

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Иркутский национальный исследовательский технический университет  
Институт архитектуры, строительства и дизайна

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И  
ЖИЛИЩНО-  
КОММУНАЛЬНОМ  
ХОЗЯЙСТВЕ**

УДК 33+62+64+65+69+71

ББК 31.38

С86

### **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:**

*Председатель оргкомитета:* Семенов Е. Ю., проректор по научной работе и инновационной деятельности ИРНИТУ

*Члены Организационного комитета:*

Толстой М. Ю., к. т. н., доцент, зав. кафедрой инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения;

Пешков В. В., д.э.н., профессор, и.о. директора института АСид, зав. кафедрой экспертизы и управлением недвижимости;

Чупин В.Р., д.т.н., профессор, зав. кафедрой городского строительства и хозяйства;

Пуляевская Е.В., к.а., зав. кафедрой архитектуры и градостроительства;

Василевич Э. Э., к.т.н., доцент кафедры инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения.

Ладейщиков А.Ю. зам. директора по учебной работе.

С86 Ресурсосберегающие технологии в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Иркутск: ИРНИТУ, 2018. – 142 с.

В сборнике представлены статьи и перечень докладов участников Всероссийской научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве». 7 ноября 2018 года. г. Иркутск. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

## Содержание

1. А.Н. Авраменко, А.А. Силенкова, В.Г. Судникович Информационное моделирование (ВИМ) существующих внутренних систем водоснабжения и водоотведения корпуса «Г» ИРНИТУ..... 5
2. Айзенберг И.И., Подбельская Д.Н. Расчет выделения химических веществ в помещение, с учетом совместного использования строительных материалов..... 9
3. Баймачев Е.Э., Баймачева Т.Е. Problems regarding the administrative buldings' exploitation..... 13
4. Безруких О.А., Матвеева М.В. Промышленность строительных материалов Иркутской области: состояние и перспективы развития...16
5. Гудкова С.Л. Основные ограничения развития исторических поселений..... 22
6. Дайнеко В.В., Иванилова Е.А. ВИМ как ресурсосберегающий инструмент при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений..... 26
7. Дмитриева Т.Л., Уламбаяр Х. Построение КЭ моделей металлических конструкций сложной формы с различными законами изменения параметров сечений..... 30
8. Дунаевский А.В., Ларина О.П., Филоненко Е.А., Комаров А.К. Современные теплоизоляционные материалы и их использование в жилищном строительстве на примере г. Иркутска..... 36
9. Капсудина А.Ю., Василевич Э.Э. Особенности строительства в природоохраняемой территории на примере Прибайкалья..... 40
10. Карпов А.С., Матвеева М.В., Полякова Вероника Николаевна аТС-16-1 Цифровые технологии и энергоресурсосбережение в строительстве.. 46
11. Корнилов Д.А., Поспелова И.Ю. Методы оптимизации энергетических систем при производстве и распределении энергии путем тригенерации..... 50
12. Кульков В.Н. Экологическая безопасность и сохранение биоценоза на КОС расположенных в сейсмоопасных зонах..... 54
13. Куроленко А.В. К проблеме построения модели пространственной организации садово-парковых территорий г.Иркутска..... 58
14. Макотрина Л.В., Хаматаев В. Оборудование для очистки сетей водоснабжения и водоотведения..... 65
15. Макотрина Л.В., Хаматаев В. Основные методы очистки сетей водоснабжения и водоотведения..... 70

16. Макотрина Л.В., Панькин А.Н. Закрытые способы строительства инженерных коммуникаций. Нормативное регулирование, сравнение методов..... 75
17. Мельников И.В., Василевич Э.Э., Пельменёва Н.Д. Определение токсичности различных сред (природные воды (поверхностные, подземные) сточные воды, водные вытяжки) с помощью биотестирования..... 80
18. Панова В.Ф., Камбалина И.В., Панов С.А. Факторы, влияющие на эксплуатацию здания..... 86
19. Пешков В.В., Воробчук В.А. Лапшин П.Д., Лавыгина Ю.А., Филоненко К.А. Разработка технологии для получения гипсового вяжущего на основе отходов промышленности..... 91
20. Попкова Е.Ю. Современные проблемы жилищного строительства в России..... 97
21. Попова Е.М., Попов В.С., Игнатьев В.С. Исследование работы воздушного рекуператора с тепловым насосом..... 101
22. Соболев В.И., Пинус Б.И., Зеньков Е.В. Комплексная оценка накопления дефектов зданий с использованием лазерных виброизмерителей..... 109
23. Соболев В.И., Чупина А.В. Возможности моделирования процессов сейсмоизоляции многоэтажных зданий, оснащенных кинематическими фундаментами..... 113
24. Тангатова Т.П., Ковалькова М.В., Василевич Э.Э. Изучение особенностей механизма действия ионных жидкостей на микроорганизмы активного ила при биологической очистке сточных вод..... 118
25. Тарбеева Е.А., Добышева Т. В. Источники инвестирования в жилищное строительство как инструмент оптимизации финансовых ресурсов..123
26. Толстой М.Ю., Туник А.А., Леонтьев А.В., Попов В.С., Попова Е.М., Тангатова Т.П., Скибо Д.В. Оценка технологического процесса очистки сточных вод с анализами проб на разных стадиях очистки КОС левого берега г. Иркутска..... 128
27. Чупин В.Р., Фам Н.М., Мороз М.В., Горьков Е.А. Оптимальная реконструкция сетей и сооружений систем водоснабжения в условиях сокращения водопотребления..... 133

Авраменко Алина Николаевна\*, студентка группы ВВм-18-1  
Силенкова Анна Андреевна\*, студентка группы ВВм-18-1  
Судникович Вера Геннадьевна\*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ  
\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (BIM) СУЩЕСТВУЮЩИХ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ КОРПУСА «Г» ИРНИТУ**

Выполнен сбор и анализ исходных данных по расстановке санитарных приборов и оборудования, трассировке внутренних сетей водопровода и канализации корпуса «Г» ИРНИТУ. Создана версия внутренних систем водоснабжения и водоотведения корпуса «Г» ИРНИТУ с помощью программы Autodesk Revit на базе архитектурной версии в программы Autodesk Revit Architecture

Ключевые слова: *информационное моделирование, Autodesk Revit, BIM-модель, BIM-технология.*

Эффективность проектирования в строительной отрасли во многом связана с рациональным использованием передовых технологий автоматизации проектирования. Наиболее актуальной и перспективной считается технология работы с информационной моделью объекта (BIM), которая формируется при создании геометрической модели здания, а затем используется и дополняется на протяжении всего процесса проектирования. После завершения проектирования и строительства эта информационная модель может использоваться для эксплуатации и реконструкции данного объекта.

Формально, информационная модель представляет собой базу данных, хранящую определенные сведения об объекте. Программы, созданные на основе BIM-технологий должны связать воедино практически всех специалистов-проектировщиков в единый цикл, например, разработчиков генплана, архитекторов, конструкторов, сметчиков, специалистов по инженерным коммуникациям. Информационная модель должна быть гибкой, открытой и динамичной, то есть настраиваться на определенные нужды пользователей, тогда, при проектировании объекта можно выбрать данные для расчётов, при эксплуатации можно составить паспорт здания, а при реконструкции можно внести необходимые изменения в геометрию объекта.

Информационное моделирование сооружений (BIM) – процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении

жизненного цикла объекта (от самых ранних концепций до рабочего проектирования, строительства, эксплуатации и сноса).

ВІМ-технологии позволяют создавать проект сооружения от самых ранних стадий вплоть до его сноса. Основным является проект, создание единой информационной базы о здании, а чертежи, визуализация второстепенны.

Таким образом, ВІМ-модель состоит из:

- архитектурной модели;
- конструктивной модели;
- коммуникационной модели (водопровод, канализация, отопление, вентиляция, электричество).

Большинство операций выполняется автоматически с помощью специальных программ. Например, при выполнении данной работы, для построения модели инженерных коммуникаций систем водоснабжения и водоотведения корпуса «Г» ИРНТУ использовалась такая программа как Autodesk Revit.

Программное обеспечение Revit на основе технологии ВІМ содержит возможности для проектирования архитектурных элементов, инженерных систем и строительных конструкций, а также планирования строительства. Данная программа поддерживает межотраслевой процесс проектирования в среде для совместной работы.

Преобразование идей и проектов из 2D-пространства в цифровые 3D-прототипы позволяет не только выполнять цифровое проектирование, визуализацию и моделирование сложных идей, но и облегчает переход от 2D- к 3D-проектированию и технологическим процессам. Т.е. проектировщики могут быстрее развивать свои концепции и точно визуализировать проекты в виртуальной среде.

С помощью таких программ к отдельной трехмерной модели, содержащей все проектные данные, можно предоставить общий доступ группам проектировщиков и инженеров различных направлений для дальнейшего проектирования, упрощая следующие процессы:

- согласование;
- взаимодействие;
- сокращения количества ошибок;
- оптимизация процесса проектирования.

ВІМ – это не только объемная картинка объекта, это процессы и способы совместной работы с информацией об объекте строительства, которой можно пользоваться на всех этапах жизненного цикла здания или сооружения: проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция и снос.

ВІМ-модель содержит информацию об интеллектуальных объектах в нее входящих и параметрических взаимосвязях между ними. Это позволяет принимать управленческие решения на любом из перечисленных выше этапов, при этом новые данные в информационную модель могут

добавляться на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта. Информационная модель является базой данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами и других систем предприятия. Определение уровня детализации BIM-модели на каждом этапе жизненного цикла является одним из ключевых элементов внедрения технологии BIM.

Весьма актуальной становится проблема подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих BIM-технологиями, т.к. наиболее инновационные предприятия активно переходят к данной технологии, оценив её преимущества. Большая часть из тех, кто пока не перешел на BIM-технологии, осознали необратимость изменений, происходящих в архитектурно-строительной отрасли, и сегодня выбирают оптимальный метод внедрения информационного моделирования.

Работая над концептуальной моделью здания промышленного или общественного назначения с использованием программы Autodesk Revit Architecture, в дальнейшем в данной программе можно продолжить разработку архитектурно-строительных чертежей.

Здание Иркутского национального исследовательского технического университета условно разделяется на девять учебных корпусов. Первый этап работы заключался в проведении визуального обследования систем водоснабжения и канализации корпуса «Г». В данном корпусе размещаются учебные аудитории, лаборатории, помещения административно-бытового назначения, разместившиеся на цокольном, первом, втором и третьем этажах.

В корпусе «Г» ИРНИТУ имеются следующие системы:

- водоснабжения: хозяйственно-питьевая, противопожарная, производственная;
- канализация: хозяйственно-бытовая, производственная.

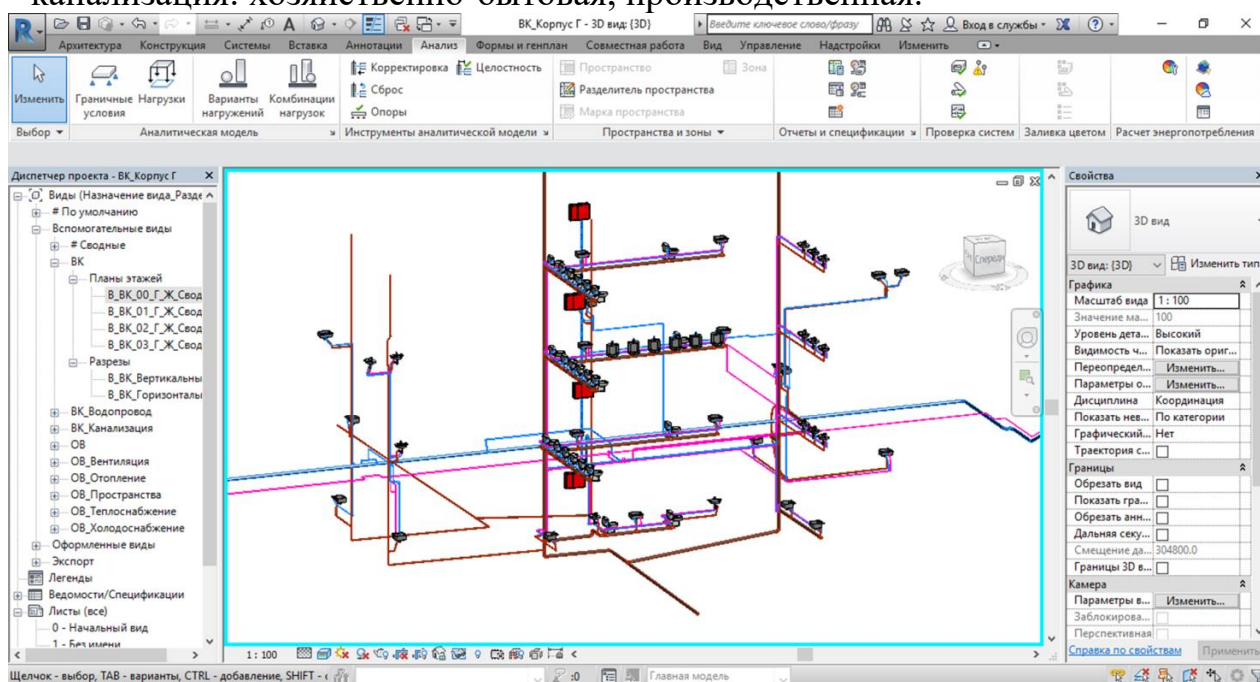


Рис. 1. BIM-модель существующих внутренних систем водоснабжения и водоотведения корпуса «Г» ИРНИТУ

Хозяйственно-питьевой водопровод включает: раковины, установленные в санитарных узлах, расположенных на всех четырёх этажах учебного корпуса «Г»; а также в аудиториях учебного и административного назначения. Водопровод производственного назначения включает себя мойки, установленные в буфете на первом этаже, а также в учено-исследовательских лабораториях, проектных мастерских, подсобных помещениях. На всех этажах корпуса проведен противопожарный водопровод (рис.1).

В рамках выполнения данной работы хотелось бы отметить проблемы, с которыми можно столкнуться в настоящее время, на начальных этапах освоения и внедрения BIM:

- отсутствие единого стандарта проектирования, мешающая эффективно применять технологию информационного моделирования (BIM). Происходит путаница в семействах, используются разные подходы к работе, использование различных параметров семейств для одних и тех же свойств, сложности с организацией схемы совместной работы. Данные факторы сказываются на эффективности применения BIM;
- трудоёмкость создания BIM-модели, т.к. из-за насыщенности информацией, создание 3D-модели является более трудозатратой, чем, к примеру, создание двумерного чертежа, из-за необходимости моделирования каждого элемента модели.

Преимущества при использовании BIM-технологий:

- оперативное воплощение концепции проекта планировки и объемно-планировочного решения в 3D-модели;
- удобная визуальная оценка предлагаемых проектных решений;
- возможность изучения нескольких вариантов и выбор оптимального на основе проектных данных;
- ускорение процесса проектирования за счет использования данных предпроектной стадии на последующих этапах без потери данных;
- устранение ошибок в проекте за счет сборки всех разделов в едином пространстве;
- устранение потерь проектной информации при передаче данных между отделами и платформами;
- снижение сроков рассмотрения проблемных мест и принятия решений;
- поиск проектных ошибок и устранение их до того, как они выявятся в процессе строительства;
- поиск и разрешение пространственно-временных коллизий;
- доступ всех участников строительного процесса (специалисты проектной организации, управленцы, строители, подрядчики) к информации об объекте, позволяющей принимать совместно оперативные решения;
- повышение скорости и качества технического обслуживания.

Весьма актуальной становится проблема подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих BIM-технологиями,



т.к. наиболее инновационные предприятия активно переходят к данной технологии, оценив её преимущества. Большая часть из тех, кто пока не перешел на BIM-технологии, осознали необратимость изменений, происходящих в архитектурно-строительной отрасли, и сегодня выбирают оптимальный метод внедрения информационного моделирования.

### **Список цитируемой литературы**

1. AUTODESK «Информационное моделирование объектов инфраструктуры. Проектирование, строительство, эксплуатация», 2017. – 28 с.
2. Р. Х. Алсынбаев Использование BIM – технологий в строительстве - Международный научный журнал «Инновационная наука» №11/2017 ISSN 2410-6070 – С. 13-14.
3. К. С. Петров, В. А. Кузьмина, К. В. Федорова Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования - Инженерный вестник Дона, № 2 (2017) – 7 с.

ГРНТИ 67.53.25

УДК 628.8

Айзенберг Илья Иделевич\*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ  
Подбельская Дарья Николаевна\*, аспирант гр. аТВ-17-1

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия

## **РАСЧЕТ ВЫДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОМЕЩЕНИЕ, С УЧЕТОМ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Аннотация:** В данной статье рассматривается методика расчета выделения химических вредностей с учетом совместного использования строительных материалов. Данный расчет является обязательным при проектировании объектов капитального строительства.

**Abstract:** This article discusses the method of calculating the allocation of chemical hazards, taking into account the joint use of building materials. This calculation is mandatory when designing capital construction objects.

**Ключевые слова:** капитальное строительство, микроклимат, вредности, концентрация, воздухообмен, кратность, ассимиляция, эмиссия.

**Key words:** capital construction, microclimate, harmfulness, concentration, air exchange, multiplicity, assimilation, emission.

С 01.01.2018 в силу вступило изменение в положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [1]. Это изменение обязывает инженеров ОВиК при обосновании проектных решений по системам отопления, вентиляции и кондиционирования прикладывать расчет совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования строительных материалов, применяемых в проектируемом объекте капитального строительства.

Для выполнения соответствующих расчетов существует методика, утвержденная Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации [2]. Однако на практике возникло множество затруднений, связанных с осуществлением данной методики. В первую очередь, не закреплено, в чьей компетенции выполнять эти расчеты. Изменение касается раздела 5 проектной документации, что относится к проектированию систем инженерных коммуникаций [3]. Однако расчетом выделяемых химических вредностей традиционно занимаются инженеры-экологи. Впрочем, эта неопределенность не снимает ответственности за неисполнение приказа Министерства. В представленной статье рассматривается набор исходной информации, необходимой для расчета и какова его последовательность этих расчётов. Также обозначен способ оформления итога работы.

Основную опасность при возведении объектов капитального строительства составляют отделочные материалы. Они выделяют формальдегиды, фосфорные ангидриды, фенолы, дибутилфталаты, акрилонитрилы, стирол и другие вредные вещества. Высокая концентрация этих веществ может нанести непоправимый вред здоровью людей, пребывающих внутри здания. Стоит отметить, что концентрация во внутреннем воздухе данных вредностей напрямую зависит от площади покрытия.

Наиболее распространёнными источниками выделений являются следующие. Линолеум выделяет формальдегид, фенол, ацетальдегид, толуол, дибутилфталаты и диоктилфталат. Клей, используемый для укладки керамической плитки, выделяет формальдегид, метилметакрилат, метанол, акрилонитрил. Мебель и оборудование, находящиеся в помещении, также способны выделять высокую концентрацию вредных веществ. Негативное воздействие усиливается при нагреве внутреннего воздуха и механических повреждениях источника вредностей.

Информация об возможных источниках вредных выделений содержится в архитектурном задании. В нем должны быть отражены следующие параметры:

- 1) Сведения о строительных материалах и отделочных используемых в процессе возведения здания.

- 2) Сведения о количестве единиц мебели и технического оборудования по каждому помещению.

Данные об удельных выделениях вещества на единицу площади для каждого строительного и отделочного материала представлены в [4].

Для административных зданий необходимо производить расчет для тех помещений, где предполагается непрерывное нахождение людей более двух часов. Для жилых зданий расчет необходим для каждого помещения.

Расчет выделяемых вредностей предлагается выполнять по следующему алгоритму. В первую очередь рассчитывается эмиссии вредных веществ. Эмиссия вредных веществ - количество фактически исходящего  $j$ -го вредного вещества с единицы поверхности слоя материала или строительной конструкции за единицу времени. Расчет эмиссии вредных веществ (формулы 1 и 2) выполняется на основе данных, полученных от производителя материала.

Дальнейший расчет формируется в следующем виде:

1) Расчет концентрации выделений вредных веществ

а) Расчет выделения вредных веществ от всей конструкции.

Для каждого  $j$ -го выделения вредных веществ, присутствующего в строительной конструкции, вычисляется выделение вредных веществ из каждой строительной конструкции (ограждающие стены, полы, потолки, перегородки, окна, двери) по формуле:

$$Q_{oj} = \sum_{i=1}^n (F_{ji} * S_i + Q_{j\text{окон}} + Q_{j\text{дверей}}) \quad (1)$$

где:

$Q_{oj}$ , мг/ч – выделение  $j$ -того вредного вещества;

$Q_{j\text{окон}}$ , мг/ч – выделение  $j$ -того вредного вещества из окон;

$Q_{j\text{дверей}}$ , мг/ч – выделение  $j$ -того вредного вещества из дверей;

$F_{ji}$ , мг/(м<sup>2</sup>\*ч) – эмиссия  $j$ -го вредного вещества в помещение из  $i$ -ой строительной конструкции;

$S_i$ , м<sup>2</sup> – площадь поверхности  $i$ -ой строительной конструкции

$n$  – количество строительных конструкций, исключая окна и двери, участвующих в расчете.

б) Расчет выделения вредных веществ от слоев конструкции

Для каждого  $j$ -го вредного вещества, присутствующего в строительной конструкции, вычисляется расчетная концентрация выделения  $j$ -го вредного вещества ( $P_j$ ) по формуле:

$$P_j = \frac{Kt * Q_{j^o}}{K_v * V} \quad (2)$$

где:

$Kt$  – температурный коэффициент;

$Q_{j^o}$ , мг/ч – выделение  $j$ -того вредного вещества;

$K_v$ , ч<sup>-1</sup> - коэффициент воздухообмена, принимаемый при проектировании в зависимости от схемы исполнения вентиляции;

$V$ , м<sup>3</sup> – объем помещения.

2) Оценка соответствия результатов расчета концентрации выделения вредных веществ предельно допустимым концентрациям.

На основе произведенных расчетов составляется акт оценки соответствия результатов расчета выделений вредных веществ величинам предельно допустимых концентраций. При выделении нескольких вредных веществ, обладающих суммацией действия, сумма отношений концентраций к их предельно допустимой концентрации не должна превышать единицу. С течением времени в слоях строительной конструкции падение концентраций вредного вещества не учитывается, что должно положительно сказываться на итоговой концентрации вредного вещества внутри помещения. Итоговые результаты заносят в акт оценки соответствия результата расчета выделений вредных веществ предельно допустимым концентрациям по рекомендованной в Приложении [3] форме. Данный документ резюмирует соответствуют ли применение строительные и отделочные материалы действующим нормативным документам (Рис. 1).

В итоге, в каждом помещении, где выделяются вредные вещества производится повторный расчет воздухообмена. Определяется количество воздуха необходимое для ассимиляции вредных веществ, находящихся во внутреннем воздухе. Если расчетное значение не превышает ранее принятое количество воздуха по кратности, то оставляется первоначальное значение. Если ситуация противоположна, то принимается большее значение.

