительства, эксплуатации и даже утилизации зданий стало развитие технологии информационного моделирования зданий (Building Information Model – BIM). В основе BIM-методологии лежит концепция объектно-ориентированного параметрического проектирования (моделирования) зданий. Информационное моделирование здания – это подход к управлению жизненным циклом объекта, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как



единый объект. Информационное моделирование связывает параметрическую модель здания с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. В течение жизненного цикла здания информация может изменяться, дополняться и объединяться. Информационная модель существует в течение всего жизненного цикла здания и даже дольше. Содержащаяся в ней информация может изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания. Таким образом, информационное моделирование зданий позволяет совмещать работу над проектом не только в пространстве, но и во времени [5]. Использование BIM-моделей позволяет производить оценку и оптимизацию энергетической эффективности здания; математическое моделирование работы инженерных систем зданий; моделирование воздействия здания на окружающую среду, оценку вредных выбросов; оценку показателей комфорта и качества среды обитания; рейтинговую оценку в системах зеленого строительства; информационное моделирование жизненного цикла здания и многое другое. Процесс внедрения данной методологии прописан в Европейском меморандуме о применении информационного моделирования объектов капитального строительства (BIM), в котором указано, что каждый 1 евро, добавленный к стоимости проектирования, обеспечивает 10 евро экономии на стадии строительства и 100 евро экономии на стадии эксплуатации. Поэтому особое внимание следует уделять преимуществам BIM на стадиях строительства и эксплуатации. Основным преимуществом применения BIM на этапе строительства является возможность разработки вариантов организационно-технологических решений для снижения затрат на строительство и устранения пространственно-временных коллизий. Основным преимуществом на этапе эксплуатации является возможность получения полной информации об объекте для обеспечения нормальной эксплуатации, включая ежедневное техническое обслуживание, текущий и плановый ремонт. BIM является методом совместной работы, который всесторонне обобщает и администрирует информацию, имеющую отношение к жизненному циклу здания/сооружения и обеспечивает прозрачную связь и передачу информации между всеми лицами, участвующими в процессе [6].

По глубокому убеждению авторов, одним из критериев оптимальности выбранных проектных решений, в том числе и по выбору строительного материала, должны служить совокупные удельные энергозатраты на строительство здания, его эксплуатацию (отопление, ремонт и т.п.) за весь расчетный срок службы этого здания, включая его демонтаж и дальнейшую утилизацию, или рециклинг строительных материалов. Для достижения этого критерия на стадии инвестиционного замысла необходимо производить многовариантные сценарные расчёты, т.е. осуществлять имитационное моделирование. Учитывая, что энергоэффективность зданий является комплексной характеристикой, зависящей от множества факторов, имеющих вероятностный характер, и то, что здания являются сложными энергетическими системами, имитационную модель процессов их жизненного цикла целесообразно описать с позиции стохастических

агрегативных систем. Учёт всех элементов зданий, архитектурно-конструкторских решений, характеристик инженерного оборудования, теплопоступлений от людей и бытовых приборов, использования вторичных источников энергии и других параметров энергоэффективности является сложной и практически нереализуемой задачей. Однако объединение параметров энергоэффективности в обобщённые агрегаты позволяет учесть интегральные эффекты от их взаимодействия внутри здания как единой энергетической системы, а также при помощи имитационного моделирования проследить функционирование системы в динамике [6]. Проектировать и строить здания с учётом энергопотребления на каждой стадии жизненного цикла также возможно посредством BIM-методологии [7].

Очевидно, что строительство таких зданий должно производиться новыми ресурсосберегающими инновационными методами. Необходимо сначала разработать модель строительства объекта, просчитать не только календарный план или сетевой график, но и посмотреть на цифровую модель будущей стройки. Такая методология производится также в рамках построения BIM-моделей, и она получила своё название Визуальной модели, или 4D-модели организации строительного производства. Это ПОС (проект организации строительства, построенный в 3D-среде (например, Revit) с добавлением четвёртого измерения – времени. Все изменения на будущей стройке возможно «проиграть» при помощи сценариев, а также удобно вносить оперативные изменения при изменении сроков стройки, технологических процессов строительства и так далее. Специальное ПО (например, Synchro) позволяет планировать будущее строительство без затрат на строительную площадку и экономить ресурсы, оперативно выявляя коллизии, которые могут возникать на будущей стройке, до начала строительных процессов. 4D-модель (визуальная модель организации строительства) увязывает трехмерную модель строящегося объекта с календарно-сетевым графиком выполнения работ. В результате получается наглядная визуализация плана и факта выполнения работ, очевидная даже неспециалисту. Модель содержит информацию о длительности, трудоемкости и стоимости выполнения строительно-монтажных работ, включая информацию о временных зданиях и сооружениях, управление строительной техникой и крановым хозяйством.

Таким образом, современные инновационные «умные» здания являются не только объектом для обитания человека, но и активно взаимодействуют с окружающей средой. Данное взаимодействие должно способствовать её сохранению и разумному использованию. «Умные» здания являются частью «Умных городов». Процессы урбанизации самым активным образом влияют на процессы создания «зелёных» зданий. Для строительства требуются новые источники ресурсов, и для того, чтобы предотвратить загрязнение окружающей среды, необходимо вводить в эксплуатацию новые здания без ввода новых генерирующих мощностей. В мировой практике есть и другой подход к энергосбережению: каждый сэкономленный киловатт-час – это уменьшение эмиссии парниковых газов в атмосферу, уменьшение



загрязнения окружающей среды и в конечном итоге защита интересов будущих поколений. Это возможно путём перехода к чистой возобновляемой энергетике. Использование возобновляемых источников энергоресурсов в зданиях – также новый тренд. Новая среда обитания, создаваемая в результате архитектурно-строительной деятельности, на современном этапе должна не только обладать более высокими комфортными показателями, но и являться в то же время энергетическим источником климатизации зданий.

Важным современным трендом является активное вовлечение человека в процессы жизненного цикла здания и в процессы его эксплуатации при взаимодействии с окружающей средой. Данная методология получила название «партисипативное проектирование». Партисипативное проектирование включает в процесс проектирования представителей власти, бизнеса и горожан, за счет чего становится возможным создание продукта, удовлетворяющего потребностям жителей города, создающего условия для развития бизнеса и взаимовыгодного управления территорией. Социологические исследования, натурное обследование, краудсорсинг и «детское творчество» позволяют выявить актуальные потребности и интересы горожан. Моделирование сценариев развития территории, разработка эскиза идеи и формирование технического задания дают понятие о среде, которую жители будут любить и беречь, чувствовать себя в безопасности и осознавать, что это их («своя») территория. С помощью публичных слушаний у горожан появляется возможность контролировать процесс проектирования и высказываться по поводу предложений проектировщиков. А такие методы соучастия, как краудфандинг и государственно-частное партнерство, дают возможность жителям обрести значимые объекты инфраструктуры, не дожидаясь финансирования со стороны муниципалитета. Все вышеперечисленные способы соучастия в процессе проектирования постепенно зарождают в сознании людей ответственность за развитие идей, которые они предлагают, уверенность в своей значимости для социального пространства города и, в конечном счете, способствуют становлению активных горожан. Методика партисипативного проектирования городской среды как последовательность исследовательских, проектных и управленческих действий с разделением приемов соучастия по уровням градостроительной документации актуальна для специалистов в области городского планирования, для городской администрации и бизнеса, поскольку позволяет изначально установить и сделать процесс сотрудничества с различными социальными группами, заинтересованными в конечном результате проектирования управляемым и организованным, использовать скрытый человеческий ресурс, определить потенциал территории, обосновано выстроить программу ее градостроительного развития [8].

И, наконец, объединяющим трендом и строительства, и организации среды жизнедеятельности человека, и экономики является тренд «Умный город», который подразумевает применение существующих наработок в части формирования комфортной городской среды, ЖКХ, градостроительства, безопасности, управления транспортными и пешеходными потоками, в том

числе с применением современных IT-решений. Принципы создания «умного города» включают в себя ориентацию в городском пространстве, «умное» ЖКХ, качество управления городскими ресурсами, комфортную и безопасную среду.

Согласно предложению Министра России, цифровизация городского хозяйства будет вестись в рамках реализации следующих основных задач:

- создание необходимой методической и нормативной базы;
- повышение эффективности использования коммунальной инфраструктуры за счет цифровизации ЖКХ;
- обеспечение комплексного подхода к формированию доступной, комфортной и безопасной городской среды с учетом внедрения универсальных цифровых платформ управления городскими ресурсами и систем анализа преобразования городского хозяйства и участия жителей в принятии решений;
- создание цифрового территориального планирования в пилотных городах;
- создание интеллектуальных транспортных систем;
- внедрение системы оценки интеллекта городов «IQ городов».

Инновационные технологии «Умного города» способны обеспечить принципиальное повышение качества жизни в городах, что особенно важно для небольших городов. Новые технологии позволяют делать города удобными, привлекательными для жизни за счет цифровой трансформации. Цифровизация строительства предполагает автоматизацию всех стадий и процедур на всем жизненном цикле объекта. До декабря 2018 года должны быть внесены изменения в законодательство, предусматривающие внедрение технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства, включая проектирование, строительство, эксплуатацию и снос. Интеллектуальные здания, современные системы автоматизации, умный город и умное ЖКХ, технологии информационного моделирования зданий (Building Information Model – BIM) – все это проявления автоматизации, компьютеризации и цифровизация. Таким образом, цифровизация в строительной отрасли и ЖКХ обеспечивает качественный скачок: переход к новым, принципиально иным подходам к проектированию, строительству и эксплуатации зданий. Новые подходы в процессе создания и эксплуатации зданий обеспечивают безопасность и благоприятные условия жизнедеятельности человека, ограничивают негативное воздействие на окружающую среду. Минимизация расходов, сохранение невозобновляемых природных ресурсов, сырья, энергии, воды, уменьшение загрязнения окружающей среды – все это в интересах настоящего и будущих поколений. Единая цифровая платформа для строительных информационных систем создается в рамках федерального проекта «Цифровое строительство». Комплекс мероприятий, предусмотренный этим федеральным проектом, должен обеспечить цифровую трансформацию отрасли к 2024 году.

Таким образом, цифровизация – одна из наиболее важных перспективных тем для строительного сектора. Цифровая обработка данных поддерживает инженеров-планировщиков и инженеров-проектировщиков уже более трех десятилетий. По мнению авторов, обозначенные современные тренды должны способствовать достижению глобальной цели: устойчивому развитию среды жизнедеятельности человека (sustainable development), а именно, удовлетворению потребностей в настоящем без ущерба для будущих поколений.