Необходимый воздухообмен по выделению вредных веществ  $L$ , м<sup>3</sup>/ч, при отсутствии местных отсосов определяется по формуле (3):

$$L = \frac{G}{q_v - q_{пр}} \quad (3)$$

где  $G$  - количество вредных веществ, выделяемых в помещении, мг/ч;  
 $q_v, q_{пр}$  концентрация вредных веществ в вытяжном и приточном воздухе соответственно, мг/м<sup>3</sup>.

№	Перечень вредных веществ	Расчетная концентрация j-го вредного вещества строительных конструкций	30 % от предельно допустимой концентрации j-го вредного вещества в помещении	Расчетная концентрация j-го вредного вещества материалов	50 % от предельно допустимой концентрации j-го вредного вещества в помещении	20 % от предельно допустимой концентрации j-го вредного вещества в помещении
Наименование помещения №1						
1						
...						
X						
Наименование помещения №2						
1						
...						
X						
Наименование помещения Y						
1						
...						
X						

Рисунок 1 - Акт оценки расчета выделяемых вредных веществ.

Стоит отметить, что данное нововведение значительно улучшит качество внутреннего воздуха помещений. Ранее на организацию воздухообмена влияли лишь вредности выделяемые в процессе эксплуатации здания, а именно, тепловыделения, влаговыделения, солнечная радиация и концентрация CO<sub>2</sub>. Учёт опасности выделяемых химических веществ на этапе капитального строительства ведет к улучшенной организации воздухообмена рассчитанной на ассимиляцию вредностей до состояния предельно допустимой концентрации

### **Список цитируемой литературы**

1. Постановление Правительства РФ от 28 января 2017 г. N 95 "О внесении изменений в Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»/ Госстрой России. - М.: ЦНИИ промздание, 2017
2. Министерство строительства и ЖКХ РФ. Приказ от 26 октября 2017 года N 1484/пр «Об утверждении методики расчета совокупного выделения в воздух внутренней среды помещений химических веществ с учетом совместного использования строительных материалов, применяемых в проектируемом объекте капитального строительства».
3. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"/ Госстрой России. - М.: ЦНИИ промздание, 2008
4. ГОСТ Р ИСО 16000-9-2009 «Воздух замкнутых помещений. Часть 9. Определение выделения летучих органических соединений строительными и отделочными материалами. Метод с использованием испытательной камеры» / Госстрой России. - М.: ЦНИИ промздание, 2009

ГРНТИ 82.33.15, 75.31.01  
УДК 338.1, 64.03

### **PROBLEMS REGARDING THE ADMINISTRATIVE BULDINGS' EXPLOITATION**

Баймачев Евгений Эдуардович,  
канд. техн. наук, гл. инженер ООО «ТехноНИКОЛЬ»  
Баймачева Татьяна Евгеньевна,  
Студентка ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»

Эксплуатация коммерческой недвижимости, используемой, как для собственных нужд организации, так и для сдачи в аренду сопряжена с рядом проблем. Решение эти проблем значительно усложняется при географической распределенности организации.

Exploitation of administrative estates used for both personal needs of the organization and leasing; is followed by numerous problems. The solution is complicated by geographical location of the organization.

Ключевые слова: эксплуатация, недвижимость, управление, контроль, качество.

Keywords: exploitation, estates, managing, control, quality.

## **PROBLEMS REGARDING THE ADMINISTRATIVE BUILDINGS' EXPLOITATION**

Commercial estates (used for entrepreneurial purposes) can be divided into several types based on functions:

- personal needs of the organization
- leasing;
- combination of previous types in different proportions.

At the same time, different variations are possible regarding the location of organization itself and its estates.

- locality (the organization is located in the estate)
- filial system (main office, who is responsible for control functions, is located in a single location. At the same time, the other branches have limited controlling functions)
- distributed system (each filial has a few controlling functions of full organization)

Obviously, the organization's goal is to shift from filial to distributed system. The common approach for companies with legal estates is leasing them from juristic party, who is responsible for their property. This way the probability of losing the estates decreases because of the issues regarding operating activity.

Leasing problems constantly increase when company moves from one stage of growth to another. At the same time they do not depend on leasing model (using own services or contacts). At the first stage of growing top-management is capable of providing an objective rating. Meaning, they decide whether it is necessary to invest leasing and maintenance operations of estates. While organization becomes, the opportunity of making such rating constantly reduces. Meanwhile, the company needs the assistance of an auditor and a person who is responsible for them.

Probably, there are no such organizations, which did not face the problem with grubbiness of its employees or with contracting agencies. Often companies are at risk of having a higher percent of closed projects than finished by using weak control; however, there are many cases of more serious violations. Trying to establish the control over the working process often leads to monitor over managers. Undoubtedly, this course is a dead-end. Moreover, there are no guarantees of attracting professional managing company. Even though such approach has many visible advantages (having modern equipment, open business

projects and qualified staff); there is disadvantage that leads to negative consequences like trying to minimizing the work required for getting personal funds. It is necessary to mention the lack of such organizations on local market, which leads to a certain monopolistic approach.

The most optimal solution is attraction of single-function organizations for resolve certain issues. Such companies are able to settle these tasks effectively. In addition, they are used to dealing with role as a subcontractor, and they are ready to meet any expectations of their employers. Moreover, most of the sites for leasing (klining, energetics, climatic, minor repair) are highly competitive, which helps to decrease the cost for leasing and repairs.

### **Список цитируемой литературы**

1. Тарасевич Е. И. Управление эксплуатацией недвижимости. Санкт-Петербург: МКС, 2006. – 838 с.
2. Мавлютова А. Р. Внедрение методологии профессионального управления эксплуатацией объектов недвижимости различного функционального назначения / Российское предпринимательство. Том. 16. №19. 2015. с. 3235-3242.
3. Лукинов В. А., Астратова И. В. Оптимизация затрат на эксплуатацию коммерческой недвижимости / Экономика и предпринимательство. №4-2 (81), 2017. с. 1048-1051.
4. Мищенко В. Я., Емельянов Д. И., Аноприенко Е. Г. Пути совершенствования планирования работ по строительству и технической эксплуатации комплекса объектов недвижимости / Промышленное и гражданское строительство. №6, 2007. с. 38-40.
5. Дементьева М. Е. Методология принятия решений при эксплуатации объектов недвижимости / Вестник МГСУ. №4, 2015. с. 158-165.
6. Определение потребительской привлекательности объектов коммерческой недвижимости. А. О. Алексеев [и др.] / Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. № 1(4), 2013. с. 8-19.
7. Пешков. В. В. Гамаюнова Е. В. Особенности организации инвестиционного обеспечения ремонта и реконструкции зданий и сооружений / Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Том 8, № 2(25), 2018. с. 56-72.

ГРНТИ 67.09  
УДК 691

Безруких Ольга Андреевна\*, магистрант 2 курс, УСТм-17-1  
Матвеева Мария Витальевна\*, д.э.н., доцент кафедры ЭУН

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия

## **ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные факторы и задачи, влияющие на рынок строительных материалов Иркутской области. В результате проведенного исследования определены ключевые направления по производству и поставке строительных материалов на строительный рынок области.

**Ключевые слова:** строительство, промышленность строительных материалов, производство строительных материалов в области, перспективы развития, бетон, цемент, железобетонные изделия.

**Summary:** This paper describes the main factors and challenges involved in the building materials market of the Irkutsk region. The study highlighted the leaders in the production and supply of building materials to the construction market edge.

**Key words:** construction, the industry of construction materials, concrete, cement, concrete goods.

Строительному комплексу отводится ключевая роль в развитии экономики в России и в отдельных ее регионах, поскольку именно строительство в большей мере определяет решение социальных, экономических и технических задач успешного функционирования других отраслей экономической деятельности. Каждый регион, как территориальная социально-экономическая система, имеет только ему присущие пространственные особенности организации как всей экономики в целом, так и отдельных ее отраслей. Развитие и функционирование строительной отрасли регионов связано со значительным использованием народно-хозяйственных ресурсов, в связи с этим, в целях перспективного развития экономики регионов, необходимо рассмотреть рациональное развитие рынка строительной индустрии.

В состав строительного комплекса Иркутской области входят организации, выполняющие общестроительные, проектно-экспертные и специализированные виды работ, электромонтажные и автодорожные работы, а также производства, выпускающие строительные материалы,



конструкции и изделия. Ведущую роль в строительном комплексе Иркутской области занимают организации, занимающиеся осуществлением общестроительных работ по возведению зданий и сооружений. На них приходится около 42 % объема всех выполненных строительных работ. В совокупности в области имеется примерно три тысячи организаций строительной направленности, из них около 140 производителей строительных материалов, конструкций и изделий, в том числе 14 крупных предприятий, имеющих частную форму собственности [3].

В настоящее время строительная отрасль в большей степени ориентирована на жилое строительство, что обусловлено рыночным спросом, исходя из этого параллельно с динамикой объема работ следует рассмотреть не менее важный показатель ввода в эксплуатацию жилья. На рис. 1, составленным по данным [5], представлена динамика показателя жилищного строительства по конструктивным типам зданий в Иркутской области за период 2015–2017гг.

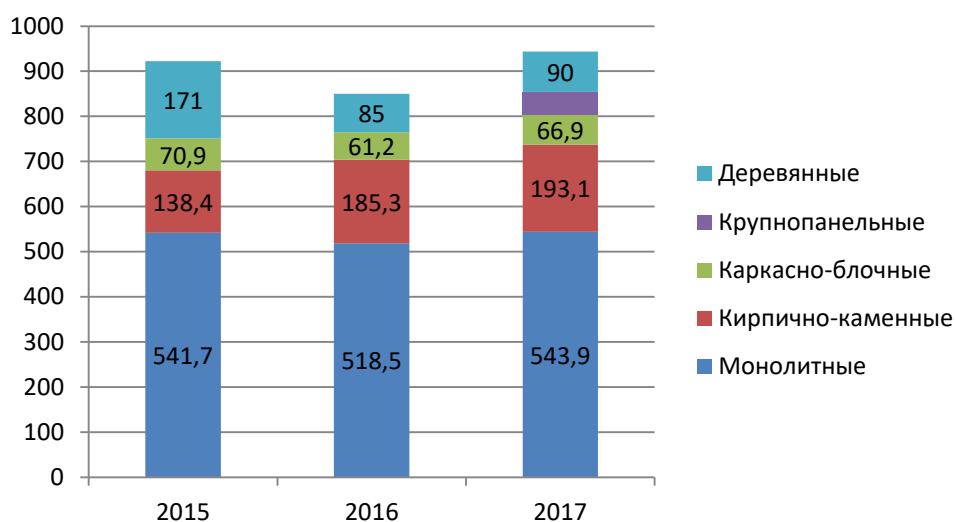


Рис.1. Диаграмма объемов жилищного строительства по конструктивным типам зданий в Иркутской области, тыс. кв.м

В настоящее время на территории Иркутска на рынке недвижимости наблюдается изменение структуры потребностей в строительных материалах. При строительстве жилья большую часть занимает монолитное и кирпично-каменное домостроение. Данная тенденция объясняется тем, что монолитное строительство с точки зрения возведения архитектурно - выразительных зданий, со сложной их конфигурацией в плане, с различными высотами этажей в пределах одного здания имеет огромные преимущества по сравнению со сборными. Однако для Иркутской области можно отметить, что строительство зданий из сборного железобетона вплоть до середины 90-х годов прошлого века все же являлось приоритетным [7]. Использование высокопрочного бетона в строительстве позволяет существенно снизить расход материалов и массу конструкций, расширить диапазон воспринимаемых внешних нагрузок и перекрываемых пролетов. На основании этого, это направление в строительстве будет существовать и в

будущем. Поэтому необходимо провести исследование по выявлению ресурсного обеспечения и наличию инновационных технологий необходимых для производства приоритетных строительных материалов и конструкций.

Ресурсное обеспечение во многом определяет развитие жилищно-строительного комплекса (ЖСК) региона. Ресурсы стоит рассматривать как «вход» в систему, от количества и качества которых зависит объем и качество готовой продукции, в данном случае жилья. Специалистами выделяются следующие виды ресурсов ЖСК: трудовые, материальные, основные фонды, земельные ресурсы [2]. При этом ресурсы могут производиться как в регионе, так и завозиться из других регионов и из-за рубежа. В зависимости от того, где формируются, готовятся и производятся ресурсы, зависят цены на них, величина транспортных расходов, таможенных пошлин, социальных расходов и др. Они в совокупности определяют стоимость 1 м<sup>2</sup> жилья. В этой связи необходимо выявить тенденции и проблемы в материальном ресурсном обеспечении развития ЖСК региона.

В первую очередь рассмотрим в отдельности рынок строительных материалов, таких как бетон, железобетон, кирпич. Бетон является самым востребованным на рынке строительных материалов. Несмотря на большое разнообразие, наиболее популярным и широко используемым является тяжелый бетон [1]. Он применяется не только в строительстве жилой недвижимости, но и в промышленности, при возведении крупных заводов, строительстве мостов и атомных электростанций. Первая составляющая бетона – цемент, он является основой смеси. Основным поставщиком цемента на рынок Иркутской области является акционерное общество «Ангарский цементно-горный комбинат», мощность предприятия составляет 1,2 млн. тонн цемента в год. Загрузка существующих мощностей предприятия составляет 50 %, при этом износ основных фондов предприятия достигает 57 %. Сырьевой базой, используемой предприятием для производства цемента является месторождение «Карьер Перевал» в муниципальном образовании Слюдянский район. Запасы месторождения «Карьер Перевал» составляют около 111 миллионов тонн цементного сырья. Указанных запасов хватит на 89 лет при работе предприятия на проектной мощности. Несмотря на положительные факторы, предприятие не удовлетворяет потребности региона в цементе, на основании этого в регион завозится 55,8 тыс. тонн цемента из иных субъектов Российской Федерации, а также из стран ближнего зарубежья и Китая [5]. Ввоз цемента из других регионов объясняется отсутствием преимущества перед аналогами, которое выражается в не использовании технологических добавок снижающих расход топливноэнергетических ресурсов, что ведет к повышению отпускной цены. Ситуация в производстве цемента полностью определяет функционирование производства бетона.

По данным областной администрации, в Иркутской области действует более 30 производителей товарного бетона и железобетонных изделий. К наиболее мощным производителям ЖБК можно отнести производства акционерного общества «Сибавиастрой», акционерного общества «Восточно-Сибирский завод ЖБК», общества с ограниченной ответственностью «Комбинат Братскжелезобетон», акционерного общества «Иркутский завод сборного железобетона», акционерного общества «Иркутский домостроительный комбинат». На имеющихся мощностях возможен выпуск большинства видов ЖБК, таких как: сваи, фундаментные блоки, балки, плиты перекрытий, стеновые панели, лестничные марши, кольца колодцев, стойки опор ЛЭП и столбы наружного освещения. Номенклатура заказов ЖБИ сокращается. Сегодня основной объем сборного железобетона – перекрытия. Ограждающих конструкций выпускается на порядок меньше. Это резко усложняет весь процесс производства конечного товара – жилых домов. Несмотря на то, что производство развито почти во всех муниципальных образованиях Иркутской области, не везде осуществляется надлежащий контроль за качеством выпускаемой продукции, исходя из этого потребители вынуждены приобретать строительный материал в других регионах России. При этом процент использования производственной мощности имеет тенденцию сокращения и в 2017 году составляет 40%.

На сегодняшний день проблемы производства ЖБИ в Иркутской области усугубляются низким качеством используемого сырья при производстве бетонов, а именно - цемента, щебня, песка. На основании этого, для организации производства сборных железобетонных конструкций в Иркутской области необходимо обеспечить крупный заказ, для которого будут использованы мощности местных заводов ЖБИ, мощности производителей местных конструкционных материалов, а также реализованы мероприятия, повышающие такие факторы потенциала инновационного развития, как интеллектуальная собственность, инновационная адаптивность и инновационная инфраструктура. Организация производства сборных железобетонных конструкций позволит минимизировать затраты на возведение каркаса в целом.

Использование кирпича при жилищном строительстве объясняется возрастанием спроса на жилую недвижимость из кирпича. Современные разработки позволили расширить его ассортимент и довести этот строительный материал до совершенства по внешним и техническим параметрам. Используемый сегодня кирпич обладает свойствами натурального камня, то есть в первую очередь прочностью, водостойкостью и морозостойкостью. Он широко применяется как для малоэтажного, так и для высотного строительства, а также для создания архитектурных сооружений. На территории Иркутской области функционируют два крупных производства по изготовлению керамического кирпича, такие как: ООО «Иркутский керамический завод»; ООО «Братский кирпичный завод». Производственная мощность ООО «Иркутский Керамический Завод»

составляет 70 млн. штук условного кирпича, при загрузки существующих мощностей предприятия на 64 %. Износ основных фондов предприятия 51 %. Производственная мощность ООО «Братский кирпичный завод» составляет 70 млн. штук условного кирпича, при загрузки существующих мощностей предприятия на 7%. Низкие показатели производства объясняются высоким износом основных фондов предприятия, который составляет 70 % [5]. В целом указанные предприятия эксплуатируют устаревшее оборудование, выпускают небольшую номенклатуру и не могут обеспечить спрос потребителей Иркутской области в качественном кирпиче, поэтому на строительных базах региона присутствует в основном кирпич, привезенный из других регионов России (Новосибирская область, Красноярский край).

Также из широкой номенклатуры материальных ресурсов для развития ЖСК выделяют следующие строительные материалы и конструкции представленные на графике

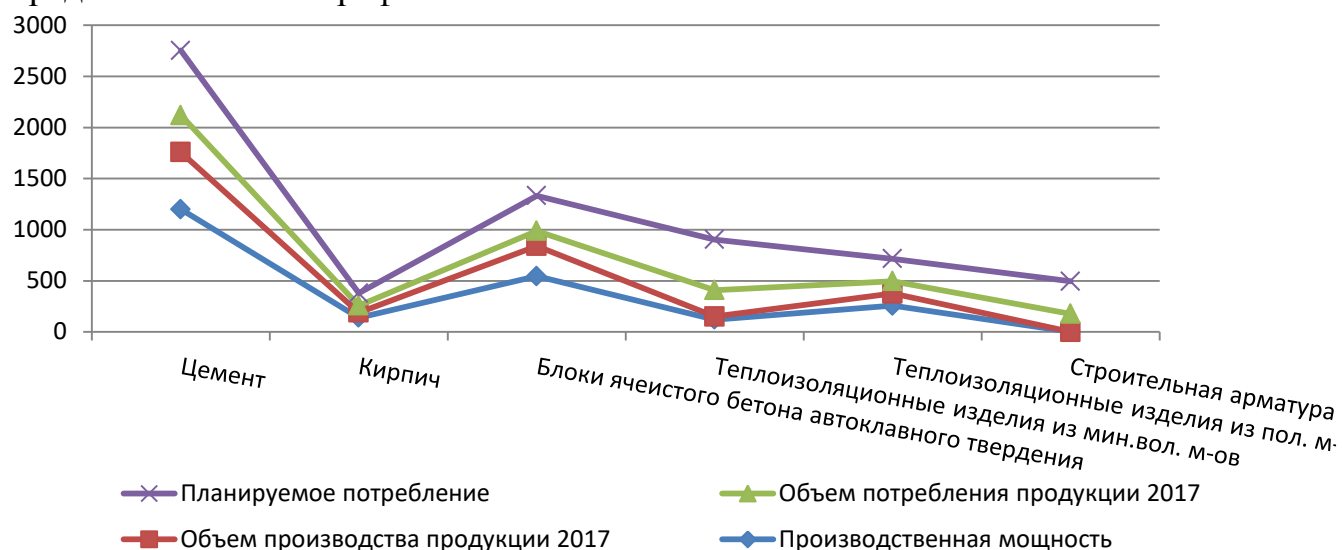


Рис.2. График объемов производства и потребления основных видов строительных материалов в Иркутской области в 2017 г.

Анализируя данные графика можно сделать следующий вывод, в Иркутской области используется много привозных материалов, что не способствует повышению экономичности и сроков строительства, усложняет производственную логистику, ставит организации строительного комплекса в зависимость от транспортных систем. При этом некоторые материалы, производимые в Иркутской области, уступают в качестве привозным аналогам. Ассортимент строительной продукции не удовлетворяет потребности современного строительства, так как многие предприятия обладают низким техническим уровнем. По этой причине, приходится завозить строительную арматуру, отделочные материалы, стеклопластиковую арматуру, углеродную ткань, утеплители, металлопрокат, мягкие кровли композитные и другие материалы.

Развитие собственного производства строительных материалов и оборудования на сегодняшний день является одной из первоочередных задач

строительной индустрии Иркутской области. Приобретая строительные материалы от местного производителя, строительные компании получают не только оптимальное сочетание цены, качества и надежности продукции, но и оказывают поддержку региональной строительной индустрии, то есть вносят свой вклад в развитие региона. Иркутская область обеспечена определенными мощностями по производству нерудных материалов, стеновых блоков, в том числе автоклавного твердения, изделий из дерева, гипсокартона, металлоконструкций, железобетонных конструкций, кирпича, утеплителей, лакокрасочных материалов, теплоизоляции имеется запас мощности по производству цемента. Главная цель регионального строительного комплекса должна заключаться в сочетании соответствующих требованиям потребителей объемов продукции, со структурой применяемых в регионе строительных технологий.

Развитие собственного производства будет способствовать преодолению технологического отставания региональных предприятий стройматериалов от предприятий ведущих российских зарубежных компаний и обеспечению населения недорогим качественным жильем, современными объектами социального назначения и успешной реализации национальных проектов, государственных программ

### **Список цитируемой литературы**

1. Буданов И.А., Устинов В.С. Процессы и механизмы перспективного развития комплекса конструкционных материалов России // Проблемы прогнозирования, №1, 2016
2. Красовский П.С. Новые строительные материалы и технологии : учебн. пособие. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2015. 223 с.
3. Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Никитин И.К. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. - Издательство АСВ, Москва, 2009г.346с.
4. О ценовой ситуации на строительном рынке Иркутской области // Иркутскстат, Иркутск, 2017. 49 с.
5. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. URL:<http://www.gks.ru/wps/wcm/content/rosstat/rosstat/site/main/> (30.06.2018).
6. Черепанова Е. В. Инвестиционная привлекательность инноваций в строительстве: проблемы и пути решения / Е. В. Черепанова, А. А. Норкин // Вестник современной науки. — 2015. — Т. 1, № 10-1 (10). — С. 75-79
7. Хмызов А. С. Исследование состояния и перспектив развития индустрии строительных материалов в регионах Сибирско-федерального округа // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1-1. — С. 734.

## **ОСНОВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ**

В статье рассматриваются основные проблемы, возникающие при осуществлении градостроительной деятельности на территории исторических поселений федерального значения. По результатам анализа перечня исторических поселений федерального значения, проведена работа по выделению групп городов, имеющих общие тенденции к развитию городской среды.

The article discusses the main problems arising in the implementation of urban planning activities on the territory of historical settlements of federal significance. According to the results of the analysis of the list of historical settlements of federal significance, work was carried out to single out groups of cities that have general tendencies towards the development of the urban environment.

Ключевые слова: историческое поселение, градостроительство, инвестиции, объект культурного наследия, городская среда

Keywords: historical settlement, town planning, investments, cultural heritage, urban environment

Понятие исторического поселения в законодательстве появилось еще в советское время, в 1990 году в список исторических населенных мест входило 427 города и также более ста сёл, станиц и рабочих поселков. Многие из населенных пунктов, названные тогда "историческими", к настоящему времени утратили некогда присущие им признаки историко-культурной ценности. В связи с чем сегодня совместным приказом Министерства культуры РФ и Министерства регионального развития РФ от 29.07.2010 №418/339 был утвержден перечень исторических поселений федерального значения в составе 44 населенных пунктов. В то же время в Федеральном законе «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ закрепилось понятие исторического поселения, а также требования к градостроительной деятельности в границах такого исторического поселения.

Приобретение статуса исторического поселения, еще и федерального значения, почетно, это оценка, которую получает город в масштабе культурного наследия все страны. Но при этом сам по себе статус "исторического поселения" не дает каких-либо налоговых льгот и преференций и не представляет возможности дополнительного финансирования, а объективно накладывает только ряд ограничений. При этом, стоит отметить, что все предусмотренные ограничения накладываются именно в границах территорий исторического поселения, которые согласно законодательству могут не совпадать с границами населенного пункта. Таким образом, ограничения распространяются только в границах исторического центра, что составляет не более 10% от всей территории населенного пункта. На сегодняшний день лишь 12 населенных пунктов, из утвержденного перечня исторических поселений федерального значения, подготовили и утвердили документацию, определяющую границы и предмет охраны исторического поселения, таким образом, в остальных городах ограничения градостроительной и хозяйственной деятельности накладываются на всю территорию населенного пункта.

Так сегодня федеральным законодательством в границах территорий исторических поселений федерального значения предусмотрены следующие обязательные процедуры, препятствующие общепринятому порядку развития городской территории:

- 1) разработка градостроительных регламентов, необходимых для сохранения объектов культурного наследия;
- 2) согласование проектов генеральных планов, проектов правил землепользования и застройки с Министерством культуры РФ;
- 3) согласование проектов планировки территорий и проектов межевания территорий с Министерством культуры РФ;
- 4) при осуществлении строительства согласование архитектурных решений с региональным органом охраны объектов культурного наследия;
- 5) согласование описания внешнего облика объекта индивидуального жилищного строительства или садового дома [3].

Все вышеперечисленное существенно увеличивает сроки реализации проектов строительства на территории городов исторических поселений. Разработка градостроительных регламентов, генеральных планов, правил землепользования и застройки, проектов планировки и межевания порой занимает не один год, а с учетом «исторического багажа» сроки подготовки растягиваются на года. Кроме того, всевозможные согласования занимают время, что, безусловно, сказывается на сроках реализации проектов, а учитывая все бюрократические процедуры и специфику погодных условий на территории страны, не всякий девелопер захочет ввязываться в реализацию проекта на территориях исторических поселений. При этом, существенно сдерживают аппетиты девелоперов градостроительные регламенты, действующие в границах охранных зон объектов культурного наследия. Они предусматривают собой предельные параметры разрешенного

строительства, реконструкции объектов капитального строительства, ограничения использования земельных участков и объектов капитального строительства, в связи с чем, застройщики вынуждены корректировать проекты или вовсе отказываться от их реализации [3].

Следует отметить, что основополагающим принципом в сегодняшнем понимании исторического поселения является наличие в его границах не только выдающихся объектов культурного наследия, но и рядовой застройки [1, 3]. Особая роль фоновой традиционной застройки в создании и сохранении своеобразия исторических поселений и их неповторимости. Только в сочетании с фоновой традиционной застройкой памятники выполняют свою градостроительную роль общегородских или локальных доминант. При этом, количество исторически ценных градоформирующих объектов исторических поселений порой значительно превышает количество объектов культурного наследия [3]. Недостаточность финансирования работ по сохранению объектов культурного наследия, объектов ценной среды и отсутствие системного подхода в сохранении исторических мест привели к тому, что на сегодняшний день значительная часть ценных зданий находятся в неудовлетворительном или даже аварийном состоянии, исторические кварталы в полной мере не обеспечены инженерной инфраструктурой. Все это приводит к появлению депрессивных районов, которые сегодня не привлекательны ни для туристов, ни для инвесторов.

При наличии существующих законодательных препятствий развития исторических населенных пунктов, каждый город из утвержденного перечня имеет свои исключительные проблемы. Для более четкого понимания проблем, разделим города на группы.

В отдельную группу, и самую малочисленную следует отнести два города – Санкт-Петербург и Севастополь. Как известно эти города имеют статус города федерального значения, в силу чего удостоены большего внимания со стороны федерального финансирования, а также преференции на уровне федерального законодательства и, безусловно, являются центрами притяжения людских и материальных ресурсов. Ввиду больших appetитов девелоперов, а порой и местных властей, соблюдать ограничения градостроительной деятельности в данных городах бывает не просто, все и каждый пытается обойти существующие барьеры. Недаром Санкт-Петербург порывался снять с себя статус исторического поселения.

Вторая группа городов – малые исторические города. В эту группу можно отнести города с населением не более 300 тысяч человек, это 36 населённых пунктов. Малым городам сегодня присуще такие проблемы как:

- 1) неблагоприятная демографическая ситуация – миграция населения, естественная убыль населения, низкий уровень развития здравоохранения;
- 2) недостаточный уровень развития социально-культурной сферы и низкий уровень развития инженерной инфраструктуры;
- 3) ограниченность экономической базы и невыгодные конкурентные позиции в привлечении квалифицированных кадров и инвестиций;



4) технологическая отсталость большинства промышленных предприятий, высокий уровень износа основных фондов, недостаток мест приложения труда и рост безработицы [2].

При этом стоит отметить, что в силу наличия такого ряда социального неравенства, малые города при распределении федерального финансирования зачастую имеют определенную прерогативу. Так, например, субсидирование из федерального бюджета в рамках Всероссийского конкурса проектов комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях получили 20 малых городов – исторических поселений (заявки от крупных городов исторических поселений не рассматривались).

В третью группу следует определить оставшиеся шесть городов, это населенные пункты с населением более 300 тысяч человек (Смоленск, Владимир, Астрахань, Томск, Иркутск, Ярославль). Все эти населенные пункты являются административными центрами субъектов РФ и занимают срединное положение между двумя предыдущими группами. В большинстве своем эти города не сталкиваются с такими проблемами как малые города, они имеют довольно стабильный прирост населения, более-менее развитый уровень социальной, инженерной инфраструктуры, а также относительно выгодный статус для привлечения людских и материальных ресурсов, но при этом они не имеют никаких преимуществ среди других административных центров субъектов РФ и зачастую проигрывают в столь конкурентной борьбе.

Кроме представленного выше разделения, справедливо отметить четыре города из списка исторических поселений федерального значения – Томск, Иркутск, Енисейск и Кяхта, которые в силу своего географического положения имеют наименьшую привлекательность для привлечения частных и государственных инвестиций, т.к. они расположены за Уралом, естественным рубежом распределения финансирования и плотности населения.

Проанализировав основные существующие ограничения и проблемы, с которыми сталкиваются исторические поселения, справедливо сделать вывод, что статус «исторического поселения» для города обременителен. При этом необходимо отметить, что, не стоит рассматривать это звание только как ряд ограничений. Статус исторического поселения — это вектор для развития, который должен стать драйвером градостроительного и экономического роста. Исторические поселения (малые города или значимые центры крупных городов) должны служить местами сохранения и развития пространственной среды, отдельных сооружений, народных традиций, образа жизни городского и сельского населения. Наша обязанность сохранять не только окружающую природу, но и всю окружающую среду, что нам досталась от предков.

### **Список цитируемой литературы**

1. Концепция по развитию исторических поселений, поддержке и популяризации культурных и туристских возможностей, развитию экономики культурного наследия на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. Минкультуры России от 31 октября 2017. – Режим доступа: URL: <https://www.mkrf.ru> (дата обращения: 20.10.2018).

2. Кудрякова С.О. Проблемы развития исторических городов России и пути их решения / С. О. Кудрякова // Сервис в России и за рубежом. – 2012. – № 8 (35). – С. 53–60.

3. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 03.08.2018). – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.10.2018).

4. Об утверждении перечня исторических поселений [Электронный ресурс]: Приказ Минкультуры РФ № 418, Минрегиона РФ № 339 от 29.07.2010 – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.10.2018).

ГРНТИ: ВІМ-ТІМ технологии

УДК 658.5

Дайнеко Виктория Владимировна\*, доцент кафедры архитектурного проектирования ИРНТУ, магистр архитектуры, ЧТСХР  
Иванилова Екатерина Алексеевна\*, студентка группы ДСб-16-1 ИАСиД.  
\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ВІМ КАК РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

В статье рассматриваются преимущества использования ВІМ-технологий при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений, что является способом сокращения временных, финансовых и трудовых затрат в данном процессе.

Ключевые слова: ВІМ-технологии, технологии проектирования, моделирование, ресурсосбережение, информационная модель.

### **The BIM as a resource-saving tool in the design and operation of buildings and structures**

V.V Dayneko, Associate Professor of the Architectural design IRNTU, master's degree of Architecture.

E. Ivanilova, a third year student of the Institute of Architecture, Construction and Design.

The article analyses advantages of using BIM technology at the steps of designing and operating of buildings and structures, which is a way to reduce time and labor *costs in this process*.

Key words: BIM-technologies, design technologies, modeling, resource saving, information model.

Комплексное и одновременно экономически рациональное проектирование стало возможным с появлением систем автоматизированного проектирования, реализующих технологию информационного моделирования зданий (BIM –Building Information Modeling). [1] Данная технология включает в себе возможность поэтапного построения точных виртуальных моделей здания в цифровом виде. Использование таких прототипов сооружений имеет множество преимуществ, так как происходит облегчение не только проектировочного процесса на всех его этапах, но и возможности внесения в него быстрых изменений, что улучшает факторы тщательности анализа и контроля.

Разработанные модели являются точно геометрически спроектированными и содержат всю необходимую информацию о включенных в проект материалов, конструкций и инженерного оснащения.

С появлением такой современной технологии как BIM становится не только легче сам процесс проектирования, но и сокращаются различные ресурсы, направленные на его реализацию. Главным образом, значительно снижаются материальные, временные и трудовые затраты. Использование BIM технологий предоставляет возможность сократить сроки строительства объектов недвижимости, уменьшить стоимость проекта, учесть возможные ошибки на этапе проектирования объекта, получить трехмерную модель объекта со всеми атрибутивными данными [3.].

В наше время все больше и больше архитектурных и проектировочных бюро постепенно переходят на современные автоматизированные технологии, которые повышают качество изготавливаемой продукции. Внедрение BIM-технологий в строительстве невозможно без оптимизации и стандартизации бизнес-процессов проектно-строительных организаций, что в свою очередь позволяет в короткий срок увеличить производительность труда специалистов, сократить сроки выполнения и повысить качество выполняемых проектов. Технология BIM, сегодня, это не просто программный продукт, а процесс работы с информацией и изменения способа взаимодействия всех участников строительства [4.]. Основной чертой информационного моделирования является совместная отраслевая работа (Teamwork), что позволяет специалистам различных областей быстро согласовывать проектировочный процесс и

эффективно работать в расширенной проектной группе благодаря облачным инструментам.

Таким образом, поддерживается параллельное выполнение задач и использованием функций BIM независимо от местонахождения пользователей.

Несомненно, понижаются временные и трудовые затраты, направленные на проектирование. Это исходит из того, что использование рассматриваемой технологии многократно повышает точность архитектурного проектирования. Централизованное хранение всех данных в BIM-модели ведет к мгновенному отображению каждого изменения во всех проекциях и видах, таких как планы этажей, разрезы или фасады. Эта особенность не только ускоряет создание документации, но и препятствует возможности возникновения проектных ошибок путем автоматической координации различных видов модели [2]. Обнаруженная на ранних этапах ошибка может быть достаточно легко исправлена, а в момент, когда материалы закуплены или возведена часть здания, полученный просчет может стать существенной проблемой в процессе проектирования [5.].

BIM-технологии содержат все инструменты, которые могут понадобиться архитектору в рабочем процессе. Опираясь на то, что в основе BIM лежит трехмерный вид проектируемого объекта, необходимо отметить наличие в модели виртуальных аналогов настоящих элементов зданий, которые обладают разными логистическими и физическими свойствами. Данные интеллектуальные элементы - цифровые копии строительных конструкций: перекрытия, стены, окна, балки, двери, лестницы, колонны и т.д. При помощи них создается виртуальная модель, где можно полностью подвергнуть анализу все процессы, что будут протекать в объекте до начала его возведения. BIM-модели не только включают в себя архитектурные данные, но и содержат информацию других разделов проектирования, например, классификацию элементов по несущей функции, составляющие инженерных сетей и даже информацию, относящуюся к экоустойчивому проектированию и позволяющую имитировать протекающие в зданиях процессы[2].

Несмотря на преимущества, благодаря которым информационное моделирование помогает добиться разнообразных целей, чья трудоемкость будет обусловлена уровнем проработки и объемом информации, заложенной в модель, основным аспектом применения BIM является 3D визуализация. Эта наглядная часть проекта помогает полностью оценить внешний вид здания, выбрать оптимальное проектное решение и лучшим образом представить проект не только заказчику, но и согласующим органам. Помимо программного обеспечения на компьютере, поддерживающего информационное моделирование зданий, появляются приложения для мобильных устройств, что позволяет заказчикам, подрядчикам или

определенным службам получить всю необходимую информацию об объекте и полноценно оценить его, не тратя время на изучение и установку специальных программ. Это позволяет проанализировать и учесть требования клиентов на начальных стадиях проектирования.

Также необходимо ответить, что данные, которые содержит BIM-модель, можно представить и в графическом виде. Например, с помощью финансовых показателей, входящих в состав BIM, представляется возможность в любой время вычесть сметную стоимость проекта. Это помогает постоянно контролировать расходы, необходимые на реализацию проекта, оставаться в границах предоставленного бюджета.

Все данные, заложенные в BIM-модель, можно использовать не только на этапах проектирования и строительства, но и на протяжении всего жизненного цикла здания, тем самым снижая стоимость его эксплуатации, которая, как правило, многократно превышает стоимость реализации проекта [2].

В заключении необходимо отметить, что BIM-технологии становятся незаменимым «инструментом» на протяжении всего периода проектирования и эксплуатации здания. Информационное моделирование зданий – это сочетание технологии и процесса, который становится более эффективным. Это проявляется в сокращении ресурсов, что приводит к наилучшим результатам. Несмотря на то, что BIM являет строительной отрасли новые возможности, не только позволяя повысить конкурентоспособность на рынке, охватить все этапы жизненного цикла зданий и сооружений, начиная с проектирования и заканчивая эксплуатацией, но в частности и предлагает новые действенные инструменты для упрощения рабочих процессов и улучшения качества воплощаемых проектов [2].

### **Список цитируемой литературы:**

1) Оолакай З.Х. О применении BIM технологий в проектировании зданий/ Оолакай З.Х. //Вестник тувинского государственного университета, №3 технические и физико-математические науки. – г.Кызыл, 2014 – с.58

2) Официальный сайт Graphisoft [Электронный ресурс] - [https://www.graphisoft.ru/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.ru/archicad/open_bim/about_bim/)

3) Митрофанова Н.О., Чернов А.В., Березина Е.В. Возможности использования BIM-технологий/ Митрофанова Н.О., Чернов А.В., Березина Е.В.//Интерэкспо гео-Сибирь. – г.Новосибирск,2016 – с.181

4) Соловьева Е.В., Сельвиан М.А. Особенности внедрения BIM-технологий

В организациях строительного комплекса/Соловьева Е.В., Сельвиан М.А. //Сборник статей международной научно-практической конференции «Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры» -

г.Уфа,2017 – с.267,269

5) Соловьева Е.В., Совков В.И. BIM-технологии в строительстве: Solibri Model Checker/Соловьева Е.В., Совков В.И.//Сборник статей международной научно-практической конференции «Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры» - г.Уфа,2017 – с.272

ГРНТИ 67.01.77

УДК 624.046.4

Дмитриева Татьяна Львовна\*, д.т.н., доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов,  
Х.Уламбаяр\*

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ПОСТРОЕНИЕ КЭ МОДЕЛЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗАКОНАМИ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕЧЕНИЙ**

Аннотация. Описана методика построения конечно-элементных моделей металлических балок сложного сечения. Для моделирования балок переменного сечения использованы конечные элементы оболочечного типа. Для подтверждения достоверности результатов, задача КЭ анализа решена в ПК «ANSYS». Выполнено сравнение с расчетами этих же балок по стержневой модели, а также с известными аналитическими решениями. Исследованы пять моделей двутавровых балок с гофрированными вставками одинаковой металлоемкости с различными очертаниями гофр. Оценены их жесткостные и прочностные параметры.

Ключевые слова: гофрированная балка, трапециевидальная стенка, компьютерное моделирование, численный анализ, ПК «ANSYS».

Abstract. A technique for constructing finite element models of metal beams of complex cross section is described. To model variable section beams, finite elements of the shell type were used. To confirm the reliability of the results, the problem of FE analysis was solved in software and ANSYS. Comparison with the calculations of the same beams using the beam model, as well as with well-known analytical solutions has been performed. Five models of I-beams with corrugated inserts of the same metal consumption with different outlines and corrugations were investigated. Evaluated their stiffness and strength parameters.

Keywords: corrugated beam, trapezoid web, computer modelling, numerical analysis, software «ANSYS».

Практика современного строительства выдвигает требования к проектированию металлических конструкций пониженной металлоемкости при одновременном обеспечении их несущей способности. Это может быть достигнуто использованием металлоконструкций сложных сечений, например, сечений, меняющих свое очертания по длине либо ширине [1], а также сечения сложной формы, к которым можно отнести гофробалки. В настоящее время признано, что холодно-формованные стальные гофробалки с различного очертания могут эффективно использоваться в качестве несущих элементов каркаса. Применение тонких гофрированных полотен исключает необходимость установки ребер жесткости, что способствует уменьшению веса конструкции. Однако применение подобного конструктивного решения ставит проблему анализа напряженно-деформированного состояния (НДС), которая решается на основе численного моделирования в форме метода конечных элементов (МКЭ) [4, 5]. Вместе с тем справедливо отмечено [2, 3], что в настоящее время отсутствует нормативная документация, а также специальное программное обеспечение по расчету балок переменного сечения.

Стандартная расчетная схема, используемая при расчете каркасов зданий, основана на стержневой конечно-элементной (КЭ) модели. Использование гофро-элементов не вписывается в эту схему, т. к. табличные значения геометрических характеристик известны для гофр определенного типа – треугольных [6] и волнообразных (sin-балок). Для элементов с гофрами произвольного профиля отсутствуют сортаменты, содержащих осевые, изгибные и др. жесткостные характеристики сечений.

Цель данной работы заключается в построении алгоритма по определению геометрических характеристик сечения для балок с гофроэлементами трапецеидального профиля.

Для решения поставленной задачи был выполнен численный расчет однопролетной гофробалки с применением оболочечных конечных элементов на действие изгибающей сосредоточенной силы в двух плоскостях балки. Полученные в результате расчета максимальные прогибы ставились в соответствие с аналитическими решениями, на основании чего были вычислены жесткостные характеристики исследуемых гофробалок.

Всего рассмотрено 5 типов балок с разным шагом и размерами гофр (табл. 1).

Таблица 1.

Параметры поперечного сечения моделей гофробалки

Принятые модели	$H$ , мм	$h$ , мм	$B$ , мм	$t_f$ , мм	$t_w$ , мм
БГТС1	200	184	100	8	2
БГТС2	300	282	150	9	3

БГТС3	400	374	200	13	3
БГТС4	500	468	200	16	4
БГТС5	600	200	18	4	

Расчет был выполнен в программном комплексе «ANSYS 14.5», где использовались КЭ оболочечного типа SHELL143. Размер по длинной стороне конечных элементов был в пределах 30 мм. Вблизи стыка стенки и пояса размеры сетки уменьшались до 5 мм (рис.1).

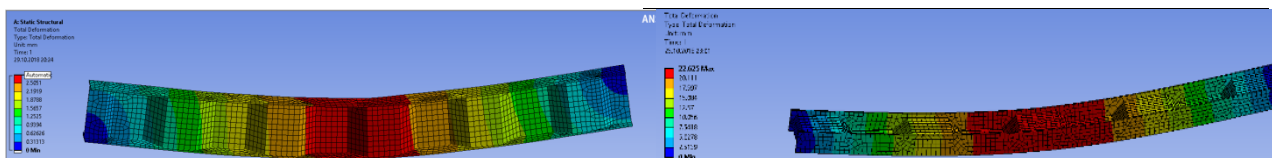


Рис. 1. Деформированная схема с мозаикой перемещений для модели БГТС1

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета на изгиб

Модели	$f_{max,y}$ , мм	$f_{max,x}$ , мм
БГТС1	2.6	22.63
БГТС2	2.1	18.82
БГТС3	1.35	8.79
БГТС4	1.65	30.4
БГТС5	2.6	61.3

Для численного определения величины перемещения по оси выполнен расчет на действие осевой сжимающей силы (рис. 2). Полученные результаты приведены в таблице 3.