### Библиографический список

1. Табунщиков Ю.А. Цифровизация экономики – тенденция глобального масштаба // Энергосбережение. – 2018. – № 7. – С. 4–10.
2. Алоян Р.М., Опарина Л.А., Варамашвили Н.И. Формирование системотехнических принципов энергоэффективности зданий // Вестник МГСУ. – 2012. – № 8. – С. 147–153.
3. Федосов С.В., Федосеев В.Н., Котлов В.Г., Петрухин А.Б., Опарина Л.А., Мартынов И.А. Теоретические основы и методы повышения энергоэффективных жилых и общественных зданий и зданий текстильной и лёгкой промышленности – Иваново: ПресСто, 2018. – 320 с.
4. Опарина Л.А. Жизненный цикл энергоэффективного здания – системный подход // Энергосбережение. – 2013. – № 7. – С. 76–79.
5. Развитие технологий моделирования жизненного цикла зданий // Жилищное строительство. – 2011. – № 12. – С. 45–46.
6. Опарина Л.А. Имитационное моделирование энергопотребления зданий в течение жизненного цикла на основе аппарата стохастических агрегативных систем // Жилищное строительство. – 2013. – № 8. – С. 22–24.
7. Европейский меморандум о применении информационного моделирования объектов капитального строительства (BIM) (Электронный ресурс). Url: <http://npirf.ru/evropejskij-memorandum-o-primenenii-informacionnogo-modelirovaniya-obektov-kapitalnogo-stroitelstva-bim/?fbclid=iwar39pcehq04iabjt5rl0babdx-vvahljh7tcune88ud4lbjj8ox3hwh2k4> (Дата обращения: 27.10.18).
8. Закирова Ю.А., Хуснутдинова С.Р., Касимова А.Р. Методика партисипативного проектирования городской среды в современном российском градостроительстве // Известия КГАСУ. – 2016. – № 1 (35). – С. 81–86.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В ЗОНЕ ЗАСТРОЙКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЖИЛЫМИ ДОМАМИ

Е.И. Полищук

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### Аннотация

В статье рассматривается применение концепции «Умный город» для зоны застройки индивидуальными жилыми домами в целях совершенствования жизни и создания современной и удобной инфраструктуры, отвечающей современным требованиям к логистике, безопасности и экологии.

**Ключевые слова:** «Умный город», «Smart city», зона застройки индивидуальными жилыми домами, информационно-коммуникационные технологии, «Умное ЖКХ», «Умный дом».

Современное общество должно развиваться в соответствии с принципами устойчивого развития (sustainable development), основными из которых являются:

- улучшение условий жизни человека в условиях воздействия на окружающую среду в пределах хозяйственной ёмкости биосферы;
- удовлетворение потребностей в настоящем без ущерба для будущих поколений [1].

Создание концепции «Smart city», или «Умный город» стало необходимой мерой решения комплекса проблем, связанных с практически исчерпавшей себя формой управления городскими и коммунальными службами, которые на сегодняшний день не отвечают современным требованиям к логистике, безопасности и экологии. Основными принципами и методологией устойчивого развития являются принципы организации процессов и непрерывного повышения их эффективности [2].

«Умный город» – концепция интеграции нескольких информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для управления городским имуществом. Целью создания «Умного города» является улучшение качества жизни с помощью технологии городской информатики для повышения эффективности обслуживания и удовлетворения нужд граждан. ИКТ позволяют городской власти напрямую взаимодействовать с сообществами и городской инфраструктурой и следить за тем, что происходит в городе, как город развивается и какие способы позволяют улучшить качество жизни.

Большой интерес к концепции «Умный город» объясняется множеством причин – таких, как урбанизация, бурный рост городов, и футуристические проекты городов будущего.

Рассматриваемая нами концепция «Умный город» состоит из семи взаимосвязанных компонентов (рис. 1).



Рис. 1. Компоненты концепция «Умный город»

Рассмотрим возможности применения концепции «Умный город» в зонах застройки индивидуальными жилыми домами.

Индивидуальные жилые дома – один из самых популярных и перспективных сегментов рынка недвижимости в России. Свою популярность данный сегмент приобрел в результате смены приоритетов жителей города, которые все большее задумываются о своем здоровье

и покупают недвижимость там, где есть свежий воздух и все комфортные условия для проживания.

Индивидуальное жилищное строительство разрешено в специальных территориальных зонах, установленных градостроительным регламентом. Как правило, в таких зонах не разрешается размещать производства, негативно влияющие на окружающую среду, что способствует благоприятной экологической обстановке.

В настоящее время в зоне индивидуальной жилой застройки можно использовать такие технологии, как:

1. Система городского оповещения о чрезвычайных ситуациях:

Оповещение населения – это предупреждение его о надвигающемся стихийном бедствии (лесном пожаре, землетрясении, о случившейся аварии или катастрофе). Для этого используются все средства проводной, радио- и телевизионной связи.

2. Система самообслуживания населения:

Система самообслуживания – это веб- или мобильный интерфейс, который позволяет населению самостоятельно регулировать параметры оказываемых услуг, выбирать тарифы, отправлять и получать информацию.

3. Раздельный сбор твердых бытовых отходов.

Раздельный сбор твердых бытовых отходов позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. Некоторые материалы пригодны для вторичной переработки.

4. Использование возобновляемых источников энергии (использование солнечных батарей для подсветки дорожных знаков).

5. Видеонаблюдение:

- обеспечение безопасности;  
- системы видеонаблюдения успешно помогают работать над нарушениями правил дорожного движения и сокращать количество дорожно-транспортных происшествий.

6. «Умный городской транспорт»

Отслеживание движения и местоположение городского транспорта в режиме онлайн. Во многих городах уже введена система оптимизации движения муниципального транспорта, которая подсказывает пассажиру (через специальные информационные панели или смартфоны) оптимальный маршрут передвижения.

7. «Умное городское освещение»

Это фонари, которые зажигаются автоматически по ходу вашего продвижения. Подобные технологии уже давно внедрены во многих городах планеты. Так называемые датчики движения сегодня необычайно популярны. Они фиксируют присутствие человека (или транспортного средства) и только тогда включают свет. Ученые подсчитали, что умные светильники в рамках концепции «Умного города» способны сэкономить до 80 % электроэнергии по сравнению с обычными лампами накаливания [3].

## 8. «Умные светофоры»

Предназначены для повышения пропускной способности перекрестков с помощью динамического управления сигналами светофора. Система состоит из контроллеров, камер и удаленных датчиков движения, которые в режиме реального времени оценивают загруженность перекрестков и передают эту информацию на центральный сервер управления. Связь с центральным сервером может осуществляться через радиосреду или по оптическим линиям связи [4].

## 9. «Умное ЖКХ»

Современное развитие строительной отрасли и ЖКХ основано на строительстве новых и реконструкции существующих зданий с целью повышения их энергоэффективности, экологичности, энерго- и ресурсосбережении, комфортном микроклимате и автоматизации управления инженерными системами [5]. «Умное ЖКХ», или «Smart GKN» – это часть концепции «Умного города», отвечающая за автоматизацию жилищно-коммунального хозяйства, предназначенная для своевременного предотвращения аварийных ситуаций, получения показаний счетчиков, контроля работы оборудования, прозрачности работы объектов ЖКХ и т.д.

## 10. «Умный дом»

«Умный дом» – это совокупность технологий, которая позволяет связывать различные системы дома, обеспечивая им возможность взаимодействия, удаленного управления системами жизнеобеспечения, с энерго- и ресурсосберегающими характеристиками, способствующими устойчивому развитию региона [5]. «Умный дом» является частью системы «Зеленое строительство», цель которой обусловлена снижением влияния зданий на протяжении всего жизненного цикла на окружающую среду и на здоровье человека.

Начиная от интеллектуального климат-контроля и заканчивая бытовой техникой, которая понимает вас с полуслова, в умном доме все направлено на то, чтобы сделать его самым комфортным местом в городе. Такие платформы, как Smart Things, позволяют «научить» ваш дом многим полезным командам; вы можете следить за всем происходящим в ваше отсутствие и управлять своим домом, даже находясь на расстоянии многих километров [6]. К элементам автоматического управления системами в умном доме относится, например, автоматическое закрывание дверей: входная дверь автоматически закроется за вами, когда вы уходите на работу; датчик в кабинете подаст сигнал, если кто-то вошел в комнату без вашего ведома, а ошейник вашей собачки сообщит, если вдруг она выйдет на улицу без вашего присмотра.

При проектировании зон застройки индивидуальными жилыми домами нового поколения необходимо системно учитывать все компоненты «Умного города», ориентируясь не только на квадратные метры будущего жилья, но и комфортность городской среды, устойчивое развитие среды жизнедеятельности человека, вопросы экологии и удовлетворение потребностей в настоящем без ущерба для будущих поколений.



## Библиографический список

1. Опарина, Л.А. Создание реляционной базы данных энергоёмкости строительных материалов / Л.А. Опарина, Н.В. Заянчуковская, И.Н. Лыкова // Строительство и реконструкция. – 2013. – № 6(50). – С. 78–81.
2. Опарина Л.А. Строительство энергоэффективных зданий как фактор устойчивого развития экономики // Генезис экономических и социальных проблем субъектов рыночного хозяйства в России. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – Вып. IX. – С. 93–95.
3. Концепция «Умный город»: основные положения, описание, устройство, примеры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fb.ru/article/399297/kontsepsiya-umnyiy-gorod-osnovnyie-polojeniya-opisanie-ustroystvo-primeryi> (дата обращения 24.10.2018).
4. Система «умный светофор» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Система\\_\"Умный\\_светофор\"](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Система_\) (дата обращения 24.10.2018).
5. Опарина Л.А. Разработка организационно-экономического механизма развития концепции «умный дом» в Ивановской области // Генезис экономических и социальных проблем субъектов рыночного хозяйства в России. – Иваново: ИВГПУ, 2015. – Вып. IX.– С. 90 – 93.
6. 12 технологий умного города. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://therunet.com/articles/353> (дата обращения 24.10.2018).

## КОМПЛЕКСНАЯ МАЛОЭТАЖНАЯ ЗАСТРОЙКА – СПОСОБ СУБУРБАНИЗАЦИИ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Степанов, Е.Е. Тимофеева

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены наметившиеся тенденции и проблемы субурбанистики в Ивановской области.