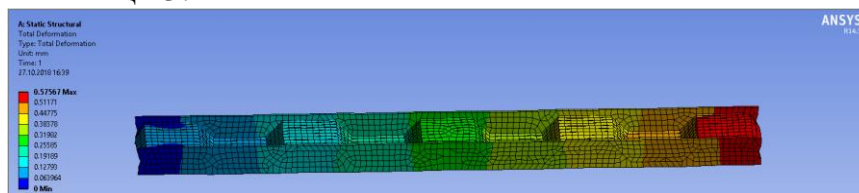


Рис. 2. Результат расчета при осевых деформациях

Таблица 3

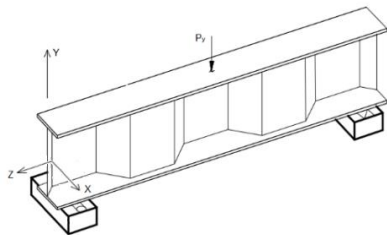
Осевые деформации

Модели	$\Delta$ , мм
БГТС1	0.526



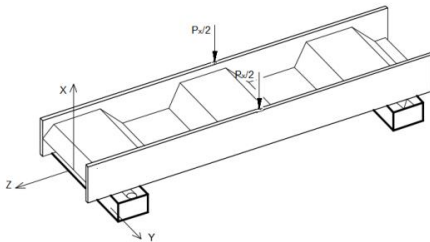
БГТС2	0.576
БГТС3	0.391
БГТС4	0.498
БГТС5	0.729

Приведем далее аналитическое выражение максимального прогиба в балке, нагруженной сосредоточенными силами посередине пролета: в плоскости  $ZOY$  (рис. 3) и в плоскости  $ZOX$  (рис. 4).



$$f_{\max,y} = \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} + \frac{3 \cdot P_y \cdot L}{20 \cdot G \cdot A_f} \quad (1)$$

Рис. 3. Схема нагружения гофробалок при изгибных деформациях в плоскости  $ZOY$



$$f_{\max,x} = \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} + \frac{3 \cdot P_x \cdot L}{20 \cdot G \cdot A_f} \quad (2)$$

Рис. 4. Схема нагружения гофробалок при изгибных деформациях

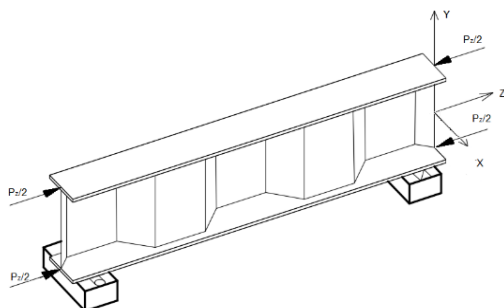
На основании этих выражений вычислены моменты инерции поперечных сечений.

$$I_x = \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot \left( f_{\max,y} - \frac{3 \cdot P_y \cdot L}{20 \cdot G \cdot A_f} \right)} \quad (3)$$

$$I_y = \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot \left( f_{\max,x} - \frac{3 \cdot P_x \cdot L}{20 \cdot G \cdot A_f} \right)} \quad (4)$$

Здесь:  $L$  – пролет балки,  $E$  – модуль Юнга,  $G$  – модуль сдвига,  $A_f$  – площадь поперечного сечения пояса.

Для определения приведенной площади, выполним нагружение балки осевой сжимающей силой (рис. 5).



$$\Delta = \frac{P_z \cdot L}{E \cdot A} \quad (5)$$

Рис. 5. Схема загрузки гофробалок при осевых деформациях

Тогда выражение приведенной площади через осевую деформацию будет:

$$A = \frac{P_z \cdot L}{E \cdot \Delta} \quad (6)$$

где,  $\Delta$  - величина перемещения по оси Z.

Вычисленные по выражениям (3), (4), (6) значения жесткостных характеристик гофробалок сведены в результирующую таблицу 4.

Таблица 4

Геометрические характеристики стальных двутавровых профилей с гофрированными стенками

Профиль	Размеры профиля, см					Параметры гофров, см				Площадь, см <sup>2</sup>	Масса 1м, кг	$I_x$ , см <sup>4</sup>	$W_x$ , см <sup>3</sup>	$i_x$ , см
	H	B	$t_f$	$t_w$	h	b	a	d	φ, град					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
БГТС 1	20.0	10.0	0.8	0.2	18.4	6.0	18.0	6.0	45°	16.43	16	1211	121.1	8.58
БГТС 2	30.0	15.0	0.9	0.3	28.2	10.0	30.0	10.0	45°	27.78	29	4876	325	13.24
БГТС 3	40.0	20.0	1.3	0.3	37.4	12.0	36.0	12.0	45°	51.56	51.21	11709	585.5	15.1
БГТС 4	50.0	20.0	1.6	0.4	46.8	12.0	36.0	12.0	45°	69.4	68	40723	1629	24.22
БГТС 5	60.0	20.0	1.8	0.4	56.4	16.0	48.0	16.0	45°	79.01	77.3	61257	2042	27.84

Продолжение таблицы 4

Профиль	$I_y$ см <sup>4</sup>	$W_y$ см <sup>3</sup>	$i_y$ см
1	16	17	18
БГТС1	139	27.8	2.9
БГТС2	544	72.5	4.43
БГТС3	1798	179.8	5.9
БГТС4	2210	221	5.64
БГТС5	2598	259.8	5.73

Разработанная методика позволяет определять геометрические характеристики гофробалок с произвольным очертанием гофр с последующим расчетом их по стержневой схеме в составе плоских рам.

**Список цитируемой литературы:**

1. Брянцев А.А., Абсиметов В.Э., Лалин В.В. Эффективность применения двутавров с гофрированными стенками в производственных зданиях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. Т.54. №3 с. 93-104.
2. Бондаренко О. С., Кикоть А. А. Анализ балок с гофрированной стенкой // ползуновский альманах. 2016. № 3.
3. Дмитриева Т.Л., Уламбаяр Х. Использование балок с гофростенкой в современном проектировании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. №4. с. 132-138.
4. Кудрявцев С.В. Расчет двутавровой балки с гофрированной стенкой на изгиб в своей плоскости под действием статических нагрузок. Часть 2. Расчет методом конечных элементов // ГОУ ВПО УПИ. Екатеринбург. 2007. с. 11.
5. Лукин А.О., Алпатов В.Ю., Чернышев Д.Д. Совершенствование конструктивного решения балки с гофрированной стенкой // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. Т.23. № 2. с. 4-8.
6. Максимов Ю.С., Остриков Г.М. Сортамент сварных двутавровых профилей обычного типа и с гофрированными стенками, соответствующие по прочностным характеристикам прокатным РДС РК 5.04-24-2006 // Издательство: Астана. 2007. с. 22.

Дунаевский Артём Валерьевич\*, аспирант группы аТС-17-1  
Ларина Ольга Петровна\*, к.т.н. доцент кафедры ЭУН  
Филоненко Евгений Александрович\*, аспирант группы аТС-15-1  
Комаров Андрей Константинович\*, к.т.н., заведующий кафедрой  
«Строительное производство»

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ Г. ИРКУТСКА**

*Аннотация.* В связи с изменениями норм теплопроводности ограждающих конструкций со времён СССР появилась необходимость в использовании новых теплоизоляционных материалов, и по новым технологиям утепления ограждающих конструкции.

*Annotation.* In connection with changes in the thermal conductivity norms of enclosing structures since the USSR, there is a need to use new insulation materials, and on new technologies for insulating enclosing structures.

*Ключевые слова.* Утепление, минеральная вата, экструдированный пенополистерол, базальтная вата, строительная теплотехника.

*Key words.* Thermal insulation, mineral wool, extruded polystyrene foam, basalt wool, building heat engineering.

### *Утепление домов во времена СССР*

В жилищном строительстве СССР строители применяли в основном теплые стеновые панели из следующих теплоизоляционных материалов: ячеистый бетон, керамзитобетон, вспученный перлит. Они имеют ряд преимуществ:

- + утеплитель всегда сухой;
- + повредить его невозможно;
- + при возведении здания экономится время на утеплении.

#### *Ячеистый бетон*

Сам стеновой материал уже был «теплым» за счет добавления в него минеральных утеплителей. Например, панели с 1 или 2 слоями из ячеистого бетона отделывали с лицевой стороны декоративным бетоном с обнаженным заполнителем. Кстати, это придавало поверхности эстетичную камневидную текстуру.

#### *Вспученный перлит*

Еще один теплоизоляционный материал — вспученный перлит. С его применением в Союзе построили более 1 тысячи панельных многоэтажек.

Это экологически чистый материал с пористой структурой, поэтому он эффективен при тепло- и звукоизоляции.

### *Керамзитобетон*

Самым популярным теплоизоляционным материалом в СССР был легкий керамзитобетон. Сам керамзит — легкий и пористый материал на основе глины, абсолютно безопасный для здоровья утеплитель. С конца 50-х годов с его добавлением изготавливали панели для жилых многоэтажных домов. А в 60-х годах для этих целей применяли керамзитожелезобетон — наружные панели, укрепленные металлической арматурой. Их толщина — всего 28 см.

На протяжении многих десятилетий строительная политика в стране по определению толщины стен строилась исходя из низкой стоимости теплоносителя для отопления зданий.

Толщину стен согласно теплотехническому расчёту принимали только из условия создания в помещениях санитарно-гигиенических и комфортных условий без учета требований энергосбережения, т. е. толщина стен устанавливалась минимально необходимая при повышенном расходе тепла.

Все строительные нормы и правила по строительной теплотехнике были составлены именно по такому принципу.

Однако времена меняются, в экономике строительства все большее место стало отводиться мерам по снижению эксплуатационных расходов на отопление, так как стоимость теплоносителя за последнее время резко увеличилась.

Учитывая это, Минстрой России своим постановлением от 11 августа 1995 г. 18-81 принял и ввел в действие изменения № 3 к СНиП П-3-79 «Строительная теплотехника». Этим же постановлением установлено, что, начиная с 1 июля 1996 г., строительство, модернизация и капитальный ремонт зданий должны осуществляться в соответствии с повышенными требованиями к теплозащите ограждающих конструкций (стен) зданий, принятыми в изменениях № 3 к СНиП «Строительная теплотехника».

Ниже приведена сравнительная табл. 1 изменения толщины стены (в см) согласно новым нормам.

Исходя из приведенного сравнения видно, что толщина стены по новым нормам увеличивается в 3,3 раза для кирпичной кладки и в 2,8 раза для стены из керамзитобетона.

Конечно, никто толщину стены в 2,12 м не будет строить, просто это сравнение показывает, что от однослойных стен надо переходить к многослойным с использованием эффективных утеплителей.

Таблица 1

Тип ограждающих конструкций	Толщина стены согласно СНиП 11-3-79	Толщина стены согласно изменению № 3 СНиП 11-3-79
Стена из керамического	64 см	212 см

пустотелого кирпича сплошной кладки		
Стена из керамзитобетона (объёмный вес $\rho=900 \text{ кгс/м}^3$ )	35 см	99 см

*Новый подход к решению конструкции стен в соответствии с изменениями, внесенными в СНиП*

В качестве утеплителя для многослойных конструкций стен используются, как правило, эффективные утеплители с небольшим объёмным весом и очень низким коэффициентом теплопроводности, такие, например, как минераловатные плиты с объёмным весом  $\rho = 20 \text{ кгс/м}^3$  и коэффициентом теплопроводности  $\lambda = 0,035 \text{ W/мК}$ , пенополистирол листовой с объёмным весом  $\rho = 25 \text{ кгс/м}^3$  и коэффициентом теплопроводности  $\lambda = 0,039 \text{ W/мК}$ , листовой вспененный полиэтилен с объёмным весом  $\rho = 20 \text{ кгс/м}^3$  и коэффициентом теплопроводности  $\lambda = 0,032 \text{ W/мК}$  и т.д.

Практика показала, что, несмотря на кажущуюся дороговизну эффективных утеплителей, их применение в кладке стен уменьшает суммарную стоимость строительных работ без ухудшения теплотехнических характеристик стен. И чем эффективнее по своим характеристикам используется утеплитель, тем дешевле в конечном итоге получается строительство, так как применение такого утеплителя позволяет уменьшить толщину стен.

Рассмотрим два самых распространённых для нашего региона теплоизоляционных материала: экструдированный пенополистерол, минераловатную плиту (таблица 2).

Таблица 2

Материал	Теплопроводность Вт/м <sup>°С</sup>	Плотность Кг/м <sup>3</sup>	Паропроницаемость Мг/(м.ч.Па)
Экструдированный пенополистерол	0,03	30-45	0,015
Минераловатная плита	0,047	35-150	0,53

Существует несколько технологий по наружному утеплению ограждающих конструкций здания. Самым популярным на сегодняшний день является система вентилируемый фасад. Этой системой можно утеплить ограждающую конструкцию как на этапе строительства, так и во время капитального ремонта здания.

Принцип утепления такой: сначала монтируется металлический каркас, после укладывается утеплитель, сверху крепится экран. Стоит отметить что для системы такого типа подойдёт только паропроницаемый, негорючий материал, лучше всего использовать минераловатную плиту или базальтовую вату. Между экраном и утеплителем оставляют воздушный зазор. При правильно выполненном монтаже вентилируемого фасада исключено

скопление в нем влаги, а значит, и образование грибка или плесени. Одним из плюсов технологии является огромный выбор вариантов внешнего оформления. Фасадные экраны могут быть из винилового сайдинга, алюминиевых панелей, композитных фасадных панелей и так далее. Кроме всего прочего, вентилируемые фасады можно монтировать круглый год независимо от температуры на улице.

Экструдированным пенополистеролом не рекомендуется утеплять фасады здания, т.к. этот материал горючий и паронепроницаемый. Зато экструдированный пенополистерол отлично подходит для утепления подвалов и фундаментов зданий.

Производство теплоизоляционных материалов в Иркутской области Большой проблемой в Иркутской области является практически полное отсутствие заводов по производству теплоизоляционных материалов. В данный момент около 90% теплоизоляционных материалов на рынке Иркутска не местного производства, а привезённые из других регионов. Учитывая тот факт, что минеральная вата достаточна большая в объёме, а при утеплении зданий она необходима в огромных объёмах, цена на транспортировку может достигать 30% стоимости материала, правительством Иркутской области была разработана концепция развития строительной индустрии в Иркутской области на период до 2020 года. В эту концепцию входит строительство завода по производству базальтового утеплителя в Шелеховском районе (ГК «Старатель»), на базе месторождений базальта в г. Байкальск и в г. Слюдянка. В результате начала производства базальтового утеплителя в Шелеховском районе можно значительно снизить цену на этот материал в Иркутской области.

### **Список цитируемой литературы**

1. Экономное строительство загородного дома. Расчёты. Выбор оптимальных вариантов. Справочник Сост. В.И. Рыженко. Издательство Оникс.
2. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника
3. Концепция развития строительной индустрии в Иркутской области на период до 2020 года М.В. Литвин
4. Концессионные соглашения в реализации инвестиционно-строительных программ региона Пешков В.В., Матвеева М.В., Борисова С.П., Рютин В.С. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. №4 (19) С.48-56.
5. Некоторые особенности определения стоимости строительномонтажных работ Полякова В.А., Пешков В.В., Бужеев Ю.В. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость 2015. №4 (15). С. 106-115

6. Экономические и правовые аспекты вовлечения земельных ресурсов в оборот Матвеева М.В., Холодова О.А. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. №5 (9) С. 45-51.

7. Активизация потенциала государственных инновационных программ Матвеева М.В., Копельчук С.Ю. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014 № 5 (10) С. 36-43.

ГРНТИ 67

УДК 69

Капсудина Антонина Юрьевна\*, магистрант,

Василевич Эльвира Эрнстовна\*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА В ПРИРОДООХРАНЯЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ПРИБАЙКАЛЬЯ

**Аннотация.** Целью данной статьи является обзор основных проблем связанных со строительством сооружений на берегу озера Байкал, а также оформлением документов для строительства в водоохранной зоне. Ограничения в строительстве при развитии туризма и использования рекреационных зон связаны с сохранением уникальной природы озера. Показана возможность использования природных механизмов для обработки сточных вод от сооружений в природоохранных зонах.

**Ключевые слова:** [Байкальский регион](#), [устойчивое развитие](#), [озеро Байкал](#), [туризм](#), сточные воды, биологическая очистка, аэробные бактерии.

**Annotation:** The purpose of this article is to review the main problems related to the construction of buildings on the shores of Lake Baikal, as well as the registration of documents for construction in the water protection zone. Restrictions in construction in development of tourism and use of recreational zones are connected with preservation of unique nature of lake. The possibility of using natural mechanisms for wastewater treatment from structures in environmental zones is shown.

**Keywords:** Baikal region, sustainable development, Lake Baikal, tourism, wastewater, biological purification, aerobic bacteria.

### ВВЕДЕНИЕ

Озеро Байкал с прилегающей к нему территорией, включено в список Мирового природного наследия «Юнеско», обладает большим потенциалом для строительства, туризма, а также отдыха. Береговая линия озера Байкал



имеет протяженность около 2000 км. На данной территории располагаются уникальные природные участки. Законодательство диктует особый правовой режим природопользования и охраны окружающей среды на Байкальской природной территории, что связано с интенсификацией туристской и рекреационной деятельности на Байкале.

### **Строительство в водоохранной зоне озера Байкал**

Строительство в Водоохранной зоне (ВЗ) озера Байкал разрешается с учетом обеспечения сохранности водных объектов от загрязнения и истощения. *Водоохранная зона (ВЗ) — часть земли или территория, примыкающая к береговой части реки, ручья, озера, водохранилища, моря, на которой вводится особый режим проведения хозяйственной и другой деятельности с целью сохранения среды обитания водных экологических ресурсов, предотвращения загрязнений, засорений, заиления водного объекта.*

Основным, а также обязательным условием для проектной документации объекта капитального строительства является комплекс систем очистных сооружений на строящемся объекте. Подключение к централизованной канализации в ВЗ или же разработка индивидуальной системы очистки стоков — выбор будет осуществлять собственник объекта строительства. Часто точки подключения к централизованной канализации может не оказаться. Септик в ВЗ на выходе из коллектора может быть решением трудности по очистке стоков. Нужно отметить, что при проектировании «глобальных» хозяйственных объектов, например, производственных сооружений, обязательно необходимо предусмотреть систему полной очистки. Также необходимо установить необходимое количество дождеприемников для сбора дождевых вод и очисткой в отстойных колодцах.

Разрешение на строительство в ВЗ хозяйственного объекта будет получено только при наличии системы очистки стоков. Вся проектная документация должна соответствовать требованиям СП и ГОСТов [5,6]. В случае, если введенные ранее в использование объекты до сих пор не имеют системы очистки от ливневых и хозяйственных стоков, это будет являться основанием для привлечения к административной ответственности и выписывания штрафов.

Необходимо отметить, что садоводства по отношению к индивидуальному жилому строительству (ИЖС) в ВЗ имеют достаточно льготный режим. Членам садоводств разрешается применять вместо полноценных очистных сооружений стока приемники из водонепроницаемых материалов, которые не позволяют поступать вредным веществам или иным веществам и бактериям в водный объект и окружающую его среду.

При строительстве ИЖС также необходимо учесть, что движение и стоянка транспорта в ВЗ разрешается только на специальной твердой поверхности, то есть не на растительном покрове или почве. В связи с этими данными для въезда на машине обязательно нужно предусмотреть

подъездную дорогу с твердым покрытием, а также асфальтовую площадку для стоянки.

Для обеспечения сохранности уникальной экологической системы озера Байкал на природной территории Байкальского заповедника устанавливается определенный режим хозяйственной и иной деятельности, осуществление которого происходит по следующим принципам:

- приоритета всех видов работ, не приводящих к нарушению уникальной экологической системы природной территории Байкальского заповедника и природных ландшафтов его водоохранной территории;
- ведение учета комплексного влияния хозяйственной и другой деятельности на уникальную экологическую систему озера Байкал;
- сбалансированности решения экономических и социальных задач и задач охраны экологической уникальной системы озера Байкал, основанном на принципах устойчивого развития;
- обязательности государственной экологической экспертизы.

В Байкальском природном заповеднике запрещаются, а также ограничиваются многие виды деятельности, при которых происходит осуществление негативных воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал [4].

#### **Разрешение на строительство и на сброс веществ**

В водоохранной зоне можно строить многое, что и не в водоохранной территории, кроме объектов, предусмотренных 65 статьей «Водного кодекса». Статья гласит, что в таких зонах запрещено строительство автозаправочных станций (АЗС), станций технического обслуживания (СТО) и прочих опасных для водоема и окружающей среды хозяйственных объектов.

Если строительство АЗС в ВЗ запрещено, то вопрос насчет автомойки в ВЗ вызывает большую дискуссию, по которому есть множество различных точек зрения. В некоторых регионах России органы местного самоуправления выносили отказы в согласовании автомоек в ВЗ, в некоторых же выдавали разрешение на строительство при наличии локальной системы очистки.

Индивидуальное строительство в ВЗ осуществляется в соответствии с общими требованиями Российского законодательства с учетом положений ст. 65 Водного кодекса РФ.

Можно добавить, что в старой редакции (ранее действовавшей) Водного кодекса РФ, строительство в водоохранной зоне происходило только во взаимодействии с органами власти в области охраны земель водного фонда. Сейчас хозяйственная деятельность в ВЗ допускается без дополнительных согласований [2].

Дополнительно необходимо соблюдать следующие ограничения и требования:

- В ВЗ запрещено пасти скот и создавать для него загоны.

- Запрещено применение сточных вод для каких-либо сельскохозяйственных потребностей. Если земельный участок находится около водоема, после полива и орошения сточные воды попадут в него.
- В ВЗ нельзя осуществлять стихийные и плановые стоянки всех видов транспорта.
- Запрещено проводить захоронение животных, устраивать кладбище или хранение промышленных отходов. Данное правило особенно актуально, если речь идет о веществах повышенной токсичности.
- Запрещено осуществлять запашку участков в ВЗ. Нельзя воздействовать на береговую линию при помощи тяжелой техники.

Наилучшим решением для очистки бытовых, талых и производственных вод будет установка локальной очистной системы (ЛОС) с возможностью биологической очистки, которые дают до 98% очищения стоков.

Для исключения штрафов за некачественную работу очистных сооружений (при невыполнении установленных норм), важно монтаж оборудования вести только после получения разрешения на строительство от соответствующего органа, специализирующегося на данном вопросе. Для получения разрешения, нужно подать заявление на установку ЛОС в Роспотребнадзор.

Автономные очистные станции при правильном монтаже и качественной эксплуатации способны получить на выпуске довольно чистую воду. Ее вполне можно использовать в качестве технической. В основу схемы чаще всего положено использование биологической очистки, где аэробные бактерии, используя подаваемый аэраторами кислород, перерабатывают загрязнения стоков, далее отстаиваются в специальном отстойнике, затем удаляются. Откачка должна происходить 1-4 раза в год, количество зависит от интенсивности использования [1]. У таких установок есть большой минус - без электричества их работа невозможна.

При отключении электричества бактерии могут выжить без воздуха не более 4 часов, далее они погибают, загрязнения в стоках не деформируются. Чтобы запустить систему, необходимо ее заселение новыми бактериями, и выход на рабочее состояние возможен только через 2-3 недели. Все это время стоки будут идти, в лучшем случае, полуочищенными. Спасти ситуацию в одном случае может отстойный колодец или фильтрующая установка. Для того, чтобы система функционировала бесперебойно, необходимо проводить плановый осмотр раз в 1-2 года и устранять неисправности, если же система находится в критическом состоянии, необходимо проводить реконструкцию [3]. И, конечно, резервные или альтернативные источники энергии в Прибайкалье использовать можно активнее. Это могут быть и ветрогенераторы, и солнечные батареи, так как ветров и солнечных дней на данной территории хватает [4].

Совсем недавно вступил в силу **ФЗ от 28.06.2014 №181-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»**. Данный закон ставит жесткие условия по использованию земельных участков на территории Байкальской природной территории. Основные ужесточенные требования:

- В зоне Байкальской природной территории запрещается строительство зданий и сооружений, газопроводов, нефтепроводов, дорог (за исключением дорог, необходимых для функционирования общественных и жилых объектов).

- Палаточные городки, стоянки транспорта и туристические стоянки могут размещаться после утверждения документов территориального планирования.

- В Байкальской природной территории запрещен перевод земель лесного фонда, занятых защитными лесами, в земли других категорий [8].

В приказе Минприроды России от 5 марта 2010 г. N 63 "Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал" можно увидеть перечень веществ, которые опасны для экологической системы озера Байкал, а также допустимые воздействия на окружающую среду озера Байкал.

К опасным веществам можно отнести:

- Пентахлорфенол, атомарный хлор - данными веществами хлорируют сточную воду

- Тетрахлоргваякол, хлорлигнин - входит в состав целлюлозы

- ОП-7,10, алкилбензосульфونات натрия-моющие вещества

Данные вещества мы достаточно часто используем в обыденной жизни, при поездке на озеро Байкал, но совсем не задумываемся, какой экологический ущерб они наносят[9]. Методы очистки сточных вод от таких компонентов достаточно сложны и затратны, поэтому рекомендуется использовать для стирки и мытья поверхностей более экологичные моющие средства, а для обеззараживания воды переходить на физические методы [10].

Учитывая вышеизложенные факты, можно сделать вывод о важности выбора, проектирования и строительства объектов на Прибайкальской территории, а также опытной их эксплуатации с индивидуальным подходом к использованию возможностей каждой из зон и внедрения проверенных экологичных и энергоэффективных технологий.

#### **Список цитируемой литературы**

1. Богословский В.Н. и др. Водоснабжение и канализация: Учебник для ВУЗов/В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 295с., ил.

2. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 03.08.2018)
3. Капсудина А.Ю. Инновационные методы строительства и реконструкции систем водоснабжения и водоотведения. В сборнике: Экономический альманах материалы I Международной научно-практической конференции "Экономика инфраструктурных преобразований: проблемы и перспективы развития". Иркутский национальный исследовательский технический университет. 2018. С. 51-55
4. Система комбинированного солнечного энергоснабжения Поспелова И.Ю., Поспелова М.Я. Энергосбережение и водоподготовка. 2013. № 6 (86). С. 44-46
5. Кротик А.С. Правовые проблемы организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения: Автореф. дис. канд. юрид. наук. М., 2003. 28 с.
6. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения.
7. ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации
8. ФЗ от 28.06.2014 №181-ФЗ. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
9. Приказ Минприроды России от 5 марта 2010 г. N 63 "Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал"
10. Андропова Е.О., Василевич Э.Э. Проблемы и перспективы очистки сточных вод от ПАВ. В книге: Решения CLIVET для достижения высокого уровня комфорта и энергосбережения Сборник докладов: Семинар CLIVET. Редколлегия: В.Р. Чупин, М.Ю. Толстой, А.В. Орлов. 2014. С. 12-15.

А.С. Карпов\*, аспирант  
М.В. Матвеева\*, к.э.н. доцент кафедры ЭУН  
Полякова Вероника Николаевна\*, аспирант группы аТС-16-1  
\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия.

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Аннотация. В статье рассмотрены особенности цифровой экономики в аспекте функционирования инвестиционно-строительной деятельности, так же в статье показана специфика работы «умного дома». Рассмотрены отличительные характеристики современного BIM- проектирования.

Ключевые слова: цифровая экономика, умный дом, умные технологии, энергоэффективность, энергосбережение, BIM технологии.

Annotation. In article features of digital economy in aspect of functioning of investment and construction activity are considered, also the specifics of operation of the smart home are shown in article. Distinctive characteristics of modern BIM-of design are considered.

Keywords: digital economy, smart house, clever technologies, energy efficiency, energy saving, BIM technologies

В настоящее время цифровая экономика получила высокие темпы развития во всех высокоразвитых странах, в том числе и в Российской Федерации. Старт своего развития, в России, цифровая экономика получила 01 декабря 2016 года, когда президент, в своём послании Федеральному собранию, указал на необходимость сформировать новую цифровую экономику для повышения эффективности отраслей за счёт информационных технологий. Следом за предложением президента в декабре 2016 г. была опубликована стратегия развития информационного общества в России на 2017-2030 годы, где впервые дается определение цифровой экономики как деятельности, в которой ключевыми факторами производства являются данные, представленные в цифровом виде, а их обработка и использование в больших объемах, в том числе их образования, позволяет по сравнению с традиционными формами управления, существенно повысить эффективность, качество и производительность в различных видах производства при хранении, продаже, доставке и потребления товаров и услуг.

Основной задачей развития цифровой экономики является улучшение жизни граждан, путем повышения качества товаров и услуг, произведённых с использованием современных цифровых технологий. Для качественного

повышения энергоэффективности, при строительстве и эксплуатации зданий, а как следствие, повышение комфорта, качества оказываемых услуг, снижение затрат на строительство и содержание, эффективное использование ресурсов, необходимо внедрение различных современных цифровых технологий.

Цифровая экономика - система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий. Особенно важной отраслью для цифровизации является строительство и сектор жилищно-коммунального хозяйства, ведь для государства это одни из главных индикаторов социально-экономического развития.

В рамках развития цифровых технологий в сфере жилищно-коммунального хозяйства, стоит подробно остановиться на таком понятии, как «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.

Другими словами, система «Умный Дом» – это система, которая позволяет объединить воедино множество подсистем жизнеобеспечения (климат, безопасность, освещение, мультимедиа) управлять или дублировать управление ими с одного единого интерфейса. Так же, такой дом, способен экономить энергоресурсы (газ, электричество, время), контролировать состояние жизненно-важных элементов подсистем (котлы, фильтровальные станции, резервное электропитание) и своевременно информировать пользователя о возникновении нештатных ситуаций.

Большую составляющую занимает современная система распределения энергии, которая позволяет не только реагировать на потребности в энергии в режиме реального времени, но и обеспечивать надежное подведение энергоресурсов к жилым домам.

Рассмотрим несколько конкретных предложений для повышения энергоэффективности подобных домов. Геотермальные электростанции, использующие тепловую энергию, поднимающуюся до земной коры, могут стать отличным решением для нагрева и охлаждения помещений. Возможно размещение на начальных этапах небольших источников геотермальной энергии под каждым домом.

Альтернативным источником дешевой энергии является солнечно-термальная технология, которая будет особенно актуальна в солнечных городах нашей страны. Солнечные лучи используются для нагрева воды, что уменьшает затраты для потребителей и выбросы загрязняющих веществ. Не все солнечные элементы поглощают свет целиком. Некоторые невидимые покрытия поглощают только ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, но пропускают сквозь себя свет

видимого спектра. Тонкие фотоэлектрические плёнки могут наноситься на окна и другие поверхности для производства солнечной электроэнергии.

Другой способ собирать световую энергию - солнечная черепица, которая ничем не отличается от обычной, но способна на большее – вырабатывать энергию. Этот кровельный материал подходит для любых конструкций. Он красив на вид и по своим функциям аналогичен обычным солнечным панелям.

Так же для повышения энергосбережения предусматривается применение специальной теплоизоляции, фасадных систем, остекления, окон и дверей, пароизоляционных мембран, систем вентиляции с рекуперацией тепла. Установка цифровых систем учета и контроля работы водоснабжения, отопления и охлаждения, которые в зависимости от наружной температуры воздуха, присутствия жильцов в доме, выставляет и регулирует температуру воздуха внутри помещений.

Существенный вклад в развитие отрасли в направлении энергоэффективности, внесло внедрение в этап проектирования BIM технологий, позволяющих на этапе проектирования рассмотреть и просчитать здание по всем параметрам, на любом жизненном цикле, начиная от изысканий и проектирования, до реконструкции или демонтажа здания.

*Building Information Modeling* (BIM) – в переводе на русский: информационное моделирование здания. Аббревиатура обозначает комплекс мероприятий и работ по управлению жизненным циклом здания, начиная от проекта и заканчивая демонтажем здания. BIM технологии охватывают проектирование, строительство, эксплуатацию, ремонт здания или иного сооружения.

Основное и принципиальное отличие традиционного проектирования от современного BIM проектирования, заключается в том, что при традиционном проектировании работы производятся с двухмерными моделями объектов строительства. Это планы, чертежи, техническая документация. В тоже время, при BIM проектировании производится сбор и обработка данных об архитектурно–планировочных, конструктивных, экономических, технологических, эксплуатационных характеристиках объекта, объединенных в едином информационном поле (*BIM – модели*). Все данные, заложенные в информационную модель объекта, связаны между собой и взаимозависимы.

Технологии BIM базируются на виртуальной трехмерной модели, обладающей реальными физическими свойствами. Но это не все ресурсы технологии информационного моделирования. К ней присоединяются добавочные измерения: время, планы, стоимость.

Они позволяют рассчитать и определить параметры процессов строительства еще до начала строительных работ на объекте. Управление данными модели поможет на этапе проектирования, комплексно подойти к оснащению здания умными цифровыми технологиями, оценить вложения, перспективы и просчитать выгоду, полученную в будущем цикле



эксплуатации здания, так же технологии BIM позволяют сократить сроки реализации проекта, упростить эксплуатацию возведенного объекта и продлить срок его службы.

Но насколько бы не было энергоэффективным здание, компоненты, примененные при его строительстве, каким бы современным и высокотехнологичным не было оборудование и коммуникации установленные в здании, это даёт экономию в рамках этого здания, и даёт хорошие показатели, в случае если существует локально и обособленно, но в рамках муниципалитета, региона или тем более страны, это вовсе не большой вклад в энергоэффективность и тем более в развитие цифровой экономики.

Ведь на наших внутригородских коммуникациях, с километрами изношенных сетей и гигантскими объёмами потребляемых ресурсов, только при транспортировке к потребителю теряется до 27% воды и не меньше 15% тепла. Стоит развивать цифровую экономику, в данной отрасли, более масштабно и комплексно, должны устанавливаться современные приборы и оборудование, на всей протяженности сетей, на впусках и выпусках в здания и сооружения, на насосных станциях, на выходе с ТЭЦ и т.п.

Все данные, со всей территории города, должны приходиться на единый источник управления, где они будут собираться, копиться, сопоставляться и обрабатываться. От полученных данных, к примеру, в зависимости от наружной температуры, скорости ветра, температуры в домах, должна тонко и постоянно регулироваться температура воды на выходе от поставщика теплоэнергии. Благодаря этим данным, находить и устранять утечки и потери, путём замены устаревших сетей на новые. Идти по пути ликвидации разницы показателей между поставщиком и потребителем.

Установка светодиодных световых установок по всему городу, датчиков движения на наружном освещении, на световых опорах, во дворах и центральных магистралях. Внедрение солнечных батарей, для обеспечения нужд города.

Для комплексного развития цифровой экономики, необходимо развивать и внедрять в городскую систему, все те принципы и подходы к развитию энергоэффективности, которые на данный момент успешно применяются в частных, многоквартирных домах, промышленных объектах.

### **Список цитируемой литературы:**

1. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года: [Утвержден постановлением Правительством Российской Федерации от 3 января 2014 года]. – 2014.
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: [Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р]. – 2017.
3. Китаев А.Е, Миронова И.И./Маркетинговое исследование рынка умных домов в цифровой экономике. М.: Лаборатория Открытых

Информационных Технологий факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова. - 2017.№10.- С.34-46

4. Опарина Л.А. Разработка организационно-экономического механизма развития концепции «умный дом». Генезис экономических и социальных проблем субъектов рыночного хозяйства в России. – 2015. №9. – С. 90-93

5. Пешков В.В., Матвеева М.В., Рютин В.С. Концессионные соглашения в реализации инвестиционно-строительных программ региона. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016 №4(19). С.48-56

6. Пешков В.В., Карасик Д.М. Разработка инновационных инвестиционно-строительных программ: идентификация процессов и особенностей. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014 №5(10). С. 53-61

ГРНТИ 67.53.23

УДК 697.7

Корнилов Денис Анатольевич\*, магистрант группы ТВ-17-1  
Поспелова Ирина Юрьевна \*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГИИ ПУТЕМ ТРИГЕНЕРАЦИИ**

*Аннотация.* В современном строительстве спрос на энергию постоянно растет. Одним из перспективным направлений является одновременная выработка тепла, холода и электроэнергии. Это позволит использовать установку круглый год, не снижая высокий общий КПД в летний период, когда потребность в вырабатываемом тепле снижается. Авторы предлагают некоторые методы, позволяющие достигать энергосберегающего эффекта в строительстве с анализом существующих фактов.

*Annotation.* In modern building industry the demand for energy is increasing constantly. One of the promising direction is the simultaneous generation of heat, cold and electricity. It allows to use the unstallation for a long time, during all year round, without reducing of the efficiency in the summer, when the need for heat is reduced. Authors propose some methods to achieve an energy-saving effect in construction with an analysis of existing facts.

*Ключевые слова.* Тригенерация, энергосберегающие мероприятия, энергоэффективные инженерные конструкции.

*Key words.* Trigeneration, energy saving measures, energy efficient engineering structures.

Вопросы оптимизации энергетических систем в Иркутской области весьма актуальны с точки зрения наличия экологически чистого топлива и использования традиционных видов топлива и топливных схем. Одной из характерных черт в управлении является излишняя монополизация производства электроэнергии на небольшом количестве теплоэлектростанций (ТЭС) и теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Нет дополнений существующих энергетических мощностей новыми вводимыми мощностями из-за переизбытка предложения электроэнергии на электроэнергетическом рынке и недостатка необходимости в таком большом количестве производимой электроэнергии, а также недостатка платежеспособных потребителей электроэнергии. В производстве электроэнергии и при проведении ремонтных работ излишне высоко влияние всех видов лицензирования и наблюдается недостаток количества сделанных ремонтных работ. Общий недостаток ремонтов приводит к ненормально высокому для областного центра износу тепловых сетей. Кроме этого наблюдается неравномерность в качестве тепловых сетей и в проведении их ремонтов. Например, в г. Ангарске степень износа тепловых сетей достигает всего 15%, в то время как в областном центре - г. Иркутске эта цифра более солидна – изношены 22% тепловых сетей. Исходя из произведенного анализа энергетической обстановки сделан вывод о возможности применения увеличения энергоэффективности использованием как можно большего объема возможностей энергопроизводства с использованием тригенерации. Тригенерацией – это способ производства энергии, при котором практически вся полезная энергия приходит к потребителю. Тригенерация - это комбинированное производство тепловой, электрической энергии и полезного холода. Она может использоваться в Иркутской области в условиях теплоизбыточных предприятий в системах поддержания микроклимата крупных и мелких предприятий, а также в жилом секторе. Это ведет к повышению экономии природных ресурсов и увеличению экономической эффективности предприятий.

Технологический процесс тригенерации удивительно выгоден. В производстве холода для систем охлаждения и кондиционирования допустимо использовать любое топливо – отходящие дымовые газы, дизельное топливо и природный газ. Наивысшая степень экономии получается при использовании отходящих дымовых газов [1].

В 2000-х годах была открыта новая удивительная возможность – к тригенерации можно добавлять новый четвертый элемент – солнечные панели. Обновленный вариант тригенерации позволял выгодно использовать недорогую солнечную энергию одновременно сокращая стоимость произведенного холода и тепла в уже совершенной установке с недорогими компонентами. Внесение дополнительного элемента – коробки распределения передач энергетических потоков позволяло добавлять в цикл

уже не одну, а целых две солнечные батареи. Дополнительно можно добавлять не две, а три, четыре, пять шесть и более солнечных панелей. Потенциально число добавляемых солнечных панелей может быть безгранично. Еще одним бонусом является то, что в коробку можно подключить даже ветрогенератор в качестве замены или дополнения солнечной энергии. Ветрогенераторов также можно подключать не один, а два, три, четыре, пять, шесть ветрогенераторов. Новым бонусом является то, что количество подключаемых ветрогенераторов может быть безграничным. Наконец самым главным достоинством тригенерации является включение в цикл и тригенерации дополнительно и солнечной панели и ветрогенератора.

В этом случае проявляется эффект снижения экономических рисков и дополнения двух видов энергии – солнечной и ветровой друг другом. В случае совместного включения ветрогенератора и солнечной батареи в случае прекращения выработки электроэнергии в солнечной батарее появляется частичная замена потерянного из-за несолнечной погоды потенциала солнечной энергии полученным небольшим количеством энергии от работы ветрогенератора в ветреную погоду.

Далее возникает возможность расширить баланс двух дополнительных видов энергии – ветреной и солнечной в либо в направлении увеличения этих двух видов энергии либо в сторону большого увеличения производства одного из этих видов энергии при относительно небольшом увеличении производства второго вида энергии [2,3]. Применительно к каждому виду климата и к каждому виду ландшафта подойдет только своя из трех вышеперечисленных концепций развития. Например в очень ветреном и несолнечном регионе будет хорошо срабатывать концепция увеличенного дополнительного производства ветроэлектроэнергии при небольшом дополнении производством солнечной электроэнергии, получаемой от солнечных батарей. В очень жарком и маловетреном климате будет хорошо срабатывать концепция обратная концепция - концепция производства основной части электроэнергии от солнечного излучения, дополненная сравнительно небольшим производством электроэнергии, полученной от энергии ветра. Соответственно в солнечном и ветреном климате очень выгодно делать примерно одинаковую выработку электроэнергии от солнечных батарей и в ветроэлектростанциях. Стоит отметить что базовую роль между выработкой электроэнергии от энергии ветра и солнечной энергии будет играть выработка электроэнергии от солнечной энергии. Выработки электроэнергии от энергии Солнца имеет ощутимые преимущества перед выработкой электроэнергии от энергии ветра. В случае ветроэлектростанций затраты на создание ветроэлектростанции всегда очень высоки и существует существенный экологический риск – выработка инфразвука, очень плохо переносимого людьми и вызывающего высокий физический дискомфорт человека вблизи ветрогенератора. Также существенным минусом ветрогенераторов является очень высокая стоимость и очень большая трудоёмкость ремонта, дополняемая большой

громоздкостью заменяемого оборудования и требующая обязательного присутствия высокого крана при ремонтах и требующего большого количества манипуляций краном и ремонтируемыми деталями, просто отсутствующие или совершенно излишние в случае выработки электроэнергии от энергии Солнца на солнечных панелях.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что в общем случае по тригенерации по всему миру будет наблюдаться высокий уровень выработки электроэнергии, дополняемый существенными вкраплениями выработки солнечной электроэнергии дополнительно к тригенерационному циклу и наличие совсем небольших и точечных дополнений тригенерационного цикла производством ветроэлектроэнергии.

Напомним предысторию успеха тригенерационного цикла.

Шествие тригенерационного цикла по миру началось после того, как в 1849 году два француза – Эдмонд Карре и инженер Фердинанд Карре изготовили свою первую холодильную установку. Установка создания искусственного холода Эдмонда Карре и Фердинанда Карре использовала в своей работе концентрированную серную кислоту и подключаемую из водопроводной сети обычную воду. Уже в 1859 году Фердинанд Карре уже в одиночку создал холодильник для получения искусственного льда, получившую в 1860 году патент во Франции и получившую в 1861 году патент в США. Холодильный агрегат для получения искусственного льда работал на использовании в цикле создания холода двух абсорбентов - твердого и жидкого и представлял собой вариант цикла Карно применительно к задаче создания искусственного холода. Через пять лет Фердинанд Карре внес дополнения в свою конструкцию и получил уже холодильник для создания искусственного льда, использующую аммиак. В 1863 году установка производства искусственного льда производила 180 кг льда в час. В том же году инженер Теллер впервые в мире использовал компрессор в холодильной машине для производства холода. После получения в 1870 году патента инженер Теллер начал производить на своей фабрике холодильники с компрессором для мясной промышленности США. В 1877 году впервые в истории мира корабль для перевозки мяса получил холодильную абсорбционную установку. Абсорбционные машины нашли применение даже в Париже – их стали устанавливать в парижских кафе для получения холода для приготовления холодных блюд.

В настоящее время с помощью установок по тригенерации возможно снизить на 10% стоимость энергии для предприятий и бытового сектора. Это является мощным энергоэффективным фактором для развития этой сферы, кроме того появляется возможность вовлечь в энергетический процесс большинство систем жизнеобеспечения с максимальной энергоэффективностью.

### **Список цитируемой литературы**

1. Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. Учеб. пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. — М.: Энергоиздат, 1981. — 320 с
2. Пospelова И.Ю., Бондаренко А.С., Корнилов Д.А., Пospelова М.Я. Теплоизоляционное энергопокрытие для выработки электроэнергии. Smartenergycoating. В сборнике: Авиамашиностроение и транспорт Сибири сборник статей X международной научно-технической конференции. 2018. С. 154-162.
3. Бондаренко А.С., Пospelова И.Ю. Тепловое моделирование неоднородных структур и ограждающих конструкций. В сборнике: БЕЗОПАСНОСТЬ – 2017 Материалы докладов XXII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. Иркутский национальный исследовательский технический университет; Редакционная коллегия: С.С. Тимофеева (научный редактор); Е.А. Хамидулина (ответственный редактор). 2017. С. 173-177.

ГРНТИ 06.54.31  
УДК 628.316

Кульков Виктор Николаевич\*,

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИКиСЖ

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СОХРАНЕНИЕ БИОЦЕНОЗА НА КОС РАСПОЛОЖЕННЫХ В СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОНАХ**

Эксплуатация канализационных очистных сооружений в районах с повышенной сейсмической активностью требует размещения в аэротенках инертных носителей с иммобилизованным биоценозом. Проведены исследования влияния эффективности водо-воздушной регенерации ершовой синтетической загрузки в биореакторе с варьируемой удельной интенсивностью воздушной регенерации.

Operation of wastewater treatment plants in areas with high seismic activity requires the placement in aeration tanks inert carriers with immobilized biocenose. The studies of the impact of efficiency of water-air regeneration of scraper synthetic loading in bioreactor with variable specific intensity of air regeneration were conducted.

*Ключевые слова:* аэротенк, инертная ершовая загрузка, водо-воздушная регенерация загрузки, свободно плавающий и иммобилизованный ил, регрессия, эффективность регенерации.

*Key words:* aeration tank, inert brush loading, water-air regeneration of the loading, free floating and immobilized sludge, regression, efficiency of the regeneration.

Эксплуатация канализационных очистных сооружений в районах с повышенной сейсмической активностью требует обеспечения достаточно надежных эксплуатационных характеристик сооружений исключающих аварийные ситуации или сведение к минимуму их техногенных последствий.

Экологическая безопасность населенных пунктов и территорий будет зависеть от скорейшего послеремонтного запуска КОС и выхода их на технологический режим работы по БПК и взвешенным веществам. Для этого необходимо разместить в аэротенках инертные носители иммобилизованной биомассы, позволяющие осуществить процесс очистки сточных вод свободноплавающим и иммобилизованным активным илом. При сейсмических воздействиях на сооружения КОС свободноплавающий ил будет потерян в виде водноиловой смеси, а и иммобилизованный адаптированный ил сохранится на модулях с синтетической загрузкой и позволит запустить в течение ~ одного дня биологическую очистку с потерей ее окислительной способности до ~ 70 %. Использование привозного биоценоза с других КОС увеличит запуск биологической очистки в ~ 20 раз.