**Ключевые слова:** социальная инфраструктура, малоэтажное строительство, субурбанизация.

С древнейших времен у человека возникла потребность в жилище. Жилище – одно из главных оснований существования людей. Состояние и его форма определяются уровнем развития производительных сил и характером производственных отношений, технико-экономическим прогрессом и развитием социальной структуры общества, а также многообразием окружающей географической среды.

Для того чтобы жить, вести здоровый образ жизни, полноценно трудиться, растить детей, приобретать и обновлять знания, у человека прежде всего должно быть жилище, в котором тепло, светло, уютно; жилище, позволяющее ему вести достойное существование.

В России сегодня 45 % семей хотят улучшить свои жилищные условия. По показателю обеспеченности жильём россияне по-прежнему отстают от развитых европейских стран. Такой вывод можно сделать на основании данных фонда «Институт экономики города» [1].

Средний показатель обеспеченности общей площадью по стране сегодня составляет 25 кв. м на человека. Однако это среднее значение показателя; у десяти миллионов российских семей общая площадь, приходящаяся на одного жителя, не превышает 15 кв. м.

В мировом масштабе наиболее обеспеченными по показателю общей площади, приходящейся на одного человека, являются США; далее в порядке уменьшения идут жители Германии, Франции, Финляндии.

Тем не менее в некоторых странах этот показатель меньше такового в России. В порядке уменьшения – Бразилия, Турция, Япония, Китай, Сингапур. В табл. 1 приведены показатели общей площади приходящейся на одного человека.

Таблица 1. Уровень жизни в некоторых странах мира по показателю размера общей площади, приходящейся на одного человека

Страна	Размер жилой площади на одного чел., кв.м
США	70
Германия	45
Франция	45
Финляндия	37
Страны Восточной Европы	25-35
<b>Россия</b>	<b>25</b>
Бразилия	20
Турция	17
Япония	15
Китай	8,5
Сингапур	6

При этом в России на человека в среднем приходится 1,0 комната, то есть намного меньше, чем в среднем по ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития – международная межгосударственная организация экономически развитых стран), – 1,8 комнаты. А в домах с туалетом, оснащённым системой смыва, живут 84,9 % населения России, что значительно ниже, чем средний уровень по ОЭСР, составляющий 97,6 %. В наиболее развитых странах мира количество комнат на одного человека составляют 2,0 и более [1].

На сегодняшний день в России одним из самых перспективных и имеющих большой потенциал направлений является малоэтажное строительство.

Строительство малоэтажных домов могло бы стать фактором активизации социально-экономического развития пригородных территорий и роста качества жизни городского населения в силу существенного мультипликативного эффекта жилищных инвестиций и таких преимуществ малоэтажного жилищного строительства, как:

- комфортность проживания, что связано с более низкой плотностью застройки и наличием меньшего числа соседей;

- возможность строительства жилья самостоятельно или с привлечением подрядчика при достаточно приемлемой стоимости строительства;

- благоприятная экологическая обстановка за счет строительства малоэтажного жилья в пригородах;

- возможность строительства малоэтажного дома по индивидуальным проектам в отличие от многоквартирного жилья, более привлекательные архитектурные решения и отделка фасадов;

- наличие собственного земельного участка, на котором расположен дом, что, в свою очередь, обеспечивает возможность эксплуатации жилья и участка по усмотрению собственника, – например, возможность осуществлять расширение и проводить реконструкцию такого дома, а также заниматься садоводческой и другой деятельностью [2].

Широкий спектр потенциальных возможностей малоэтажного домостроения характеризует не только его значимость для масштабного увеличения объемов и темпов отечественного жилищного строительства, но и ключевую роль в пространственном развитии страны, обеспечении ее геополитической безопасности и социально-экономической стабильности. Эта роль может и должна стать основной целевой установкой масштабной государственной программы – национального мегапроекта.

Основную проблему комфортности загородных поселков Ивановской области составляет оснащенность социальной инфраструктурой. Уровень обеспечения поселка инфраструктурой должен соответствовать назначению самого коттеджного поселка. Потребности в элементах инфраструктуры для поселка, предназначенного для периодического и сезонного проживания и отдыха, будут не столь избирательными, то есть в таких поселках нет смысла обеспечивать богатую инфраструктуру. Совсем другое дело, когда поселок организован для постоянного проживания. В этом случае задачей застройщиков является обеспечение такого уровня элементов инфраструктуры, чтобы они запросто обеспечивали комфортабельность круглогодичного проживания в этом поселке.

Помимо проблем, возникающих с вопросом обеспечения домовладений наивысшим уровнем социального обслуживания, есть другие, не менее важные, в том числе – транспортная доступность. Эта проблема имеет свою значимость еще и потому, что практически все домовладельцы передвигаются на собственных автомобилях.

При строительстве небольшого поселка просто не предусматриваются детский сад, школа, поликлиника, и поэтому приходится организовывать для жителей транспортные маршруты в другую часть города. При строительстве нового района учреждения социальной инфраструктуры возводятся, только если в районе не менее тысячи домовладений, в этом случае в строительстве участвуют органы местного самоуправления [3].

Самыми популярными объектами на рынке загородной недвижимости Иванова и Ивановской области являются дома с участками и коттеджи. Сегмент в основном развивается благодаря малоэтажному строительству в черте города и рядом с ним. В сельской местности ситуация хуже.

Доля объектов малоэтажного строительства на рынке недвижимости региона достаточно высока – около 50% от общего объема. Жители городов все чаще перебираются в пригороды. Наибольшим спросом пользуются дома за 3-5 млн. руб. Коттеджных поселков в регионе становится больше с каждым годом, появляются первые таунхаусы. Таунхаус – это несколько практически отдельных коттеджей, но обладающих общими боковыми стенами. У каждого объекта недвижимости в составе такого жилого комплекса есть в наличии собственный земельный участок до пяти соток. Такие коттеджи обычно обладают наивысшей комфортабельностью для своих владельцев. Известно, что в других странах таунхаусы широко распространены не только в загородной местности, но и в городах. В России же подобная практика не получила всеобщего признания. Отчасти это связано с дороговизной земли под застройку жилыми объектами недвижимости.

Интерес к земельным участкам в Иванове и Ивановской области проявляют и представители других регионов. Жителей Москвы и Подмосковья, к примеру, особенно привлекает умеренный климат и разумная удаленность от столицы. Именно иногородние покупатели формируют спрос на участки, расположенные более чем в 30 км от областного центра [4].

Наиболее известными зонами малоэтажной застройки в Ивановской области являются коттеджные поселки «Гринвилль Парк», «Плотина», «Олимпийская деревня», «Говядово», «Иванково», «Беяницы», «Ново-Коляново».

Главные преимущества «Гринвилль Парка»: близость к центру; современный дизайн; закрытая благоустроенная территория (круглосуточная охрана, пропускной режим); свободная планировка таунхаусов (будущие жильцы смогут проектировать помещения на свое усмотрение, учитывая желания всех членов семьи); дома по высоте не превосходят окружающие деревья (гармония с природой).

В коттеджном комплексе «Олимпийская деревня» предусмотрены необходимые центральные коммуникации: газ, электричество, телефон, интернет – всё, что необходимо, чтобы наслаждаться загородной жизнью, не думая о бытовых мелочах и не выключаясь из привычного делового ритма. Деревня Кривцово, в которой располагается комплекс, включена в Программу газификации регионов РФ, согласно которой в 2019 году здесь будет построен магистральный газопровод высокого давления.

Уникальность расположения загородного эко-поселка Иванково определила неповторимая красота побережья Уводьского водохранилища, по праву считающегося одной из самых экологически чистых зон Ивановского края.

Застройщик в коттеджном поселке «Беяницы» запланировал строительство 16 многоквартирных домов и 165 усадеб площадью от 90 до 300 квадратных метров как элитного, так и экономичного класса. Инженерные коммуникации в готовых домах выполнены в соответствии с современными стандартами. К каждому коттеджу подведены газ, электроэнергия, водопровод, канализация, высокоскоростной интернет. В ближайшее время на территории муниципалитета начнется строительство торгового центра, спортивного комплекса, парков, детского сада и офисного помещения для врача общей практики.

Коттеджный поселок «Ново-Коляново» планируется как современный коттеджный поселок, обеспеченный всеми необходимыми коммуникациями и инфраструктурой для комфортабельного отдыха и постоянного проживания с круглогодичной транспортной доступностью.

Комплексное развитие малоэтажного жилищного строительства в Ивановской области вызвано необходимостью изменения структуры жилищной политики в пользу малоэтажного строительства жилья, переориентацией его на индустриальные, экономичные, энергосберегающие технологии, активизации спроса на малоэтажное жилье и предложений на рынке жилья, развитие государственно-частного партнерства, разработки и

внедрении эффективных механизмов финансирования малоэтажного строительства, в том числе земельной ипотеки. Большое значение в малоэтажном строительстве имеет территориальное планирование, т.е. градостроительный аспект, как подчеркивают Е.Е. Тимофеева и А.В. Свечников [5].

Кластера малоэтажного строительства в Ивановской области пока нет, но есть проекты концепции и программы развития малоэтажного домостроения в регионе. Одной из приоритетных задач развития Ивановской области является постоянное наращивание объемов строительства жилья, в том числе малоэтажного, и увеличение его доступности для семей с разным уровнем доходов. Развитие комплексного малоэтажного строительства – реальная возможность ускорить обеспечение населения комфортным жильем и решить эту первостепенную социальную проблему, при этом реализуя все основные требования и критерии, характеризующие современное жилищное строительство: высокую скорость строительства дома, невысокую стоимость жилья, его высокие энерго- и ресурсосберегающие характеристики, круглогодичный сезон строительства.

На современном этапе малоэтажное строительство представлено множеством видов зданий, технологий их возведения и прочими характеристиками [6].

Рынок недвижимости Иванова и Ивановской области развивается стабильно. Ежегодный прирост строительства жилья наблюдается уже несколько лет и находится в диапазоне 1,5 – 2,5% в год.

В Иванове сегодня проживает около 410 тысяч человек, численность населения области превышает 1 млн. граждан [7]. В последние годы особенно заметна внутренняя миграция – из сел в города. Этот процесс может быть остановлен при помощи развития коммунальной инфраструктуры в районах. Региональные власти намерены газифицировать более ста населенных пунктов. Газ идет в Ильинский и Фурмановский районы; в Кинешемском и Ивановском ведутся масштабные работы по строительству водопровода.

Есть предпосылки для массового прихода на рынок ивановского жилья покупателей из других регионов: небольшая удаленность от столицы, расположение в области городов с богатой историей (Плес, Суздаль, Палех, Шуя), широкий выход на Волгу. Участки недалеко от реки и сегодня пользуются хорошим спросом. Интерес к ивановской загородной недвижимости проявляют жители Москвы и Московской области.