Свободноплавающий активный ил не подлежит длительному хранению в классических сооружениях КОС при их остановке, так как он загнивает и начинается анаэробный процесс с образованием метана. Иммобилизованный активный ил находящийся на синтетической инертной загрузке, при частичном разрушении аэротенка и его опорожнении, начинает терять влажность на воздухе с 99% до 10% сохраняя жизнедеятельность организмов. Хранение иммобилизованного стабилизированного ила в атмосфере воздуха возможно в течение длительного времени – месяц и более в модулях синтетической загрузки [1,2].

В работе проведены исследования водовоздушной регенерации иммобилизованного ила для обеспечения технологического процесса биологической очистки. Синтетические ершовые водоросли, фиксировано установленные в виде занавесок, успешно используются в биореакторах-аэротенках для иммобилизации микроорганизмов активного ила. Одновременное присутствие свободноплавающего и иммобилизованного активного ила обеспечивает увеличение окислительной мощности биореактора и сохраняет адаптированный активный ил в нештатных ситуациях.

Изучение регенерации синтетической инертной загрузки водовоздушным способом проводили на физической модели биореактора представляющей плоскостной вертикальный поперечный разрез объемного биореактора [3]. Установка состояла из физической модели биореактора, выполненной из силикатного полированного стекла с внутренними размерами 0,053×1,475×1,100 м. Воздух подавался в биореактор компрессором с помощью мелкопузырчатого аэратора. Расход воздуха для

водовоздушной регенерации обеспечивался инжекционной системой, закольцованной в контур для равномерной подачи воздуха, через форсунки. Форсунки крепились на распределительной трубке воздушного регенератора объединенной с трубкой для инъекции. Расход воздуха в системе изменялся регулятором и контролировался ротаметром и газосчетчиком.

Интенсивность светового потока проходящего через водно-иловую смесь контролировалась люксометром в объеме ершовой загрузки и в зоне свободной конвекции водно-илового потока. В ячейке размещались 7 вертикальных «ершей» длиной 0,62 м и диаметром 120 мм. Общая длина ершовой загрузки составляла 4,34 м. Активный ил, находящийся в биореакторе, с концентрацией 0,75 г/дм<sup>3</sup> и иловым индексом ~ 140 см<sup>3</sup>/г, оседал на синтетических водорослях, распределяясь по ним относительно равномерно гидродинамическим потоком основного циркуляционного контура. Средняя скорость в поверхностном слое потока жидкости обеспечивалась мелкопузырчатым аэратором, установленным в левом нижнем углу биореактора, и составляла 0,6–0,65 м/с. Удельная интенсивность аэрации водно-иловой смеси составляла 7,41 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·ч.

Водовоздушная регенерация ершовых водорослей покрытых иммобилизованным илом проводилась с помощью насоса по закольцованному трубопроводу. Вода для регенерации забиралась из биореактора и подавалась в форсунку под давлением 2,2 атм., выбрасывалась через сопло и смывала иммобилизованный ил с загрузки. Форсунка сконструирована таким образом, что при выходе из нее струя воды захватывает воздух и из сопла выбрасывается смесь воды с воздухом, благодаря чему увеличивается зона действия струи. Удельная интенсивность выбрасываемой струи воды составляла 55,72 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> ч, а удельная интенсивность воздушной регенерации – 21,76 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> ·ч.

Седиментацию плавающего ила на ершовую загрузку изучали после достижения в биореакторе квазистационарного процесса, который оценивался по практически постоянной величине освещенности, контролируемой люксометром. Люксометр устанавливали в зоне основного циркуляционного контура.

Зависимость концентрации свободно плавающего ила  $C_{СП}$  от времени осаждения  $t$  в объеме ершовой загрузки описывается математическим уравнением

$$C_{СП} = 2 \cdot 10^{-11} \cdot t^6 - 5 \cdot 10^{-9} \cdot t^5 + 6 \cdot 10^{-7} \cdot t^4 - 3 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 0,0009 \cdot t^2 - 0,0155 \cdot t + 0,2716.$$

Проводили несколько водо-воздушных регенераций при указанных выше удельных интенсивностях по воде и по воздуху и, контролируя процесс во времени, определяли концентрацию свободноплавающего ила в объеме ершовой загрузки и в основном циркуляционном контуре [4]. Концентрация иммобилизованного ила достигала максимального значения «0,69 г/дм<sup>3</sup>» при квазистационарном процессе осаждения ила на ерши и смывания его потоками основного циркуляционного контура перемещающимися со скоростью 0,65 м/с. На метр погонный ершовой загрузки приходилось 12,85 г



ила по сухому веществу из максимально возможных – 13,82 г/(мин · п.м.) при заданной дозе ила.

Показана динамика седиментации плавающего ила. При общей дозе ила в модели биореактора равной 0,75 г/дм<sup>3</sup>, доза свободно плавающего ила составляла после каждой из трех последовательных 30-секундных водовоздушных регенераций: 0,689 г/л; 0,678 г/л; 0,75 г/л.

Скорость осаждения плавающего ила на ершовую загрузку изменяется за один час более чем в 10 раз. Скорость изменения концентрации свободно плавающего ила после часового осаждения составляла 0,0029 г/(дм<sup>3</sup>·мин). Первые 10 минут после регенерации характеризуются максимальной скоростью седиментации 2,36 г/мин в модельном биореакторе объемом 0,08 м<sup>3</sup>, а после полуторачасовой седиментации процесс в первом приближении переходит в квазистационарный со скоростью 0,11 г/мин, что ~ в 20 раз меньше начальной скорости.

Изменение доли воздуха в водовоздушной регенерации ершовой загрузки оказало сильное влияние на эффективность удаления иммобилизованного ила с загрузки. Максимальная эффективность 96,4 % соответствовала водовоздушной регенерации с удельной воздушной интенсивностью регенерации равной 21,79 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч). Полное исключение воздуха в водовоздушной регенерации уменьшило эффективность удаления ила с ершовой загрузки до 61,4%. Уменьшение удельной воздушной интенсивности регенерации не оказало существенного влияния на кинетику последующей седиментации ила на ершовую загрузку. Изменение концентрации свободно плавающего ила во временном промежутке от 10 до 20 минут, после регенерации, происходило с постоянной скоростью 0,011 г/(дм<sup>3</sup>·мин), кроме опыта с интенсивностью воздушной регенерации равной нулю (регенерация осуществлялась только водной фазой).

Применение синтетической загрузки с иммобилизованным илом позволит запустить биологическую очистку КОС в минимальное короткое время с достаточной окислительной способностью. Для перевода иммобилизованного ила в свободноплавающий предлагается водовоздушной регенерацией загрузки интенсивностью 21,8 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) по воздуху и 55,7 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) по воде.

Применение плоскостной модели биореактора впервые позволило определить, что при слабо концентрированных водно-иловых смесях в пусковой период необходимо проводить регенерацию не реже, чем через 1,5–2 часа, или осуществлять постоянную газовую регенерацию, обеспечивающую минимально работоспособную дозу плавающего ила в биореакторе.

Следует отметить основную особенность работы биореактора с синтетической ершовой загрузкой – увеличение концентрации коагулированного активного ила в объеме ершовой загрузки и возможность использование его в нештатных ситуациях.

## Список цитируемой литературы

1. Пат. 2122983 РФ / Мухина Л.Б., Рыбошлыков А.Г. Способ получения стабилизированного инокулята ила и его хранение. Заявлено 11.01.1996. Опубликовано 10.12.1998. Приоритет 11.01.1996.
2. Springer Andrew. Loading for the immobilization of microorganisms in the biological cleaning of sewage systems . Water and Wastr Treat. 2007, 50, № 2, Pp. 22-23.
3. Кульков В.Н., Солопанов Е.Ю. Поверхность контакта фаз в аэробной очистке сточных вод: монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. – 144 с.
4. Кульков В.Н., Сосна В.М., Зеленин А.М. Определение концентрации свободно плавающего ила в биореакторе // Вода Madazine. – Москва, 2012. – № 3. – С. 44-46.

ГРНТИ 67.25.25  
УДК 712.3

Куроленко Алина Вадимовна\*, магистрант,  
Хохрин Евгений Викторович\*, к.т.н., доцент кафедры архитектурного  
проектирования.

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия

**К ПРОБЛЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ САДОВО-ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г.ИРКУТСКА**  
**ABOUT THE PROBLEM OF CONSTRUCTION A MODEL OF SPATIAL  
ORGANIZATION OF GARDEN AND PARK TERRITORIES IN THE  
IRKUTSK CITY**

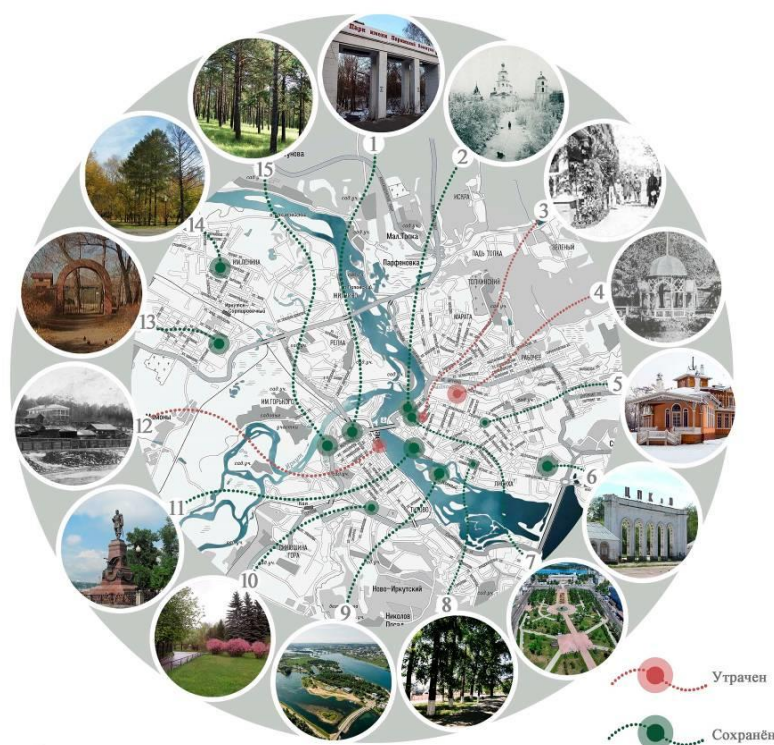
Аннотация. Проведен анализ современной ситуации и обзор проблем состояния садово-парковых пространств в условиях исторического города. Рассмотрены способы активизации утраченных архитектурно-планировочных и эксплуатационных ценностей территории. Намечены перспективы будущих исследований в построении модели пространственной организации садово-парковых территорий Иркутска.

Abstract. The analysis of the current situation and the review of problems condition of garden and park spaces in the conditions of the historical city are carried out. The ways of activation of lost architectural and planning, operational values of the territory are considered. The prospects of future research are outlined in the construction of a model spatial organization of the garden and park areas in Irkutsk.

Ключевые слова: ландшафтное проектирование, ревалоризация, малые архитектурные формы, сад, парк, городская среда

Keywords: landscape designing, valorization, small architectural forms, garden, park, urban environment

Исторический анализ главных садово-парковых пространств Иркутска позволил определить текущее состояние территорий. Часть садов и парков города были утрачены в ходе исторического развития города (сад Баснина, Интендантский сад, дача «Луна»), а часть не обеспечена в полной мере нормативно требуемой инфраструктурой (рис.1). Из чего был сделан вывод о неудовлетворительном состоянии садово-парковых пространств города и их недостаточном функционировании.



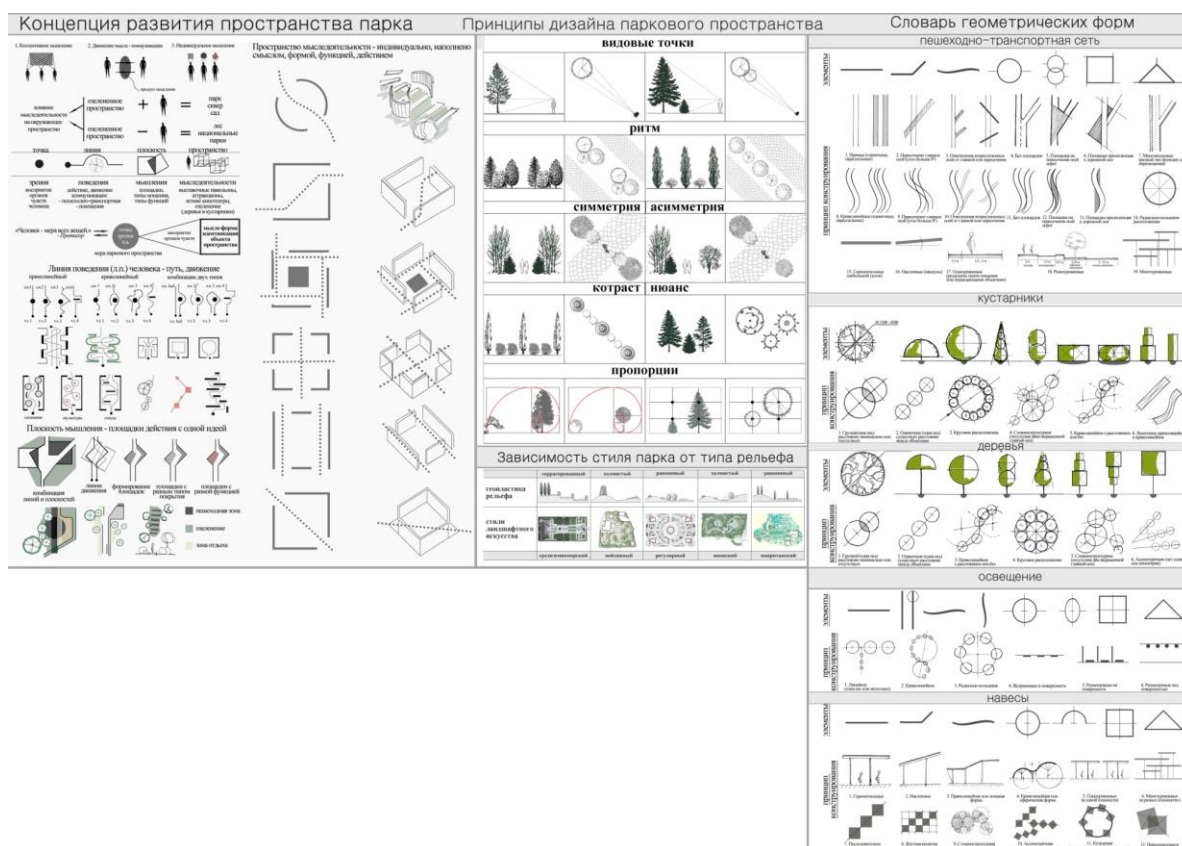
**Рис.1. Сводная схема месторасположения и состояния крупных озелененных территорий в г. Иркутске (авторский материал ВКР).** 1 – Парк им. Парижской коммуны, 2 – Сукачёвский сад, 3 – Сад Баснина, 4 – Интендантский сад, 5 – Роща на территории усадьбы В.П. Сукачёва, 6 – Иерусалимская гора, 7 – Площадь графа Сперанского, 8 – Тополиная аллея, 9 – Острова Конный и Юность, 10 – Ботанический сад ИГУ, 11 – Александровский сквер (территория бульвара Гагарина), 12 – Дача «Луна», 13 – Сад Томсона, 14 – Парк «Комсомольский» (ныне «Городской»), 15 – Кайская реликтовая роща

Для того, чтобы наметить пути повышения качества объемно-планировочных решений, был проведен анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования, что позволило сформировать принципы и методы организации городского ландшафта, выделить композиционные приемы, а также определить влияние рельефа на стилистику городских парков (рис.2).

В структуре крупных озелененных территорий Иркутска композиционные оси могут идти в разных направлениях, исходя из одной точки или пересекаясь с ней так, что их расположение, характер очертания и

т. д. составляют основу (каркас) архитектурного пространства. А место пересечения осей во многом определяют расположение композиционного центра и доминанты – площадки для проведения разных типов активного отдыха.

Разработанный словарь форм объектов дорожно-транспортной сети, озеленения, освещения и навесов позволяет гармонично компоновать разного рода функциональные объекты в пространстве, избегая конфликтных точек сопряжения (рис.2).



**Рис.2. Анализ формирования стилистических и пространственно-геометрических особенностей при создании объёмно-планировочной структуры парка (авторский материал ВКР)**

Сформирована программа реставрационной перестройки объекта проектирования с «оживлением» его архитектурных, композиционных и эксплуатационных ценностей называется ревалоризацией. Данная программа подразумевает пересмотр культурных ценностей объекта проектирования под влиянием исторических особенностей и современных требований.

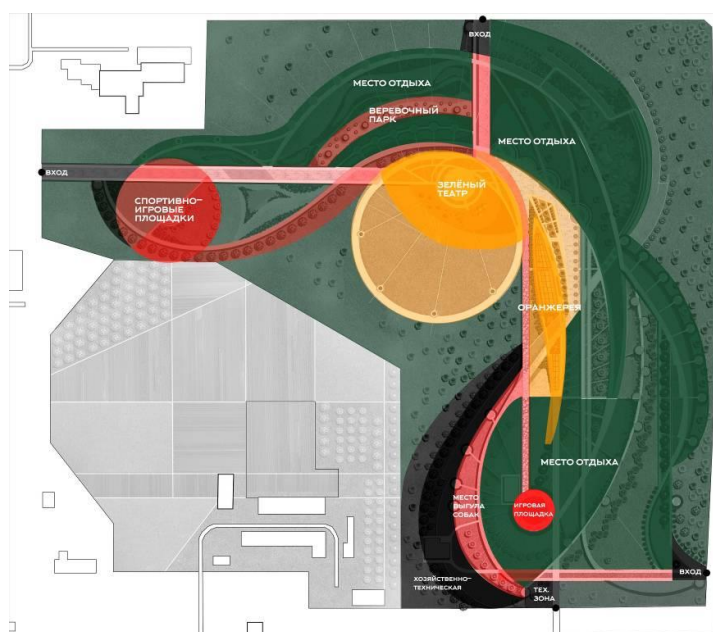
В ходе предпроектного анализа был выявлен ряд градостроительных проблем садово-парковых территорий на примере парка «Комсомольский» в городе Иркутске:

- влияние шума и выбросов со стороны промышленного предприятия ИАЗ;
- заболоченность почв;
- старение зеленого фонда;

- несоответствие функционального назначения исторически сложившегося садово-паркового пространства, и современных требований, как к парку развлечений оснащенными физически и морально устаревшими аттракционами;
- отсутствие в инфраструктуре парка полос для движения немеханического ТС (велосипеды, гироскутеры, сегвеи, самокаты и т.п.)
- отсутствие культурно-просветительских площадок для проведения городских мероприятий;
- отсутствие единого стиля малых архитектурных форм (МАФ), их недостаток и эксплуатационная непригодность существующих.

Эти проблемы были успешно решены в ходе экспериментального проектирования, с использованием методов ревалоризации садово-парковой среды, и заключаются в следующем:

1. Функциональное насыщение среды решается созданием культурно-просветительских площадок, выставочных павильонов, оранжереи и летнего кинотеатра со сценой для проведения лекций, семинаров, мастер-классов, кинопоказов и выступлений творческих коллективов.



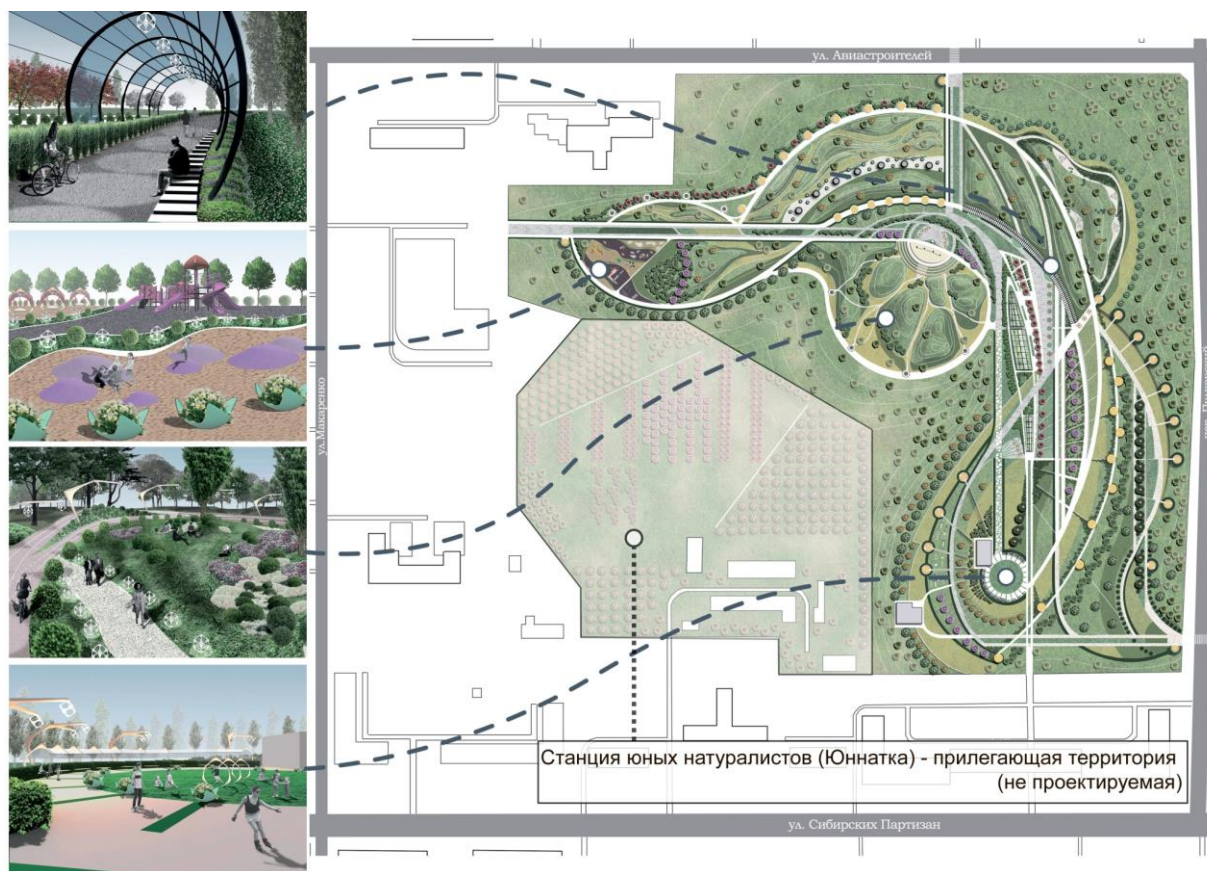
**Рис.3. Зонирование территории парка «Комсомольский» (авторский материал ВКР).** Зоны: красный – активная; оранжевый – научно-познавательная; зеленый – рекреация; серый – хозяйственно-техническая; черный – входная группа

Расположение данных научно-познавательных зон являются смысловым центром (ядром) парка (рис.3).

Устройство активных зон располагается на периферии парка – это спортивные и детские игровые площадки. Такое размещение зон позволит равномерно распределить нагрузку по всей территории парка, разрядив плотность центра и оттянув потоки на периферию.

2. Возвращение пластической выразительности ландшафта заключается в создании искусственных насыпей, покрытых полевыми

травами и цветами, что придаст пространству парка объемно-пластическую индивидуальность, открывая новые видовые точки с вершин на панораму парка (рис.4).

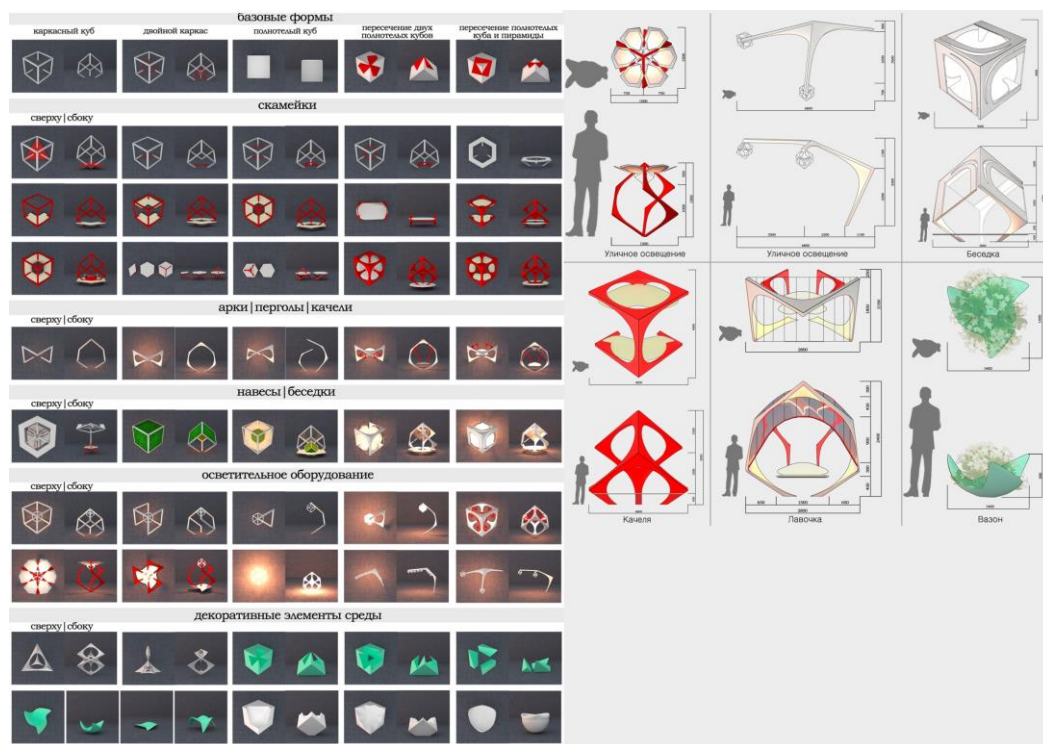


**Рис.4. Пластическая выразительность ландшафта генерального плана парка «Комсомольский» (авторский материал ВКР)**

Почвопокровные растения препятствуют выветриванию и заболачиваемости почв.

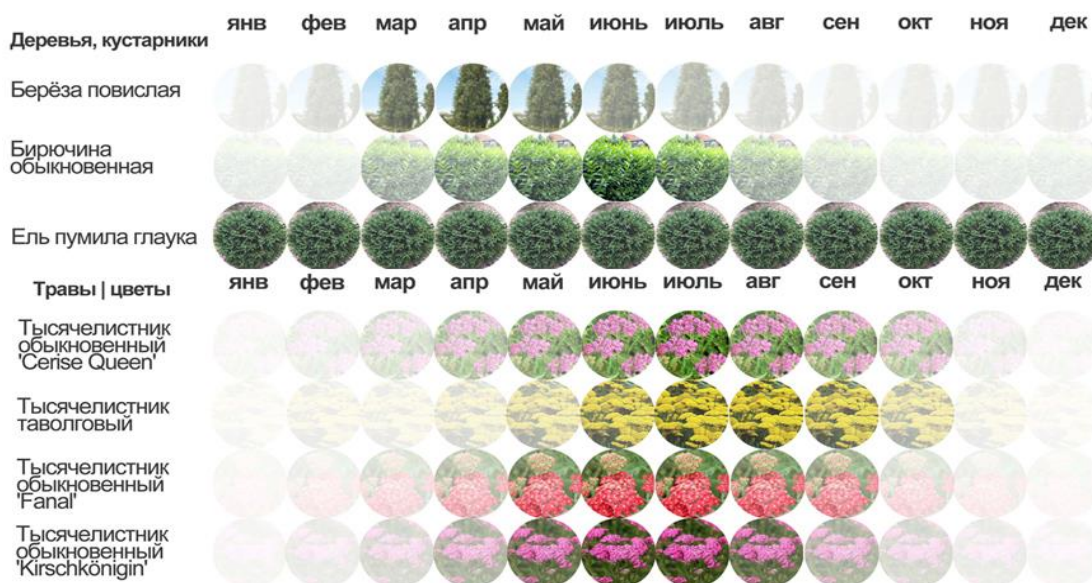
3. Разработанный каталог малых архитектурных форм (МАФ), позволяет разнообразить функциональное и элементное наполнение рекреационных зон, сохраняя единую стилистику и приемы формообразования в рамках общей концепции проекта (рис.5).

Базовым геометрическим элементом является куб. Модификации данной фигуры позволяют создать целый спектр малых архитектурных форм, различных по функции. Типология малых архитектурных форм была получена путём изменения конфигурации куба с помощью вращения, перемещения, сдвига, кручения и т.п.



**Рис.5. Объекты малых архитектурных форм – МАФ (авторский материал ВКР)**

4. Повышение качества зеленого фонда осуществляется подбором каталога молодых растений, высаживаемых на болотистых почвах с учетом климатической зоны. Деревья и кустарники задают ритм пространства парка, так как рельеф изначально – это равнина с незначительным уклоном (рис.6).



**Рис.6. Фрагмент каталога многолетних растений: деревья, цветы и травы (авторский материал ВКР)**

Снижается выветривание, вытаптывание и оскудение почв, образование пыли в сухое время года, и грязи в дождь и при таянии снега.

Календарь периода цветения растений позволяет определить смену цветового решения на территории парка в течение года.

Рассмотренные выше наиболее типичные противоречия и трудности в организации садово-парковых территорий Иркутска, выявлены в процессе проведенных исследований под руководством доцента кафедры архитектурного проектирования Хохрина Е.В. по теме выпускной работы Куроленко А.В., награжденной на XXVII Международном смотре-конкурсе лучших ВКР по архитектуре, дизайну и искусству в Волгограде дипломом 1 степени. По итогам данных исследований сформированы группы проблем, в рамках которых выстраиваются актуальные направления будущих исследований в построении модели пространственной организации садово-парковых территорий Иркутска: оптимизация инфраструктуры с добавлением смысловой нагрузки, создание пластической выразительности ландшафта, разработка стилистического разнообразия малых архитектурных форм, повышение уровня зеленого фонда с учетом почвенно-климатических условий.

#### **Список цитируемой литературы:**

1. Ботанический сад ИГУ. Иркутский государственный университет [Электронный ресурс] // Биоразнообразие: [сайт]. [2010]. URL: <http://bg.isu.ru/ru/science/biovariations.html> (дата обращения: 04.04.2018).
2. Бояркин В.М., Бояркин И.В. География Иркутской области (природа, население, хозяйство, экология): учеб.пособие.– Иркутск: Сарма, 2007.–С. 256.
3. Боговая И.О., Фурсова Л.М. Ландшафтное искусство [Электронный ресурс] //: Ландшафтная архитектура и зеленое строительство [сайт]. [2012]. URL: [http://landscape.totalarch.com/relief\\_and\\_geoplastic](http://landscape.totalarch.com/relief_and_geoplastic) (дата обращения: 25.05.2018).
4. Куроленко А.В. ВКР: «Ревалоризация парка «Комсомольский» в г. Иркутске» [Электронный ресурс] // Национальный цифровой ресурс Руконт: [сайт]. [2018]. URL: <https://rucont.ru/efd/656179> (дата обращения: 02.11.2018).
5. Об утверждении перечня выявленных объектов культурного наследия, расположенных на территории Иркутской области (утв. приказом службы по охране объектов культурного наследия Иркутской области от 14 февраля 2017 г. N 18-спр).
6. Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры. М.: Архитектура-С, 2003. 223 с. 2. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков, Строй-из- дат. Москва.1991. 340 с.
7. Поэзия садов: к семантике садово-парковых стилей. Сад как текст. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Согласие: ОАО «Тип. “Новости”», 1998. — 471 с.: ил.



ГРНТИ 67.53.17; 67.53.19  
УДК 628.27; 628.28

Макотрина Людмила Викторовна\*, к.х.н., доцент  
кафедры ИКиСЖ

Хаматаев Владимир\*, магистрант гр. ВВм-17-1.

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский  
технический университет», Иркутск, Россия.

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

*Аннотация:* Прочистка труб и трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения производится для профилактики, в случае аварии, а также при подготовке к санации или теледиагностике трубопроводов. Представлены различные виды оборудования, устройства и машины, предназначенные для очистки трубопроводов и оборудования систем водоснабжения и водоотведения.

Cleaning of pipes and pipelines of water supply and sanitation systems is carried out for prevention, in case of an accident, as well as in preparation for sanitation or telediagnosics of pipelines. Various types of equipment, devices.

*Ключевые слова:* оборудование для очистки труб, компактные спиральные устройства, электромеханические машины, ЗЕВС-Технологии, установка импульсная ультразвуковая, каналопромывочные машины; equipment for pipe cleaning, compact helical device, Electromechanical machine, ZEUS Technology, the installation of the ultrasonic pulse, sewer machine.

Прочистка труб и трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения производится как профилактическое или аварийное мероприятие, а также при подготовке к санации или теледиагностике трубопроводов. Для очистки труб применяются следующие методы: механические, химические, гидродинамические, импульсная очистка (пневмоимпульсная, электрогидроимпульсная, ультразвуковые, гидробародинамические).

### **Оборудование и машины для механической очистки**

Устройства механической очистки бывают с ручным, электро- или бензоприводом, приводящим во вращение гибкий вал (специальный трос, спирали или гибкие штанги), на конце которого размещена насадка (резак, «пила», лопатообразная насадка и др.). Существует ряд засоров, с которыми быстро и эффективно могут справиться только машины этого типа, например, инородные предметы в трубе (тряпки, пластиковые пакеты, проволока, корни деревьев, камни, обломки кирпичей, застывший цемент или прочно слежавшийся песок). Машины для механической очистки просты и недороги в эксплуатации и ремонте, а также неприхотливы в работе,

транспортировке и хранении. Машины способны работать при любых климатических условиях.

Механические машины применяются прежде всего для аварийной и профилактической прочистки труб, а также для подготовки к телеинспекции. Основные производители механических аппаратов для прочистки канализации: Rotenberger (Германия), General Pipe Cleaners (США), REMS (Германия).

*Оборудование фирмы «Rothenberger».* Концерн Rothenberger является производителем профессионального высококачественного оборудования для монтажа, ремонта и обслуживания любых типов труб (внутренних и наружных) диаметром до 1200 мм:

- ручной инструмент для прочистки труб диаметром до 100 мм на длину до 15 м;

- электромеханические спиральные машины для внутренних сетей диаметром до 150 мм на длину до 60 м;

- электромеханические спиральные и штанговые машины для наружных сетей диаметром до 600 мм на длину до 140 м;

Самым простым приспособлением является *вантуз*. Rothenberger выпускает специализированные вантузы, которые работают как насосы реверсивного принципа действия с различными насадками, приспособленными для сливов раковин, ванн, моек и унитазов.

*Компактные спиральные устройства ROSPI* или ручная машина 3S. ROSPI – это спираль в пластиковом барабане, который предотвращает образование грязи. Конструкция позволяет вращать барабан со спиралью вручную или при помощи дрели, проходя все изгибы и отводы в системе. При такой манипуляции спираль восстанавливает весь внутренний диаметр трубопровода. Спираль выполнена из автоматной стали. Для каждого типа засора необходимо применять свой тип *насадки*, т. к. универсальных насадок не существует.

*Электромеханические машины* для чистки внутренних и наружных трубопроводов диаметром до 600 мм на длину до 140 м. Прочистка производится с помощью *спиралей* различных диаметров, которые соединяются последовательно друг с другом специальным замком. Спираль заканчивается насадкой.

*Оборудование фирмы General Pipe Cleaners.* Линейка спиральных и штанговых прочистных машин позволяет очищать канализационные трубы, ливневку, шламопроводы, водостоки, дымоходы и сети водоснабжения диаметром от 15 до 600 мм. Главное преимущество – *спираль «Флексикор»*, созданная на основе стального морского троса, обвитого закаленной пружинной сталью.

*Аппараты с ручным приводом «Оса-миниPro» и «Оса-мини 400»* наиболее эффективны при выполнении небольших работ и используются домовладельцами и предприятиями с небольшой инфраструктурой труб – это автозаправки, гостиницы и прочее

*Электромеханический аппарат MR (мини-крот)* благодаря удобному размещению спирали в барабане производит любые работы в чистых помещениях, не боясь испачкать обстановку или оператора. Машина предназначена для предприятий ЖКХ, гостиниц, домов отдыха, промышленных предприятий, а также фирм, занимающихся очисткой труб.

*Секционный аппарат K-95* благодаря повышенной скорости вращения спирали не уступает барабанным аппаратам в эффективности прочистки засоров; меньший крутящий момент компенсируется более высокой скоростью вращения.

*Аппарат «Питон-Е»* с бензиновым мотором предназначен для прочистки труб диаметром 600 мм на длину до 150 м. в аппарате используются секционные спирали «Флексикор» или гибкие стальные шланги.

### **Оборудование для импульсной очистки**

Широко известна инновационная разработка компании ЗЕВС-Технологии, используемая на сотнях предприятий в России и за рубежом. Выпускается ряд модификаций установок ЗЕВС, различающихся назначением – от очистки внутридомовых систем отопления и водоснабжения, до восстановления дебета артезианских скважин. На основе этого метода компания ООО «ЗЕВС-ТРУБОПРОВОД» производит *электрогидроимпульсные установки «ЗЕВС»*. Принцип работы установки основан на использовании эффекта ударной волны, возникающей при высоковольтном разряде в жидкости, получивший название электрогидравлический эффект. Установки применяются для очистки *стояков* отопления, горячего и холодного водоснабжения.

*Установка импульсная ультразвуковая «ЗЕВСОНИК»* предназначена для предотвращения образования различных отложений на поверхностях теплообменной аппаратуры. Предотвратить этот процесс полностью невозможно, но вполне реально снизить уровень его последствий. С этой целью на базе ЗАО НФП «ВОСТОК ТОР» (центр «Торовые технологии») сотрудники ИРНТУ создали *устройство импульсной гидромеханической очистки трубопроводов*. Данный прибор состоит из гидромотора, механизма для создания ударных импульсов и рабочего инструмента для контакта с минеральными отложениями. Гидромотор преобразует энергию жидкости внутри трубы в энергию удара рабочего органа.

### **Оборудование для гидродинамической очистки труб**

Гидродинамические машины характеризуются высокой степенью очистки, производительности и экологической чистотой. Они универсальны, позволяют очищать не только внутренние поверхности труб, но и поверхности запорной арматуры и канализационных коллекторов. По сравнению с механическими, гидродинамические машины требуют от оператора более высокой квалификации, они сложнее в ремонте и обслуживании, нуждаются в ряде обязательных процедур каждый раз после окончания работ, перед транспортировкой и хранением.

*Высоконапорный аппарат M-2900* (фирмы General Pipe Cleaners) используется для очистки трубопроводов струей воды под давлением в 200 атм., расходуя в минуту 18,2 л. В аппарате применена уникальная система «вибра-пульс», которая за счет вибрации уменьшает трение между шлангом и трубой и обеспечивает прохождение шланга через любое число поворотов на длину до 60 м. Аппарат предназначен для водоканалов, промышленных предприятий и подрядчиков, занимающихся прочисткой трубопроводов.

Для прочистки магистральных трубопроводов необходимо *тяжелое каналопромывочное устройство*, установленное на шасси грузового автомобиля. Такие мощные установки являются полностью автономными и не требуют подключения к электроснабжению. *Промывочные агрегаты*, действие которых связано с применением гидродинамики, разделяют на два типа: портативная техника – с ее помощью проводится очистка трубопроводов внутренних и наружных сетей диаметром до 200 мм; специализированная техника – монтируется на базе грузовика или фургона, или размещается на автомобильном прицепе. С ее помощью можно успешно провести гидродинамическую промывку трубопроводов большого диаметра.

*Комбинированные установки – FlexLine*, совмещают функции промывки под высоким давлением и илососа, что позволяет произвести полное обслуживание сетей за один рабочий цикл. Установка предназначена для промывки трубопроводов различного назначения диаметром до 2 м, объем цистерны – от 7 до 14 м<sup>3</sup>. В России с 1997 года успешно работают уже более 80 комбинированных установок FlexLine различного объема и мощности.

*Установка MaskoFlex* разработана с целью снижения количества отходов и, следовательно, сокращения затрат на транспортировку и переработку различного рода отложений. Система обезвоживания удаляет воду из осадка на месте сбора и возвращает ее обратно.

ООО «БАЛТПРОЕКТ» является официальным дилером датской компании J. Hvidtved Larsen A/S (JHL), производителя современных и надежных *каналопромывочных машин* для очистки сетей объемом цистерны до 20 м<sup>3</sup>, на территории России и стран СНГ. Давление воды и мощность машины определяют ее применение. Например, для промывки канализации необходимо давление 100-200 бар (в сложных случаях до 500 бар), для прочистки трубопроводов водоснабжения – 350-500 бар, для подготовки трубопровода к санации методом ЦПП – 1000-1 500 бар. Мощность аппарата и соответствующий расход воды определяют максимальный диаметр очищаемого трубопровода.

Основные производители в секторе сверхвысоких давлений (от 1000 до 3500 атм.): Gardner Denver (США), Hammelmann (Германия), Woma (Германия). Основные производители в секторе средних давлений: Falch (Германия), Woma (Германия), Z-Техно (торговая марка "Посейдон", Россия), Dynajet (Германия).

Основные, известные в России, производители в секторе низких давлений (каналопромывочная техника): в секторе машин большой мощности (для труб диаметром до 2500 мм): Дорком-техника (Россия), Коммаш (Россия), Kroll (Германия), Vaccon (США) в секторе машин малой и средней мощности (для труб диаметром до 800 мм):

### **Оборудование для удаления накипи в трубах химической промывкой**

Отложения в трубах, возникающие из-за содержащихся в воде солей кальция и магния, – наиболее распространенная проблема, с которой приходится сталкиваться в быту и в промышленности. Метод химической промывки широко используется для удаления отложений с внутренних поверхностей нагрева котельного оборудования, трубопроводов теплообменного оборудования, для удаления накипи в системах отопления. Для проведения химической промывки используется устройство, состоящее из химического насоса, емкости для специальной жидкости и шлангов. Специальная продукция фирмы Rothenberger для химической промывки – устройство *ROCAL 20* – быстрое, чистое и эффективное решение для очистки от накипи нагревательных змеевиков, теплообменников, систем охлаждения и бойлеров, а также отдельных сегментов крупных систем.

Таким образом, для прочистки труб, трубопроводов и оборудования в зависимости от того, для чего необходима очистка (для профилактики, в случае аварии, а также при подготовке к санации или теледиагностике трубопроводов) применяются различные методы и оборудование зарубежных и отечественных фирм.

### **Список цитируемой литературы**

1. <http://barnaul7.ru/mes1002.html> (01.11.2018).
2. <http://kanalizacijam.ru/prochistka-naruzhnoj-kanalizacii.html> (01.11.2018).
3. <http://trubamaster.ru/prochistka/gidrodinamicheskaya-prochistka-kanalizacii.html> (01.11.2018).
4. <http://www.spicom.ru/krotminimr.htm> (01.11.2018).
5. <http://www.zevs-irp.ru/ru/new-possibilities> (01.11.2018).
6. <http://www.zevs-r.ru/works/ochistka-i-diagnostika-kanalizazii> (01.11.2018).
7. <http://www.z-tec.ru> (01.11.2018).
8. <http://xn--80abbpzevhdgogf.xn--p1ai/> (01.11.2018).
9. Волобуев Д. А. Современные методы прочистки труб. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2051](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2051) (01.11.2018).
10. Комбинированные каналопромывочные установки <https://www.gkh.ru/news/65637-kombinirovannye-kanalopromyvochnye-ustanovki> (01.11.2018).

11. Очистка трубопроводов. [http://www.varm.org/tech\\_ochistka.html](http://www.varm.org/tech_ochistka.html) (01.11.2018).

ГРНТИ 67.53.17; 67.53.19

УДК 628.27; 628.28

Макотрина Людмила Викторовна\*, к.х.н., доцент кафедры ИКиСЖ

Хаматаев Владимир\*, магистрант гр. ВВм-17-1.

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

*Аннотация:* Трубопроводы различных систем со временем засоряются, на них образуются отложения, нарастает накипь, осаждаются ил и т. д. Это понижает эффективность работы систем. Поэтому требуется их прочистка. Для этого применяются следующие методы: механические, химические, гидродинамические, импульсная очистка, гидробародинамические.

Pipelines of various systems eventually clogged, they form deposits, scale increases, sludge is deposited, etc. This reduces the efficiency of the systems. Therefore, their cleaning is required. The following methods are used: mechanical, chemical, hydrodynamic, pulse cleaning, hydrobarodynamic.

*Ключевые слова (на русском и английском языках):* трубопроводы, механическая очистка, химическая очистка, гидродинамическая очистка, импульсная очистка, гидробародинамическая очистка, водопроводы, канализационные сети; pipelines, mechanical cleaning, chemical cleaning, hydrodynamic cleaning, pulse cleaning, hydrobarodynamic cleaning, water pipelines, sewerage system

Трубопроводы различного назначения (газо- и водопроводы, канализационные сети и т. д.) являются «кровеносными сосудами» любого города. Главное требование к любому трубопроводу – надежность и долговечность. Со временем трубы, особенно канализационные, засоряются: образуются отложения, нарастает накипь, осаждаются ил и т. д. Засоры в сетях могут быть вызваны: илистыми отложениями; застрявшей ветошью, тряпками и прочим текстилем; жировыми отложениями; листвой; корнями деревьев, пластиковыми бутылками и другим мусором; отложениями на стенках труб (ржавчина, хлопья и т. д.); кирпичами, камнями, бетонными пробками.