Для современного человека без ближайшего расположения элементов инфраструктуры жизнь практически невозможна. Застройщики учитывают данный факт и не оставляют своих клиентов в гордом одиночестве посреди поля или леса. Почти во всех нововозводимых загородных поселках Ивановской области присутствует минимальный набор инфраструктуры. Это могут быть всевозможные инженерные коммуникации, службы эксплуатации поселка. Среди общественных объектов обычно присутствуют детские площадки или всевозможные парки, скверы. Вполне возможна организация

кафе, ресторанов, небольших магазинов, однако только в одном из рассмотренных поселков планируется в ближайшее время возведение детского сада и офиса врача общей практики.

### Библиографический список

1. Петрова З.К., Долгова В.О. Развитие малоэтажного жилищного строительства на территории центрального федерального округа // Academia. Архитектура и строительство. – 2018.– № 2. – С. 115 – 125.

2. Рунькова А.С. Томская область // Избранные доклады 62-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых тенденции и перспективы развития малоэтажного строительства / Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2016. – 1430 с. // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://goo.gl/ZNP1n9><https://goo.gl/ZNP1n9> (дата обращения 23.07.2018).

3. Загородная недвижимость в Ивановской области со всеми удобствами // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dachnyi-variant.ru/articles/zagorodnaia-nedv-v-ivanovskoi-obl-so-vsemi-udobstvami> (дата обращения 23.07.2018).

4. Недвижимость Ивановской области // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://37.bn.ru/> (дата обращения 23.07.2018).

5. Тимофеева Е.Е., Свечников А.В. Градостроительные основы малоэтажного строительства // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб-к науч. тр. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 37 – 47.

6. Свечников А.В., Тимофеева Е.Е. Классификация малоэтажного жилищного строительства // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб-к науч. тр. – Иваново: ИВГПУ, 2016. – С. 39 – 50.

7. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области // URL: <http://ivanovo.gks.ru/> (дата обращения 27.08.2018).



## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ КОМПЛЕКСНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ АГЛОМЕРАЦИЙ

**Е.Е. Тимофеева, В.Е. Морозов**

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье обоснована необходимость градостроительного регулирования развития территорий агломераций. На основе выявленных проблем в развитии строительства и освоения территорий агломераций, обозначены направления градостроительного регулирования территорий агломераций, а также связанные с этим вопросы градостроительного регулирования. Рассмотрена роль комплексного устойчивого развития территории для агломераций.

**Ключевые слова:** агломерация, градостроительное регулирование, территориальное планирование, комплексное устойчивое развитие территорий.

Важность задачи государственного регулирования развития агломераций определяется тем, что государство является гарантом защиты общественных интересов и тем рычагом, который сдерживает стихийное освоение территорий во внешней (пригородной) зоне ядра агломерации. В противовес хаотичному развитию территорий агломераций и стихийному освоению их территорий, ставится задача жесткого государственного регулирования развития территорий агломераций, включая градостроительное регулирование.

Как отмечает Ю.В. Якишин, в последние годы в России проявляется тенденция формирования агломераций не только вокруг городов-миллионников, но и вокруг крупных и средних городов [1]. Следовательно, проблема регулирования развития агломераций касается не только городов-миллионников, но и большинства областных центров, вокруг которых формируются поселения, создаются объекты бизнеса и инфраструктуры.

Развитие агломераций сопровождается масштабным строительством разнообразных объектов капитального строительства (производственного; жилого; общественно-делового назначения), инфраструктуры, а также реконструкцией этих объектов. Расширяясь масштабно в территориальном плане, агломерации стирают границы муниципальных образований, образуя единое пространство с объектами и инфраструктурой, изменяя архитектурный облик ранее застроенных территорий и свободного пространства между городами и населенными пунктами.

Большинство объектов капитального строительства, в том числе жилищного, производственного и административно-общественного строительства, возводимых на территориях агломераций, требует

привлечения частных инвестиций. Здесь важно не допустить бессистемной застройки данных территорий. Как отмечают некоторые авторы, «на этом этапе многие вопросы не подлежат эффективному регулированию, что приводит к хаотичной застройке инвестиционно-привлекательных территорий» [2, с. 560]. В связи с этим ставится задача разработки направлений регулирования комплексного освоения территорий агломераций.

Исследования развития территорий агломераций последних лет показали, что строительство на территории агломераций нередко ведется стихийно, при отсутствии соответствующих схем территориального планирования, включающей все входящие в агломерацию поселения, межселенные территории и коммуникации, а также в отсутствие градостроительного мониторинга. В результате вырубаются лесные массивы, производится строительство на сельскохозяйственных землях, возникает множество «островков» жилой застройки смешанного типа (многоэтажные жилые здания, малоэтажные дома и индивидуальные жилые здания), характеризующейся хаотичностью архитектурных решений и пространственного размещения, и без наличия необходимой социальной инфраструктуры. Исчерпание свободных территориальных резервов в крупных городах приводит как к поглощению ими прилегающих территорий, так и к переходу города от компактного к дисперсному пространственному развитию с ростом объемов маятниковой миграции с городских территорий [3, с. 101].

На наш взгляд, одной из причин такого положения является разная административно-территориальная подчиненность населенных пунктов, входящих в границы агломерации. Регулирование развития поселений в рамках конкретных муниципальных образований главами районов нередко осуществляется без учета «интересов» соседей и целостного развития территорий агломераций, то есть агломерации по сути не являются единицами территориального управления в отличие от муниципальных районов.

Кроме того, инвесторы, занимающиеся строительством на данных территориях, девелоперы преследуют прежде всего свои коммерческие интересы, не принимая во внимание перспективы развития данных территорий. Их интересы ограничиваются получением прибыли от строительной деятельности и получением новых участков и разрешений на строительство в краткосрочной перспективе. Муниципалитеты также стремятся к получению дополнительных доходов в соответствующий бюджет от проведения аукционов по предоставлению земельных участков под строительство, не учитывая последствий такого бессистемного освоения территорий и нередко без привязки к стратегическим планам развития поселений агломераций.

Еще одним препятствием комплексного освоения территорий агломераций являются «пробелы» в российском законодательстве. Так, в законодательстве отсутствуют критерии определения границ агломераций. В связи с тем, что в Градостроительном кодексе термин «агломерация» отсутствует, порядок разработки, согласования, реализации схем

территориального планирования агломераций не установлен, методические вопросы проектирования схем территориального планирования агломераций не разработаны.

Таким образом, в России развитие агломераций сдерживается административными барьерами, мешающими территориальной и экономической интеграции (жестко регламентированными административными и бюджетными полномочиями муниципалитетов), амбициями муниципальных властей, слабостью межмуниципальных связей (слабой мотивацией горизонтального, межмуниципального взаимодействия). Низкая степень связанности муниципальных образований в юридическом, экономическом, инфраструктурном планах порождает большой круг многоаспектных проблем, в частности, в сфере землепользования, застройки территорий, межмуниципальном пространственном развитии.

Современные городские агломерации выходят за рамки существующих административно-территориальных образований, что обуславливает необходимость применения особых механизмов регулирования и управления.

В аналитическом обзоре по развитию агломераций, подготовленном ОАО «Гипрогор», отмечается, что «в настоящее время в Российской Федерации агломерации как объект развития находятся вне сферы государственного и муниципального управления, не выработаны единые подходы к государственной поддержке агломераций и отсутствует система мер, направленных на формирование и развитие агломераций» [4, с. 35].

Вместе с тем в последние годы на уровне высших государственных органов власти проблемам развития агломерации уделяется все больше внимания. Так, еще в 2013 г. Министерством регионального развития РФ был принят План мероприятий («дорожная карта») «Развитие агломераций в Российской Федерации» [5]. Приказами Министерства регионального развития Российской Федерации от 18 марта 2014 г. №74 и №75 была установлена последняя редакция Положения о Межведомственной рабочей группе по социально-экономическому развитию городских агломераций и подготовлен отбор пилотных проектов по испытанию и модернизации механизмов по координации развития городских агломераций в России [6].

В настоящее время при Совете Федерации создана Рабочая группа по совершенствованию правового регулирования развития городских агломераций. Также внесены изменения в Градостроительный кодекс Федеральным законом от 31.12.2017 №507-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации»: введено понятие документов территориального планирования двух и более субъектов Российской Федерации [7]. В Проекте Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года, подготовленном Минэкономразвития России, в качестве приоритетов пространственного развития обозначены крупнейшие и крупные городские агломерации [8]. Однако принимаемые на государственном уровне решения еще не создали условий и решений для разработки и реализации механизма

градостроительного регулирования и управления территориальным развитием агломераций. На практике прослеживается недостаток системного подхода в решении вопроса регулирования развития агломераций.

В научном сообществе единого мнения на этот счет также нет. Но многие предложения по организации управления агломерациями заслуживают внимания. Так, в целях эффективного законодательно-правового обеспечения комплексного развития агломерации как целостного социально-градостроительного образования Г.А. Малоян считает целесообразным создание специального управленческого подразделения – ассоциации (дирекции) субъектов градостроительной деятельности агломерации, учреждаемой областными, городскими, муниципальными, районными и другими входящими в агломерацию органами самоуправления. Ассоциация формируется и руководствуется в своей деятельности разрабатываемыми ею по согласованию с местными органами власти положениями, конкретизирующими её функции, структуру, программы деятельности. Компетенция ассоциации определяется с учётом части полномочий, передаваемых ей местными администрациями. На этой же основе устанавливаются сферы совместной компетенции и перечень вопросов, решение по которым не может быть принято без согласования с ассоциацией [9]. Такой подход, на наш взгляд, решает задачу согласования действий руководителей разрозненных муниципалитетов, близко расположенных друг к другу на территориях агломераций.

Система государственного регулирования агломерационных процессов включает в себя ряд направлений: правовое, экономическое, административное, градостроительное.

Градостроительное регулирование развития агломераций связано с решением следующих вопросов: разработка нормативно-правовой базы для агломераций, определение границ агломераций, разработка согласованной градостроительной и социально-экономической концепции развития агломераций, формирование механизмов реализации градостроительных решений, создание организационных структур, ведающих вопросами управления пространственным развитием агломераций.

Муниципальные образования, входящие в состав агломерации, в основном обеспечены стратегическими документами территориального планирования: генеральными планами поселений, схемами территориального планирования муниципальных районов, схемой территориального планирования субъекта РФ, на территории которого расположена агломерация; поселения имеют нормативно-правовую базу в виде правил землепользования и застройки. Однако каждый из этих документов разрабатывался автономно, и сумма этих стратегий не соответствует представлению агломерации как целостного экономического и планировочного пространства, где кооперированно решаются вопросы инженерного, транспортного обслуживания территории, межселенного социально-культурного обслуживания, определения территориальных резервов для нового промышленного, общественного и жилищного строительства и др.

Нормативной базой управления развитием агломерации могут быть общее градостроительное законодательство и градостроительные нормативы. При этом управление развитием агломерации может осуществляться путем разработки, принятия и реализации общих решений на уровне агломерации и местных решений на уровне городов, поселений и межселенных территорий, входящих в агломерацию.

Решение вопросов по комплексному развитию территорий агломераций - сложная проблема, которая включает в себя несколько видов деятельности: подготовку документации по планировке территории; образование земельных участков в границах данной территории; строительство на земельных участках в границах данной территории объектов транспортной, коммунальной и социальной инфраструктур, а также иных объектов в соответствии с документацией по планировке территории.

Основными проектными и аналитическими документами агломерации являются: обоснование границ агломерации; концептуальный прогноз (концепция) развития агломерации, включая территориальный, социально-экономический и структурно-планировочный прогнозы; генеральный (общий план развития); территориальный кадастр; целевые программы развития, в том числе по видам инфраструктуры, природопользования и охране природы, формированию рынка жилья и жилищному строительству.

Схема территориального планирования агломерации должна разрабатываться с учетом интересов правовых отношений всех участников (субъектов) градостроительной деятельности на территории агломерации: органов государственной власти и управления; подведомственных им органов архитектуры и градостроительства; органов местного самоуправления, осуществляющих градостроительную деятельность в соответствии со своей компетенцией; специально создаваемых управленческих структур (ассоциаций), которым поручается организация разработки, реализации и контроля решений по развитию агломераций, объединений граждан, общественных и других организаций, иных юридических лиц, являющихся заказчиками, инвесторами, застройщиками, разработчиками градостроительной документации и пользователями объектов инвестиционной градостроительной деятельности.

В схеме территориального планирования агломерации в соответствии с отнесенностью к компетенции Российской Федерации, республик, входящих в состав Федерации, решаются вопросы: установления границ особо охраняемых территорий, территорий памятников, историко-культурных заповедников и национальных парков республиканского значения по согласованию с соответствующими местными органами власти; разработки совместно с местными органами власти республиканских программ по рациональному использованию земель, охране земельных ресурсов в комплексе с другими природоохранными мероприятиями.

На управление земельно-имущественными комплексами городов и населенных пунктов, а также на прилегающие к ним территории органы местного самоуправления, представляя интересы государства и его граждан,

оказывают значительное влияние, в том числе через градостроительную политику. Администрации имеют возможность регулировать застройку территорий агломераций.

С 1 января 2017 г. вступил в силу Федеральный закон от 3 июля 2016 г. №373-ФЗ [10], который внес существенные новшества в регулирование градостроительной деятельности. С этого момента появилась возможность комплексного освоения территории по инициативе органа местного самоуправления.

Термин «комплексное устойчивое развитие территории» (КУРТ) в Федеральном законе № 373 (статья 1, дополненная пунктом 34) подразумевает деятельность по подготовке и утверждению документации по планировке территории для следующих объектов:

1) объектов капитального строительства: производственного; жилого; общественно-делового назначения;

2) объектов инфраструктуры: транспортной; коммунальной; социальной; а также при архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции указанных в настоящем пункте объектов.

КУРТ включает в себя:

- комплексное освоение территории (в том числе в целях жилищного строительства);

- развитие застроенных территорий;

- комплексное развитие территории по инициативе правообладателей земельных участков и (или) расположенных на них объектов недвижимого имущества, комплексное развитие территории по инициативе органа местного самоуправления [11, с. 184].

Комплексное развитие территории по инициативе органа местного самоуправления является одним из видов деятельности по комплексному и устойчивому развитию территории.

Комплексное устойчивое развитие территории (КУРТ) предполагает многоэтапность; при этом смена функций может быть произведена не на всей разрабатываемой территории. Территория при этом является динамичной, эволюционно развивающейся, на которой постоянно происходят преобразования. Ранее подобный проект предполагал полную замену существующих функций, и долгосрочная динамика и «жизнь» этой территории не предполагалась.

Одна из основных целей состоит в том, что при помощи КУРТ преобразовывается территория, которая на данный момент может быть раздроблена на мелкие участки. КУРТ является инструментом объединения территорий в некую единую концепцию, что важно для агломераций.

### **Библиографический список**

1. Якишин Ю.В. Экономика города: стратегия структурной перестройки / Ю.В. Якишин; под науч. ред. д.э.н., проф. С.В. Кузнецова. – СПб.: Любавич, 2014. – 464 с., ил.

2. Кадетова Т.А., Гатина Н.В., Серякова Р.Э. Воздействие муниципалитета на градостроительство путем выделения зон первоочередного инвестирования в проектах комплексного развития территории // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. – СПб., 2016. – С. 560 – 563.

3. Герцберг Д.Я. Агломерации как объект экономической политики, государственного регулирования и территориального планирования // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. № 4. – С. 98 – 106.

4. Развитие городских агломераций: аналитический обзор. Вып. 2. [https://docviewer.yandex.ru/view/573611241/?\\*=gpaLN%2F%2BX1%2F4K9%2B%2FIGBZeWw%2FO%2FuN7InV](https://docviewer.yandex.ru/view/573611241/?*=gpaLN%2F%2BX1%2F4K9%2B%2FIGBZeWw%2FO%2FuN7InV) .

5. План мероприятий («дорожная карта») «Развитие агломераций в Российской Федерации». – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/minrec%20/activity/sections/planning/wg/dk> (дата обращения 21.09.2018).

6. О мерах по реализации отбора пилотных проектов по апробации и совершенствованию механизмов управления развитием городских агломераций в Российской Федерации: Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 18 марта 2014 года №75. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499096497> (дата обращения 21.09.2018).

7. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 31.12.2017 № 507-ФЗ.

8. Проект Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. – Режим доступа: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b/spr.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=4e13f48c-257a-4878-858f-c2159aa5320b> .

9. Малоян Г.А. К необходимости разработки схем территориального планирования городских агломераций // Academia. Архитектура и строительство. – 2016. № 1. – С. 64 – 67.

10. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации, отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования регулирования подготовки, согласования и утверждения документации по планировке территории и обеспечения комплексного и устойчивого развития территорий и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации: Федеральный закон от 03.07.2016 №373-ФЗ (последняя редакция), статья 1.

11. Хомутишникова О.Э. Комплексное устойчивое развитие территории // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. –№ 5-2. – С.184-187.



## РЕНОВАЦИЯ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА ГОРОДА

Е.Е. Тимофеева, Е.Н. Тихомиров

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются актуальные проблемы устранения физического и морального износа жилищного фонда страны на основе процессов его воспроизводства. Рассмотрены направления простого и расширенного воспроизводства жилищного фонда. Обоснована роль реновации в процессах воспроизводства жилищного фонда, при этом особое внимание уделено современному толкованию термина «реновация». Определено значение Программы реновации жилищного фонда в городе Москве в активизации действия по сносу неудовлетворительного по качеству жилищного фонда.

**Ключевые слова:** жилищный фонд, воспроизводство жилищного фонда, реновация жилищного фонда, программа реновации жилищного фонда города Москвы.

Жилищный фонд является одним из базовых элементов национального богатства страны, в умножении и сохранности которого заинтересовано все общество. В социальном аспекте жилищная сфера удовлетворяет первичные жизненные потребности человека и представляет жизненно важные интересы всего населения страны [1].

Большое значение в решении жилищной проблемы имеет реновация и реконструкция как отдельных объектов, так и целых массивов сложившейся застройки. Наиболее ярко это проявляется в Москве и Московской области, где на практике реализуется крупномасштабная программа реконструкции ветхой и пятиэтажной застройки на основе комплексного подхода.

Характеризуя категорию «жилищный фонд» как совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации (в соответствии со ст. 19 Жилищного кодекса РФ) [2], обращают внимание не только на такие характеристики жилых зданий, как этажность, материалы стен и прочие, но и на их техническое состояние, то есть физический износ. При этом, как отмечает К.В. Демьянов, помимо физического износа, характеризующего степень изношенности конструктивных элементов здания в целом, на потребительские свойства жилых зданий оказывает влияние функциональный износ, величина которого «указывает на снижение качества исследуемого объекта по отношению к современным стандартам в строительстве» [3, с. 12].

С целью снижения износа жилых зданий и для обеспечения непрерывной их эксплуатации необходимо их постоянное возобновление, то есть воспроизводство. Воспроизводство жилищного фонда является одной из основных частей общественного воспроизводства. В контексте

представленных выше рассуждений становится очевидной возможность применять сформулированные положения к объектам жилой недвижимости.

Таким образом, воспроизводство жилищного фонда, основанное на приведенных выше теоретических положениях, обоснованно можно считать одной из важнейших задач жилищной политики страны [4, с. 58].

Применительно к жилищному фонду проблема воспроизводства имеет определенную специфику, которая связана не только с экономическими, но и с социально-политическими и техническими факторами.

Благодаря непрерывности процесса воспроизводства деятельность, связанная с реализацией основных форм воспроизводства жилищного фонда, сохраняется и поддерживает свою структуру, включая взаимосвязи с другими социально значимыми процессами, как и воспроизводство самой себя.

Воспроизводство жилищного фонда – это совокупность действий по предотвращению износа объектов жилой недвижимости [5, с. 191]. При воспроизводстве жилого фонда выделяют два его вида – это простое и расширенное. Для простого воспроизводства характерно неизменное качество и количество продукта в каждом цикле, например, восстановление износившихся фондов. При расширенном воспроизводстве качество и количество возрастает в каждом последующем цикле. В качестве примера можно назвать устранение морального износа и расширение фондов.

Проблема воспроизводства жилого фонда в России всегда являлась актуальной задачей. С каждым годом возрастает потребность в реконструкции и восстановлении жилищного фонда страны, поскольку возрастает как моральный износ, так и физический износ конструктивных элементов жилых зданий и инженерных систем, что ускоряет общий процесс старения [6, с. 147].

Среди направлений воспроизводства жилого фонда выделяют новое строительство, реконструкцию жилых зданий, капитальный ремонт.

Реконструкция жилых зданий является одним из важных направлений решения жилищной проблемы, поскольку позволяет не только продлить жизненный цикл, но и существенно улучшить качество, эксплуатационную надежность и долговечность жилища.

При условии стабилизации и незначительного роста доходов населения в среднесрочной перспективе значительная часть населения будет удовлетворять свои потребности в жилье за счет пользования уже существующими зданиями и помещениями. В этом случае приоритетное место в комплексе воспроизводственных мероприятий на обозримую перспективу будет занимать капитальный ремонт.

Капитальный ремонт является обязательным условием простого воспроизводства. Он позволяет поддержать в надлежащем состоянии функциональные характеристики и продлить жизненный цикл зданий. Капитальный ремонт городских объектов направлен на частичное возмещение физического износа и заключается в полной или частичной замене важнейших элементов жилищного фонда: отдельных конструктивных элементов (кровли, фасада и т.д.), инженерных коммуникаций.

Одновременно с этим по мере развития общества повышаются и стандарты условий проживания населения в жилых домах, поэтому в настоящее время улучшение качества жилищного фонда невозможно без широкомасштабного проведения работ по модернизации и реконструкции.

Однако все указанные мероприятия рассматриваются только в контексте воспроизводства жилого фонда. Вместе с тем, решение более широкой задачи, связанной не только с воспроизводством жилого фонда, его качественным изменением, но и с качественным изменением параметров среды жизнедеятельности (жизненного пространства, развития жилых территорий и т.д.) становится сегодня более актуальной, чем сама проблема воспроизводства жилого фонда в обычном ее представлении. В решении этой задачи сегодня, как нам представляется, может быть выбрано два направления: первое, связанное с сочетанием обычных направлений воспроизводства жилого фонда (реконструкция, капитальный ремонт, новое строительство) и благоустройством жилых территорий в рамках программы формирования комфортной городской среды; второе направление связано с программами реновации жилой застройки.

Вместе с тем следует заметить, что анализ практики реализации предыдущей программы реновации в Москве (эта программа была начата в 1999 году) показал, что данная программа была направлена на переселение граждан из жилых домов, подлежащих сносу по представлению префектур. В названии программы отсутствовало слово «реновация», которое фактически было заменено термином «комплексная реконструкция районов застройки» [7]. Но по своему существу она решала те же задачи, что и современная программа реновации в Москве: переселение граждан, снос старых пятиэтажек (пятиэтажной застройки) первого периода индустриального домостроения и строительство новых домов, в которые переселялись граждане из снесенных старых пятиэтажек.

В связи с этим встает задача уточнения сущности термина «реновация».

Реновация (от лат. *renovatio* – обновление, возобновление) – «экономический процесс замещения за счет средств амортизационного фонда выбывающих из производства вследствие физического и морального износа машин, оборудования, инструмента новыми основными средствами» [8].

В Законе «О статусе столицы Российской Федерации» под реновацией жилищного фонда в городе Москве понимается совокупность мероприятий, выполняемых в соответствии с программой реновации жилищного фонда в городе Москве, направленных на обновление среды жизнедеятельности и создание благоприятных условий проживания граждан, общественного пространства в целях предотвращения роста аварийного жилищного фонда в городе Москве, обеспечения развития жилых территорий и их благоустройства [9].

А.Н. Кириллова, анализируя терминологию, связанную с реконструкцией и реновацией жилой застройки, отмечает, что термин «реновация» используется неоднозначно и означает «адаптивное применение

зданий, комплексов, сооружений, территорий в условиях изменения их функций» [10]. Технологии реновации образуют особую группу ресурсо- и энергосберегающих технологических процессов, так как уже по своей сути направлены на увеличение ресурса объектов, удовлетворяющих потребности общества в разных сферах его жизнеобеспечения и практической деятельности, или продление их жизненного цикла, в том числе за счет повторного использования материала, из которого они изготовлены.

В жилищной сфере реконструкция и реновация могут применяться как к отдельно взятому жилищному фонду, так и к целой территории жилой застройки, на которой имеется жилищный фонд определенного качества, но трактуются отнюдь не однозначно. В отечественной практике в процессе ремонтно-модернизационных работ происходило совмещение понятий реконструкции и реновации существующей жилой застройки.

Таким образом, реновация направлена на воспроизводство жилищного фонда, устранение его физического и морального износа. Наиболее ярким примером реновации в России является реновация жилищного фонда в городе Москве. Она реализуется в рамках разработанной и утвержденной Программы реновации жилищного фонда в городе Москве. Программа реновации жилищного фонда Москвы была утверждена 1 августа 2017 года. Она предусматривает расселение более 350 тыс. квартир. В программу включен 5171 дом [11].

Данная Программа принята с целью устранения накопленного за последние десятилетия физически и морально устаревшего жилья, потери привлекательности городской среды.

По результатам мониторинга технического состояния жилищного фонда, проведенного Государственной жилищной инспекцией города Москвы, был определен объем жилой пятиэтажной панельной застройки первого этапа индустриального домостроения, который должен подвергнуться реновационным мероприятиям. В программу реновации включены панельные многоквартирные дома серии I-515, 1605-АМ, 1МГ-300, К-7, II-32, II-35, I-335, I-511, I-513, II-34 и многоквартирные дома из объемных блоков.

Типовые пятиэтажки проектировались и строились по нормативам 60-70-х годов прошлого века с применением неэффективных теплоизоляционных материалов, с минимально допустимым уровнем теплозащиты. Как следствие, их теплотехнические характеристики не отвечают современным требованиям: требуемой сегодня классификации энергетической эффективности зданий по значению удельных энергозатрат на отопление.

Необходимо отметить их моральный износ: планировочные решения, внешний облик зданий, эксплуатационные характеристики по тепло-, гидро- и шумоизоляции не отвечают современным нормативным требованиям и потребительским качествам. Наблюдаются нарушения нормативных сроков периодичности капитального ремонта и реконструкции, нарушения теплотехнических норм.

Программа реновации принимается на срок до 2032 г. и позволит активизировать действия по сносу неудовлетворительного по качеству жилищного фонда, улучшить условия проживания и ускорить развитие городских территорий с помощью публичных механизмов и привлечения частных инвестиций.

### Библиографический список

1. Бирюкова О.Т. Воспроизводство жилого фонда как фактор повышения эффективности управления объектами жилой недвижимости (на примере капитального ремонта) // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета: тезисы докладов / Редколлегия: А.В. Навроцкий (отв. ред.) [и др.]. Волгоград, 2018. – С. 340.

2. Жилищный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 №188-ФЗ (ред. от 03.08.2018).

3. Демьянов К.В. Методологическое решение проблемы воспроизводства жилья в стране // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2015. – № 2 (13). – С. 11 – 21.

4. Торгашина И.Г. Сбалансированное воспроизводство жилищного фонда: пути решения / И.Г. Торгашина, К.В. Демьянов. – Иркутск: Изд-во БГУ, 2016. – 328 с.

5. Шиян Е.И. Рыночные проблемы и особенности воспроизводства жилищного фонда в современных условиях // Современная экономика: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб-к статей XII Междунар. науч.-практ. конф. В 4 ч. – Пенза, 2017. – С. 190 – 192.

6. Глебушкина Л.В., Перетолчина Л.В., Перетолчина Е.В. Методологические основы определения жизненного цикла зданий жилой застройки 1960-70-х гг. при реконструкции // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 2 (34). – С. 146 – 151.

7. О задачах комплексной реконструкции районов пятиэтажной застройки первого периода индустриального домостроения до 2010 года: Постановление Правительства Москвы от 6 июля 1999 года № 608-ПП.

8. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2011. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_67315/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_67315/).

9. О статусе столицы Российской Федерации: Закон Российской Федерации от 15 апреля 1993 г. № 4802-1.

10. Кириллова А.Н. Программа реновации жилищного фонда как фактор системного обновления и устойчивого развития городской застройки // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 3. – С. 16-21.

11. О Программе реновации жилищного фонда в городе Москве: Постановление Правительства Москвы от 1 августа 2017 г. № 497-ПП.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЗМЕРА УБЫТКОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ

Е.Е. Тимофеева, Д.О. Тиханович

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»,  
Российская Федерация*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы возмещения размера убытков, причиненных собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков в связи с временным занятием земельных участков, ограничением их прав либо ухудшением качества земель в результате строительства газопроводов. Предложена уточненная методика расчета размера упущенной выгоды для сельхозпроизводителей и определения размера убытков в результате проведения землеустроительных работ при строительстве газопроводов.

**Ключевые слова:** строительство газопроводов, временное занятие земельных участков, размер убытков, упущенная выгода.

Строительство и ввод в эксплуатацию магистральных и внутрипоселковых газопроводов вызывают различного рода нарушения использования земель, а также временное или постоянное выведение их из хозяйственного оборота.

В соответствии с действующим законодательством на момент начала строительных работ по возведению данных объектов заказчику строительства необходимо юридически оформить право на краткосрочное пользование земельными участками, в границах которых будут производиться подготовительные и строительно-монтажные работы, а также право на долгосрочное пользование территориями, необходимыми для эксплуатации постоянных наземных сооружений.

Важным этапом при оформлении прав является определение размеров убытков, в том числе размеров ущерба и упущенной выгоды в связи с предстоящим строительством.

В настоящее время на практике порядок возмещения убытков землепользователям, землевладельцам, собственникам и арендаторам земельных участков при строительстве линейных объектов регламентируется целым рядом законодательных и нормативно-правовых актов.

Статьей 57 Земельного кодекса РФ предусмотрено возмещение убытков в связи с ухудшением качества земель, временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков. В размер убытков в соответствии с данным законом включается и упущенная выгода [1].

Постановлением Правительства РФ №262 определены основания для возмещения убытков собственникам земельных участков, а также то, что размер убытков, причиненных собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, определяется по соглашению сторон и рассчитывается в соответствии с методическими рекомендациями, утверждаемыми Министерством экономического развития Российской Федерации [2].

Кроме определения порядка возмещения ущерба (кто возмещает, каким образом и проч.), встает главный вопрос, связанный с оценкой размера ущерба. Следовательно, речь идет о методике определения этого самого размера. Вопрос строится на компромиссе между обладателем земельного участка на праве собственности, землепользования, землевладения или аренды, с одной стороны, и заказчиком строительства линейного объекта – с другой.

Приказом Минэкономразвития России от 14 января 2016 г. №10 вступили в силу Методические рекомендации по расчету размера убытков правообладателям земельных участков [3].

Согласно данным Методическим рекомендациям расчет размера убытков возможно осуществлять посредством сложения размера реального ущерба и размера упущенной выгоды, которые несут правообладатели земельных участков. При этом убытками в виде упущенной выгоды рекомендуется считать неполучение правообладателем земельного участка доходов, которые он получил бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено, в расчете на срок, необходимый для восстановления его нарушенного правового положения.

В результате проведенного исследования установлено, что методика определения размеров убытков является несовершенной, несмотря на тот факт, что при расчете использованы различные исходные данные. Данные, полученные от землепользователя, могут быть необъективны, а среднестатистические данные не учитывают фактически сложившиеся условия использования земель. Таким образом, во избежание нарушений интересов сторон нами предлагается усовершенствовать методику определения размеров убытков в части использования официально подтвержденных данных.

Следовательно, исходные данные должны представлять собой объективно подтвержденные сведения о земельных участках и размере потенциально упущенных доходов.

На наш взгляд, при определении размера упущенной выгоды для предприятий, чьи земельные участки будут заняты под строительство газопроводов, самым значимым с точки зрения официально опубликованной и фактически объективной информации являются данные налогового учета



за последние несколько лет. За год данные брать не всегда объективно, поскольку, например, для сельхозпроизводителей урожайность по годам разная (в зависимости от погодных условий и прочих факторов), для других предприятий в рамках оценки в пределах одного года возможно действие краткосрочных факторов. При этом расчет среднего упущенного дохода предлагаем производить в сопоставимых ценах, чтобы нивелировать влияние инфляции на средние показатели по годам.

Определение времени (периода), в отношении которого рассчитывается размер упущенной выгоды, является открытым вопросом. В отношении строительства газопроводов на сельскохозяйственных землях, на наш взгляд, нужно исходить из следующего. Поскольку по сельскохозяйственным землям проходят, как правило, магистральные газопроводы, то они являются объектами государственной собственности. Но даже в других случаях газопроводы относятся либо к государственной, либо к муниципальной собственности, а, следовательно, в этом случае срок восстановления правового положения в соответствии с «Методическими рекомендациями..» №10 следует считать равным пяти годам со дня причинения убытков. В случае, если сельхозпроизводителю предоставят смежный участок равного качества и размеров (например, увеличат площадь посевов за счет государственных и муниципальных земель), то этот срок можно считать равным сроку со дня причинения убытков до дня предоставления земельного участка.

Тогда в соответствии с этим налоговую отчетность следует брать также за пять последних лет. Если сельскохозяйственное предприятие зарегистрировано и проработало меньше пяти лет, то данные берутся за все последние полные годы работы.

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что для сельхозпроизводителей расчеты по определению упущенной выгоды, вызванной обременением в использовании земель в связи со строительством газопроводов, могут вестись в двух направлениях:

1) если сельхозпроизводители занимаются производством одной культуры, в том числе на данных площадях, то можно воспользоваться данными налоговых деклараций за три последних года для исчисления средней прибыли и последующего недополучения ее части в связи с обременением земельного участка;

2) если сельхозпроизводители занимаются производством разных культур, в том числе на данных площадях, то можно воспользоваться данными налогового учета и рассчитать среднюю прибыль по данному участку земли.

Кроме того, следует учитывать и упущенную выгоду в результате недополучения урожая в текущем году в случае проведения работ в период после посева культур. При этом возникает серьезный вопрос: в какой период времени будут проходить работы по подготовке и строительству участка газопровода на данной земле – весной через небольшое время после посева,

летом в период созревания и роста растений или когда урожай почти уже готов к сбору. Поэтому расходы на этом этапе, очевидно, будут разные.

Тогда последовательность расчетов будет выглядеть следующим образом:

1. Приведение сведений по суммам доходов и расходов по данным налогового учета (налоговых деклараций) в сопоставимые цены за ряд последних лет (пять лет для предприятий, проработавших эти годы, и за все полные годы работы для предприятий, зарегистрированных менее 5 лет до года причинения убытков). При этом цены должны быть приведены к ценам последнего года, предшествующего проведению землеустроительных работ:

$$D_c = D \cdot i_d, \quad (1)$$

где  $D_c$  – сумма полученных денежных доходов в соответствующем году в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$D$  – сумма полученных денежных доходов в соответствующем году в текущих ценах, тыс. руб.;

$I_d$  – индекс инфляции по производимой продукции за период (с первого расчетного года до соответствующего, в отношении доходов которого производится расчет).

$$P_c = P \cdot i_p, \quad (2)$$

где  $P_c$  – сумма полученных денежных расходов в соответствующем году в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$P$  – сумма произведенных денежных расходов в соответствующем году в текущих ценах, тыс. руб.;

$I_p$  – индекс инфляции по расходам за период (с первого расчетного года до соответствующего, в отношении расходов которого производится расчет).

2. Определение размера прибыли на единицу площади земельного участка по данным налогового учета (налоговой отчетности):

$$P_{\text{ед.пл.}} = (D_c - P_c) / S, \quad (3)$$

где  $P_{\text{ед.пл.}}$  – размер полученной прибыли в соответствующем году на единицу площади земельного участка, тыс. руб.;

$D_c$  – суммы полученных денежных доходов в соответствующем году в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$P_c$  – суммы полученных денежных расходов в соответствующем году в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$S$  – площадь земельного участка, который был задействован для получения данной прибыли, кв.м.

Данный этап позволяет установить среднюю прибыль в расчете на один квадратный метр площади при производстве продукции, которая возделывается на всей территории, прилегающей к участку, предполагаемому под строительство газопровода. Данный этап позволяет привести данные налоговой отчетности в сопоставимый вид, поскольку общий объем прибыли может быть получен с разных площадей (например, в один год использовались меньшие размеры площади, в другой – большие).

3. Определение среднего размера прибыли на единицу площади земельного участка за расчетный период:

$$P_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ед.пл.}}{n}, \quad (4)$$

где  $P_{cp.}$  – средняя за период сумма полученной прибыли на единицу площади земельного участка в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$P_{ед.пл.}$  – размер полученной прибыли в соответствующем году на единицу площади земельного участка, тыс. руб.;

$n$  – количество налоговых периодов, лет.

$P_{cp.}$  – это средняя за несколько последних лет, предшествующих году проведения землеустроительных работ при строительстве газопровода (не более 5 лет в зависимости от того, более 5 лет или менее этого срока предприятие зарегистрировано в качестве субъекта предпринимательской деятельности), сумма полученной прибыли в сопоставимых ценах.

4. Определение среднего размера прибыли для земельного участка, в отношении которого предполагаются ограничения при строительстве газопровода ( $P_{cp.з.у.}$ ):

$$P_{cp.з.у.} = P_{cp.} \cdot S_{з.у.}, \quad (5)$$

где  $P_{cp.}$  – средняя за период сумма полученной прибыли на единицу площади земельного участка в сопоставимых ценах, тыс. руб.;

$S$  – площадь земельного участка, который был задействован для получения данной прибыли, кв.м.;

$S_{з.у.}$  – площадь земельного участка, в отношении которого предполагаются ограничения при строительстве газопровода, кв.м.

$S_{з.у.}$  – включает площадь, занятую строящимся газопроводом, и границы охранных зон.

5. Установление ставки дисконтирования с учетом доходности капитала и рисков в отрасли предпринимательской деятельности, осуществляемой на данном земельном участке в соответствии с обычаями делового оборота, существующие на день причинения убытков.

В соответствии с «Методическими рекомендациями...» [4] норма дисконта, включающая поправку на риск, отражает доходность альтернативных направлений инвестирования, характеризующихся тем же риском, что и инвестиции в оцениваемый проект. То есть для данного предприятия, в отношении которого производится расчет упущенной выгоды, связанной с землеустроительными работами при строительстве газопровода на принадлежащих им землях, она будет рассчитана как норма доходности на капитал, если бы вместо данного производства продукции на данном земельном участке эти же средства были инвестированы в развитие другого направления деятельности на данном предприятии (например, предприятие могло бы организовать возделывание других видов продукции). В каждом конкретном случае она могла быть определена по-разному. Но для

упрощения расчетов можно предложить взять среднюю норму доходности по возведению данной продукции в данном районе.

6. Определение времени (периода), в отношении которого рассчитывается размер упущенной выгоды в связи с проведением землеустроительных работ при строительстве газопровода (до пяти лет в зависимости от срока работы предприятия).

7. Расчет размера упущенной выгоды по следующей формуле:

$$PUB = \frac{\sum_{i=1}^t \Pi_{cp.z.y.}}{(1 + E)^t}, \quad (6)$$

где PUB – размер упущенной выгоды, тыс. руб.;

$\Pi_{cp.z.y.}$  – средний размер прибыли для земельного участка, в отношении которого предполагаются ограничения при строительстве газопровода

t – расчетный период, год;

E – ставка дисконтирования, которая учитывает доходность капитала и риски в отрасли предпринимательской деятельности, осуществляемой на данном земельном участке в соответствии с обычаями делового оборота, существующие на день причинения убытков, в долях.

Размер убытков для сельскохозяйственных предприятий ( $PU_{c.x.}$ ) будет рассчитан по следующей формуле:

$$PU_{c.x.} = PPU_{z.y.} + PPU_{зд.с.} + PPU_{y.k.z.} + PPU_{д.п.о.} + PUB + C_{проч.}, \quad (7)$$

где  $PPU_{z.y.}$  – размер реального ущерба (рассчитанный по рыночной стоимости земельного участка), связанного с ухудшением качества земельного участка или в связи с существенным ограничением прав на земельный участок, тыс. руб.;

$PPU_{зд.с.}$  – размер реального ущерба в отношении зданий и сооружений рассчитанный по рыночной стоимости здания и сооружения), вызванных ограничением прав на земельный участок, тыс. руб.

$PPU_{y.k.z.}$  – размер реального ущерба, связанного с ухудшением качества земель, тыс. руб.;

$PPU_{д.п.о.}$  – размер реального ущерба, который причинен правообладателям земельных участков в связи с досрочным прекращением обязательств перед третьими лицами, тыс. руб.;

PUB – размер упущенной выгоды, тыс. руб.;

$C_{проч.}$  – прочие расходы, которые правообладатели земельных участков понесли до дня причинения убытков с целью получения дохода от правомерного использования земельных участков, которые в связи с наступлением обстоятельств, связанных с изъятием земельных участков не могут быть получены, тыс. руб.

Если нет оснований (причин) при расчете размера убытков, по которым допускается расчет реального ущерба  $PPU_{z.y.}$  и  $PPU_{зд.с.}$ , то применяется другая формула расчета:

$$PU_{c.x.} = PPU_{п.сл.} + PPU_{им} + PPU_{y.k.z.} + PPU_{д.п.о.} + PUB, \quad (8)$$

где  $PPU_{п.сл.}$  – размер реального ущерба, причиненного в связи с нарушением почвенного слоя земельного участка, загрязнением или заражением земельного участка, ограничением прав на земельный участок, тыс. руб.;

$PPU_{им.}$  – размер реального ущерба, связанного с утратой имущества и дополнительными затратами, вызванными отчуждением земельного участка или ограничением прав по его использованию при строительстве газопровода

$PPU_{д.п.о.}$  – размер реального ущерба, который причинен правообладателям земельных участков в связи с досрочным прекращением обязательств перед третьими лицами, тыс. руб.;

РУВ – размер упущенной выгоды, тыс. руб.

Таким образом, нами уточнена методика определения размера упущенной выгоды для сельхозпроизводителей и определения размера убытков в результате проведения землеустроительных работ при строительстве газопроводов (уточнены показатели, входящие в состав размера убытков правообладателям земельных участков при проведении землеустроительных работ при строительстве газопроводов, и порядок их расчета; детально представлена последовательность проведения расчетов размера упущенной выгоды для сельскохозяйственных производителей и методика определения отдельных показателей, составляющих сумму упущенной выгоды).

### **Библиографический список**

1. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 №136-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2018).

2. Об утверждении Правил возмещения собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков убытков, причиненных временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц: Постановление Правительства РФ от 7 мая 2003 г., №262.

3. Методические рекомендации по расчету размера убытков, причиненных собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков изъятием для государственных или муниципальных нужд или временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, утвержденные приказом Минэкономразвития России от 14 янв. 2016 г. № 10.

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: утв. Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 №ВК 477.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ 1. ОБЪЕМНОЕ НАПОЛНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА. ОБЪЕКТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ</b>	5
<b>ФУНКЦИИ И ИНТЕРЬЕР «УМНОГО ДОМА»</b> Г.В. Лебедева	5
<b>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ МОНУМЕНТАЛЬНО-ДЕКОРАТИВНОГО ИСКУССТВА, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ФАСАДАХ ГОРОДСКИХ ЗДАНИЙ</b> М.Ю. Покровская, Н.А. Исаева	10
<b>БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ИНТЕРДОМА ИМ. Е.Д. СТАСОВОЙ</b> Л.А. Карапетян, Е.А. Горнушкина, У.С. Слюнченко	18
<b>ЛЕГКИЕ КОНСТРУКЦИИ – БУДУЩЕЕ АРХИТЕКТУРЫ</b> Э.А. Манасян	22
<b>АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ВОКЗАЛА ГОРОДА ИВАНОВА</b> А.Е. Киркова	29
<b>ВЛИЯНИЕ БАУХАУСА НА АРХИТЕКТУРУ</b> И.А. Голикова	33
<b>ТАКТИЧЕСКИЙ УРБАНИЗМ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДА ИВАНОВА</b> А. Мохамад	39
<b>РЕНОВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ИВАНОВА</b> А.С. Певцов	43
<b>МУЗЕЕФИКАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА ФУРМАНОВА</b> Д.С. Халатов	47
<b>СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ИВАНОВА</b> И.Д. Шкаликов	51

<b>ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРИГОРОДНЫХ ПОСЕЛКОВ БЛИЗ КРУПНЫХ ГОРОДОВ В СВЕТЕ ОПЫТА СОВЕТСКОГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ИВАНОВА</b> Т.А. Сизова	55
<b>ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ И СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ОСНОВА СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА</b> А.В. Захаров	61
<b>ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ТУРИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА Г. ЮРЬЕВЦА</b> К.С. Аксенова, Н.А. Исаева	65
<b>ИНТЕГРАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОВРЕМЕННЫЙ ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА</b> А.В. Огурцов, И.В. Чернова	69
<b>ВЫЯВЛЕНИЕ, ТИПОЛОГИЯ И ОЦЕНКА ГОРОДСКИХ МОРФОТИПОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИВАНОВА)</b> А.Е. Киркова	73
<b>АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ РАЙОНАХ</b> А.В. Огурцов, Ю.Н. Лебедев	79
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С НАЧАЛЬНЫМИ ДЕФЕКТАМИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «SCAD OFFICE»</b> М. А. Орлова	84
<b>АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ВОПРОСОВ ЭКОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ГОСТИНИЦ</b> Е.В. Гощакова, Е.Д. Чуркина	90
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ</b> В.И. Караваев, Ю.А. Федоров, А.А. Краснов	94
<b>РЕМОНТ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ</b> Е.Е. Шалый, С.Н. Леонович, Л.В. Ким, А.А. Зверев, Т.Е. Шалая	97



<b>РАЗДЕЛ 2. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ</b>	103
<b>ПОЛИСТИРОЛБЕТОН С ОГНЕУПОРНЫМИ ДОБАВКАМИ</b> М.В. Акулова, Т.Е. Слизнева	103
<b>ОЦЕНКА БИОСТОЙКОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ</b> В.Е. Румянцева, С.А. Логинова, Б.Е. Нармания	109
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФТОРИСТЫХ СРЕД НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ</b> В.Е. Румянцева, И.Н. Гоглев, С.А. Логинова, К.В. Морохов	112
<b>О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОБАВКИ ПРЕПАРАТА «БАКЦИД» В СОСТАВЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА</b> Ю.А. Щепочкина, Д.Ю. Баякин	118
<b>ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ</b> Ю.А. Щепочкина, Д.Ю. Баякин, А.А. Нечаев, Е.А. Селезнева	121
<b>ВЛИЯНИЕ ФИБРОВОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ</b> М.А. Гончарова, К.А. Корнеев, Н.В. Иванищева	123
<b>РЕЦИКЛИНГ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ КАК ОСНОВА ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> М.А. Гончарова, П.В. Борков, Аль-Суррайви Хамид Галиб Хуссайн, А.И. Баландин	126
<b>МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБКОВОЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА</b> Т.В. Чеснокова, М.Н. Белоусов	130
<b>ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> М.В. Лосева, М.Е. Канаев, В.А. Каштанов	133
<b>ТЕПЛОЫДЕЛЕНИЕ МАССИВНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦЕМЕНТА</b> К.Б. Сафаров, В.Ф. Степанова	137

<b>ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ ТРУПОПРОВОДОВ (НЕФТЕ– И ГАЗОПРОВОДОВ) НА ЭКОЛОГИЮ</b>	
М.В. Лосева, С.А. Забываев, И.В. Воробьев	143
<b>ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ КОРРОЗИИ ЛИТИЯ В НЕВОДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ СИСТЕМАХ</b>	
М.Д. Чекунова, В.Г. Клеков, А.И. Шамов	149
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЖИГОВОГО МАТЕРИАЛА С КРУПНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ НА СТЕКЛООБРАЗНОМ ПОРИЗОВАННОМ СВЯЗУЮЩЕМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»</b>	
В.Т. Ерофеев, С.А. Коротаяев	152
<b>МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ</b>	
В.Б. Петропавловская, Т.Б. Новиченкова, К.С. Петропавловский	157
<b>РАЗДЕЛ 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ</b>	162
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ AUTODESKMER ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ</b>	
Ф.А. Ваганов	162
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ</b>	
Н.С. Казачек, Т.В. Корюкина	168
<b>ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ</b>	
В.А. Масленников, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, А.В. Долганов, Д.А. Павлов	172
<b>УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ОТ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК</b>	
М.Ю. Ометова, Г.В. Рыбкина, Н.А. Дошлыгин	176
<b>ОБЗОР МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ</b>	
М.Ю. Ометова, Г.В. Рыбкина, А.А. Соловьева	180

<b>К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ</b>	
Е.С. Санталов	184
<b>О НАКИПИ И МЕТОДАХ БОРЬБЫ С НЕЙ</b>	
Е.С. Санталов	189
<b>КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В БАРОМЕМБРАННЫХ АППАРАТАХ ТРУБЧАТОГО ТИПА</b>	
С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, А.Ф. Макарычев	192
<b>К ВОПРОСУ О РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН</b>	
С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, Д.А. Павлов, М.В. Петров, Д.А. Лаврентьев, Е.В. Самарин	197
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ</b>	
Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова, М.Е. Гевак, К.Д. Розникова	201
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ EPANET В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ</b>	
Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова, М.Е. Гевак, К.Д. Розникова	204
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА</b>	
Е.И. Крупнов, Е.Р. Кормашова, М.Е. Гевак, К.Д. Розникова	207
<b>ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	
Н.В. Виноградова, Е.И. Крупнов, М.Е. Гевак, К.Д. Розникова	210
<b>РАЗДЕЛ 4. ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	214
<b>КРУГЛОСУТОЧНЫЙ МОНИТОРИНГ КАК ЭЛЕМЕНТ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА</b>	
А.А. Герасименко, Д.Д. Астапенкова	214

<b>АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА В СФЕРЕ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТРАН С РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКОЙ</b>	219
А.С. Котова	
<b>ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ</b>	224
К.А. Лепешкина, А.А. Энтальцев	
<b>СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ОТ ПРОШЛОГО ЧЕРЕЗ НАСТОЯЩЕЕ К БУДУЩЕМУ</b>	228
Л.А. Опарина, А.Д. Дудаков, А.С. Мокин	
<b>ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В ЗОНЕ ЗАСТРОЙКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ЖИЛЫМИ ДОМАМИ</b>	236
Е.И. Полищук	
<b>КОМПЛЕКСНАЯ МАЛОЭТАЖНАЯ ЗАСТРОЙКА – СПОСОБ СУБУРБАНИЗАЦИИ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	241
М. А. Степанов, Е.Е. Тимофеева	
<b>ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ КОМПЛЕКСНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ АГЛОМЕРАЦИЙ</b>	247
Е.Е. Тимофеева, В.Е. Морозов	
<b>РЕНОВАЦИЯ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИЛИЩНОГО ФОНДА ГОРОДА</b>	254
Е.Е. Тимофеева, Е.Н. Тихомиров	
<b>МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЗМЕРА УБЫТКОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ</b>	259
Е.Е. Тимофеева, Д.О. Тиханович	

*Научное издание*

**ОБЪЕКТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*К 100-летию строительного образования в Ивановской области  
и создания инженерно-строительного факультета  
Иваново-Вознесенского политехнического института*

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
I научно-практического форума  
«SMARTBUILD»**

*Ответственность за содержание и оформление  
статей сборника несут авторы.*

Подписано в печать 05.12.2018.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ.л. 15,81. Уч.-изд. л. 15,0.  
Тираж 500 экз.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»  
Редакционно-издательский отдел УИРиК  
153000, г. Иваново, Шереметевский проспект, 21