Появление отложений объясняется: нарушениями уклона, допущенными при укладке труб; попаданием предметов, которые не могут быть перемещены водным потоком; нарушением гидравлического режима; продолжительной эксплуатацией системы без проведения очистки.

Сокращение внутреннего сечения с появлением наростов на стенках понижает эффективность работы системы: увеличиваются затраты на тепло и электроэнергию; уменьшается пропускная способность трубы; увеличивается расход воды; снижается температура в здании; трубы преждевременно изнашиваются и разрушаются; возрастает число внеплановых ремонтов. Более того, интенсивность процесса загрязнения стремительно возрастает, происходит накопление газовых образований, угрожающих целостности конструкции и опасных для человеческого здоровья. Поэтому требуется прочистка сетей.

Прочистка труб и трубопроводов производится как профилактическое или аварийное мероприятие, и подготовка к санации или теледиагностике трубопроводов.

Для очистки труб применяются следующие *методы*:

- механические,
- химические,
- гидродинамические,
- импульсная очистка (пневмоимпульсная, электрогидроимпульсная),
- ультразвуковые,
- гидробародинамические.

*Механическая очистка* – очистка механическим рабочим органом (скребком, шарошкой, фрезой, насадкой, щеткой и т. п), размещаемом на гибком валу или протаскиваемом лебедкой тросе.

*Химическая очистка* – очистка химическими реактивами.

*Гидродинамическая очистка* – очистка струей воды высокого давления. Современные машины способны развивать давление до 3500 бар (кг/см<sup>2</sup>).

*Импульсная очистка* (электрогидроимпульсная, пневмоимпульсная, взрывная) – очистка за счет создания локального импульса электроразрядом, пневмоклапаном или зарядом тротила.

*Гидробародинамическая очистка* – технология, использующая воздействие нескольких физических факторов.

### **Механическая очистка**

Если необходимо срочно устранить засор, не промывая всю систему в целом, используется механическая прочистка канализации. То есть, в этом случае, на засор воздействуют твердым предметом. Для внутренних систем канализации чаще всего, используется *сантехнический тросик или шланг*.

Для подготовки трубопроводов к санации применяются протаскиваемые лебедкой *скребки и щетки* соответствующего диаметра.

Механические аппараты, использующие *стираль* или *штанги*, применяются чаще всего для аварийной и профилактической прочистки сетей канализации.

*Достоинствами* этого способа очистки являются: минимальный объем подготовительных работ, экологическая чистота и невысокая стоимость оборудования.

Основные *недостатки* механической очистки: при помощи механических аппаратов нельзя добиться высокой степени очистки, на стенках всегда остается небольшая часть отложений. Почти невозможно очищать сложные трубные системы (с отводами, множеством поворотов, запорной арматурой). Длина очищаемых участков обычно не более 90 м для спиральных и 150 м для штанговых машин. Механика не всегда хорошо справляется с особо прочными загрязнениями, такими как накипь.

### **Химическая очистка**

Химическая очистка достаточно сложна, однако она незаменима в случаях, когда конфигурация труб неудобна для механической, гидродинамической и электроимпульсной очистки или доступ к объекту очистки затруднен по разным причинам (объект на высоте, отсутствует доступ во все помещения здания, объект находится в условиях, где невозможно присутствие человека и т. п.).

Современные технологии химической очистки разных видов трубных систем позволяют решать задачи очистки: систем отопления зданий; систем питьевого водоснабжения; трубопроводов прочих назначений; котлов всех типов, в т. ч. котлов-утилизаторов; теплообменных аппаратов.

При работе используются более десяти видов реагентов, в том числе составы, сертифицированные для применения на питьевом водоснабжении. При необходимости производится разогрев моющего состава в мобильных компактных котлах, входящих в стандартное оснащение бригады. После очистки проводится пассивация для нейтрализации активного вещества.

*Достоинства* метода химической очистки: применение новейших ингибиторов предотвращает повреждение металла, а иногда поверхность металла подвергается фосфатации, что препятствует дальнейшему образованию накипи и коррозии; химическая обработка может производиться на трубных системах с конфигурацией любой сложности, что особенно ценно при очистке котлов и теплообменников; химическая обработка может производиться на трубах практически любой длины и диаметра; с помощью правильно подобранных реагентов могут быть полностью удалены отложения любой твердости и состава.

*Недостатки* метода химической очистки: потенциальная экологическая опасность (необходимо внимательно следить за возможными утечками, а также тщательно нейтрализовать и утилизировать отработанные реагенты); химическая очистка требует длительной и квалифицированной подготовки, начиная с химического анализа отложений и подбора реагента, до врезки в систему дозаторов; узкая специализация реагентов не позволяет очистить трубу от разнородных отложений за один проход; невозможно прочистить полностью забитые трубы и трубы с большим количеством загрязнений; стоимость такой очистки обычно гораздо выше любой другой.

Химическая очистка может применяться в качестве окончательной в комбинации с механической, гидродинамической или импульсной технологией, что дает универсальность и высочайшую степень очистки



поверхности. Для очистки трубопроводов химический метод не может применяться широко.

### **Гидродинамическая прочистка**

Гидродинамическая технология применяется для аварийной и профилактической промывки трубопроводов и для конечной их очистки перед санацией. Гидродинамический метод очистки является одним из наиболее эффективных и безопасных. Его успешно применяют для прочистки не только канализации, но и трубопроводов другого назначения – водопровода, системы отопления и пр. Распространение компактных высокопроизводительных агрегатов сделало возможным быстрое проведение гидродинамической промывки труб диаметром 50-1000 мм.

Очистка канализации гидродинамическим способом позволяет быстро восстановить работоспособность инженерной сети с помощью поданного в трубопровод под высоким давлением водного потока. Рабочим органом гидродинамической системы очистки является *высоконапорная водяная струя*, разбивающая и уносящая из трубы загрязнения. Струя формируется при помощи специальной *насадки*, одеваемой на конец шланга высокого давления, который протягивается сквозь засоренную трубу. В зависимости от типа насадки технология позволяет не только очищать внутренние поверхности трубы, но и пробивать глухие и достаточно прочные засоры. Применение так называемых турбинных или роторных насадок существенно усиливает воздействие высоконапорной струи, повышая степень очистки и уменьшая время проведения работ.

Гидродинамический метод очистки подходит для труб, изготовленных из самых разных материалов. Более того, очищенный при помощи этого метода трубопровод, меньше подвержен повторному загрязнению.

Гидродинамическая очистка канализации не требует значительного расхода воды. В течение одной минуты расходуется, по обыкновению, для прочистки канализации гидродинамикой: внутренней бытовой сети – 15-20 литров; наружной бытовой сети – 30 литров.

Гидродинамическая промывка канализационных систем промышленных объектов, естественно, связана со значительно большим расходом воды.

### **Импульсная очистка**

В данной группе технологий наибольшее распространение получили *электрогидроимпульсный* и *гидропневмоимпульсный* методы очистки.

Принцип действия электрогидроимпульсных установок основан на использовании энергии электрического разряда в воде. Электрический разряд на конце рабочего кабеля приводит к образованию ударной волны, которая разрушает практически любые виды накипи и отложений.

*Достоинства* электрогидроимпульсного метода: универсальность; высокая скорость производимой очистки, отсутствие долгих подготовительных работ; экологическая чистота, небольшое количество расходных материалов; максимальный эффект в борьбе с твердыми

отложениями; оборудование простое в работе, надежное и не требует сложного ухода; позволяет производить полную очистку труб любой конфигурации, в том числе радиаторов отопления, что недоступно большинству других методов.

### **Гидробародинамическая очистка**

Гидробародинамические поршни применяются для очистки любых напорных трубопроводов диаметром от 100 до 2500 мм. Поршень движется в очищаемом трубопроводе в потоке перекачиваемой жидкости, в результате чего возникают механические и гидравлические факторы очистки. Расстояние между точками запуска и приема поршня может достигать десятков километров. Разрушенные отложения смываются вперед потоком воды и выносятся из трубопровода.

Основное достоинство – очень широкий диапазон применений, среди которых очистка: водопроводов, теплотрасс, напорной канализации, продуктопроводов в нефтепереработке, нефтехимии, трубопроводов внутри объектов (печи подогрева нефти, системы охлаждения) и т. д.

С помощью гидробародинамических поршней можно очищать трубопроводы диаметром от 100 до 2500 мм, участками длиной до десятков километров за один проход. Максимальная длина очищаемого участка зависит лишь от степени загрязненности трубопровода. Поршни могут преодолевать повороты трубы до 90°, при радиусегиба от одного диаметра. Прочность удаляемых отложений: до 2 по шкале Мооса.

На длинных магистральных водопроводах и нефтепроводах гидробародинамическая технология не имеет конкурентов. Это оптимальный способ максимально быстро и качественно очистить километры труб. Однако применять этот способ очистки имеет смысл лишь на достаточно протяженных участках трубы (от сотен метров), т. к. он достаточно сложен и дорог.

### **Список цитируемой литературы**

1. <http://barnaul7.ru/mes1002.html> (01.11.2018).
2. <http://kanalizacijam.ru/prochistka-naruzhnoj-kanalizacii.html> (01.11.2018).
3. <http://trubamaster.ru/prochistka/gidrodinamicheskaya-prochistka-kanalizacii.html> (01.11.2018).
4. <http://www.spicom.ru/krotminimr.htm> (01.11.2018).
5. <http://www.zevs-irp.ru/ru/new-possibilities> (01.11.2018).
6. <http://www.zevs-r.ru/works/ochistka-i-diagnostika-kanalizazii> (01.11.2018).
7. <http://www.z-tec.ru> (01.11.2018).
8. Волобуев Д. А. Современные методы прочистки труб. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2051](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2051) (01.11.2018).

ГРНТИ 67.53.17; 67.53.19

УДК 628.14; 628.24

Макотрина Людмила Викторовна\*, к.х.н., доцент кафедры ИКиСЖ

Панькин Алексей Николаевич\*, магистр гр. ВВм-18-1

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ЗАКРЫТЫЕ СПОСОБЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ. НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ**

Приведён обзор методов прокладки инженерных коммуникаций закрытым способом. Представлена нормативная база, регулирующая принятие технических решений в данной сфере.

Covered ways of building engineering communications. standard regulation, comparison of methods

The article review of engineering communications laying methods is given. Presents the regulatory framework governing the adoption of technical solutions in this area.

*Ключевые слова: инженерные коммуникации; труба; закрытый способ прокладки; ГНБ; прокол.*

*Keywords: engineering communications; pipe; covered way of building; HDD; tapping.*

Интенсивный рост городов без принятия долгосрочных стратегий развития территорий и их реализации на практике для создания условий развития коммуникаций различного назначения приводит к затруднениям при принятии решений в осуществлении проектной деятельности для выбора трассировки вновь строящихся и реконструируемых инженерных сетей. Возникают ситуации, когда стесненные условия строительства делают невозможным осуществление прокладки или реконструкции водонесущих коммуникаций классическим открытым способом строительства.

*Открытый способ* подразумевает непосредственное извлечение объема земли над трубопроводом на ширину, продиктованную естественным углом откоса грунта и глубиной заложения. Как следствие, влечет за собой необходимость в демонтаже и последующем восстановлении элементов благоустройства и инфраструктуры либо устройство поддерживающих конструкций для пересекаемых коммуникаций. Это делает невозможным эксплуатацию дорог, проездов, пешеходных путей или данный способ невозможен при пересечении водных преград. В случаях экономической нецелесообразности или отсутствия технической возможности прокладки открытым способом применяют закрытый способ производства.

*Суть закрытого метода* в строительстве подземных сооружений без вскрытия земной поверхности над ними.

При выборе проектных решений и методов устройства должен оцениваться сопоставимый опыт строительства, в первую очередь в аналогичных грунтовых условиях. Для их определения выполняются *инженерно-геологические изыскания*, которые должны содержать:

- выбор наиболее эффективных способов, технологий и оборудования для строительных работ;
- прогнозирование геотехнических рисков, выполнение прогноза изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий территории;
- технико-экономические расчеты по выбору оптимальных вариантов трассы и методов строительства подземных коммуникаций.

Расстояние между инженерно-геологическими скважинами по трассе строительства подземных коммуникаций принимается не более 25 м.

Глубина инженерно-геологических скважин и точек статического (динамического) зондирования по трассе строительства подземных коммуникаций составляет на 2 м ниже предполагаемой глубины заложения трубопровода.

*Основанием для разработки проекта* служат:

- отчеты об инженерных изысканиях (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических);
- инженерно-цифровая модель местности (плана) с отображением подземных и надземных сооружений;
- отчеты о техническом обследовании существующих сооружений окружающей застройки в зоне влияния строительства;
- результатов стационарных наблюдений и мониторинга (при строительстве на территориях с проявлениями опасных инженерно-геологических процессов);
- технические условия, выданных эксплуатирующей организацией;
- специальные технических условий для разработки проектной документации (при наличии).

Учет особенностей применяемого подрядными организациями оборудования, технологии и метода производства работ накладывает *ограничения в процессе проектирования*, а именно:

- выбор материала основной трубы для протаскивания как с использованием футляра, так и без;
- расстановка колодцев или котлованов для размещения оборудования с учетом допустимого и оптимального радиуса кривизны буровых штанг на участках понижения и подъема скважины при использовании метода ГНБ;
- обеспечение технической возможности операторам установок бурения или прокола выдерживать минимальные расстояния в свету от пересекаемых коммуникаций.

При составлении технической документации должен осуществляться выбор оптимальной технологии и способа прокладки коммуникации совместно с монтажной организацией для разработки проекта организации строительства с учетом технических возможностей и паспортных характеристик оборудования для производства работ, которое есть в наличии у монтажной организации.

Так в практике реконструкции и строительства новых систем водоснабжения и водоотведения г. Иркутска [7] широкое применение находят трубопроводы, выполняемые из полимерных материалов. Как отмечает автор статьи, полиэтиленовая труба идеально подходит для применения в бестраншейных технологиях горизонтально-направленного бурения и технологии разрушения существующей с одновременным протаскиванием новой. Деформационные характеристики полиэтиленовых труб позволяют до малых диаметров (Ду63) поставлять их в бухтах и прокладывать трубы на трассах с поворотами, что является неосуществимым с применением труб из других материалов. Трубопроводы больших диаметров монтируются из отрезков, поставляемых на строительную площадку для последующей стыковой сварки и также позволяют выполнять радиусные повороты трассы.

Для защиты основных водонесущих труб от истирания стенок и повреждения при протаскивании без футляра могут применяться трубопроводы с защитными покрытиями, такими, как Мультипайп Протект из полиэтилена. В таких трубах наружная защитная оболочка выполняется по техническим условиям 22.21.21-019-73011750-2018 из минералонаполненного полипропиленового композита, а в качестве основной трубы используется полиэтиленовая труба, выполняемая по ГОСТ 18599-2001.

Подземные коммуникации должны проектироваться и строиться таким образом, чтобы негативное влияние от их строительства и эксплуатации на окружающую среду и застройку было минимальным и не превышало предельных значений [1].

К наиболее часто встречающимся негативным последствиям относится осадка поверхности грунта (Рис. 1), вызванная разницей внутреннего диаметра бурового канала и внешним диаметром протаскиваемой трубы.

Расчет осадок поверхности грунта приведен в [3], где рекомендуется использовать численные методы моделирования и сертифицированные расчетные программы, а для снижения осадки предусматривать проектом дополнительные мероприятия, такие как: уменьшение зазора между трубой и буровым каналом, увеличение глубины заложения трубопровода, прокладка в более плотных слоях грунта, заполнения околотрубного пространства раствором.

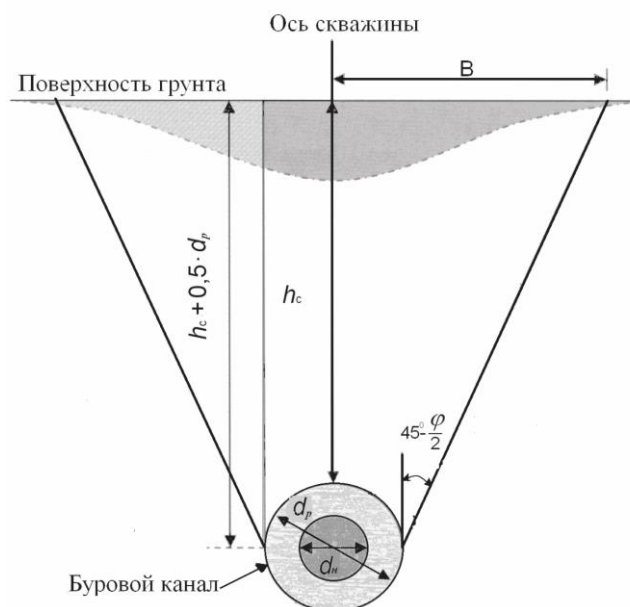


Рис. 1. Расчетная схема для определения осадки грунта при осуществлении прокладки трубы методом горизонтального направленного бурения.

В случаях пресечения ж/д или автодорог, где не допускается осадка грунта и передача механического воздействие на водонесущую коммуникацию предпочтительно применение метод прокола с использованием стального футляра.

Данный метод прокладки трубопроводов описан в [4, 5, 6] и позволяет осуществлять проходку под препятствиями без риска, вызванного осадкой поверхности грунта. К недостатку технологии можно отнести то, что довольно проблематично выполнить наружный слой антикоррозионной изоляции стального футляра и гарантировать его качество, так как при прокалывании на внешнюю стенку будет оказываться истирающее воздействие от частиц грунта.

В этом случае целесообразно использовать электрохимическую защиту для стальных труб с применением изнашиваемых анодов. Такая технология энергозависима и требует контроля за состоянием анодов, однако для защиты футляров при пересечении железных дорог данный способ предпочтителен. В случае отсутствия источников электрической энергии может применяться протекторная защита, выполняемая из более электроотрицательного металла, чем сталь. Электрический ток образуется в результате работы гальванической пары «протектор – стальной трубопровод». Протектор, как и анод, изнашивается, защищая основной металл, поэтому требуют осмотра и замены.

Следующим важным различием применяемых технологий является то, что метод прокола может применяться только для проходки прямолинейных участков, длина которых ограничивается плотностью грунтов и мощностью домкратов, развивающих усилие при погружении футляра в толщу грунта. Горизонтальное направленное бурение может осуществляться по

криволинейной траектории, длина которого ограничивается суммарной длиной буровых штанг и возможностью осуществления технологического контроля за соответствием фактического положения бурового канала проектным отметкам и положению в плане. Как правило, буровые установки располагаются на поверхности земли и для устройства подземного бурения технологией производства работ предусматриваются участки опуска бурового канала и его подъема на поверхность. Учитывая стесненность условий строительных площадок выгодно, чтобы эти расстояния в плане были минимальными. Однако, эти размеры определяются допустимым радиусом кривизны буровых штанг и являются не произвольной величиной.

При составлении проектов производства работ проектная организация должна обладать информацией о применяемом оборудовании и минимальном радиусе изгиба для указания на плане границ участков опуска и подъема бурового канала. Данные участки являются технологическими, а на их границах между ними устаиваются камеры или колодцы для доступа к прокладываемой трубе. Технология прокола не обеспечивает возможности прокладывать трубопровод по криволинейной траектории в той степени как это позволяет технология направленного бурения, тем не менее это может быть полезно для трубопроводов, прокладка которых по требованиям нормативной документации должна осуществляться строго прямолинейно.

К достоинству метода прокола можно отнести компактность домкратной части установки и возможность осуществлять прокол секциями непосредственно располагая оборудование в камере или колодце на проектных отметках. В данном методе производства исключаются непроизводительные участки опуска и подъема траектории прокладываемого трубопровода, а сборка секций стального футляра осуществляется по месту по мере продвижения в грунте.

*Выводы.* Для решения задач развития инженерной инфраструктуры городов и населенных пунктов при составлении проектов актов выбора трасс в первую очередь должны исчерпаны возможности по реконструкции существующих трубопроводов описанными методами для сохранения существующих коридоров трасс. Это позволит сократить время строительства, сохранить существующую топологию сетей и позволит выполнять работы с наименьшими неудобствами для в стесненных условиях плотной городской застройки. Для этого инженерные работники проектных организаций должны быть информированы и готовы предлагать подрядным организациям оптимальные технические решения прокладки инженерных коммуникаций в разнообразных геологических и технических условиях.

### **Список цитируемой литературы**

1. СП 249.1325800.2016 Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способом. / Минстрой России. – М.: 2016. – 98 с.

2. СП 341.1325800.2017 Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением. / Минстрой России. – М.: 2017. – 145 с.
3. СТО НОСТРОЙ 2.27.17-2011 Прокладка подземных инженерных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения. / Москва. – 2012. – 134с.
4. Типовой проект 901-9-6 Переходы трубопроводами под железнодорожными путями на станциях и перегонах и под автомобильными дорогами. / Мосгипротранс. – 1962.
5. Типовая технологическая карта Строительство переходов магистральных трубопроводов диаметром 530-1020 мм под дорогами методом горизонтального бурения, прокладка защитного футляра. / ЦНИИОМТП. – 1992.
6. Типовые технологические карты Альбом 09.09 Бестраншейная прокладка труб. / Госстрой СССР. – 1975.
7. Куртин А. В. «Применение полимерных труб в системах водоснабжения и канализации города Иркутска» // Водоснабжение и санитарная техника. №11. 2017.

УДК 628.3, 628.4

ГРНТИ 67.53

Мельников Илья Владимирович\*, магистрант группы ВВм-18-1  
Василевич Эльвира Эрнстовна\*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ  
Пельменёва Наталья Дмитриевна\*

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД (ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ (ПОВЕРХНОСТНЫЕ, ПОДЗЕМНЫЕ) СТОЧНЫЕ ВОДЫ, ВОДНЫЕ ВЫТЯЖКИ) С ПОМОЩЬЮ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Аннотация: статья посвящена актуальности определения токсичности различных сред с помощью биотестирования, что в последнее время является весьма актуальным, в связи с экологической ситуацией, сложившейся по последние годы.

Ключевые слова: биотестирование, биоиндикация, токсичность, загрязнение, метод, тест-объект.

Abstract: the article is devoted to the relevance of determining the toxicity of various sub-stance using biotesting, which in recent years is very relevant, in connection with the environmental situation that has developed in recent years.



Key words: biotesting, bioindication, toxicity, pollution, method, test object.

В последнее время весьма актуальными являются наблюдения за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенными причинами. Система этих наблюдений и прогнозов составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще применяется и используется достаточно эффективный и недорогой способ мониторинга среды – биоиндикация или биотестирование.

Биотестированием называется метод определения степени токсического воздействия физических, химических и биологических факторов среды, потенциально опасных для живых организмов данной экосистемы.

Его проводят для определения острой и хронической токсичности питьевых, природных (грунтовых и поверхностных), сточных вод, с целью проверки соответствия качества нормативным требованиям, а также водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, строительных конструкций и отходов в лабораторных условиях. Результаты биотестирования учитывают при установлении величин нормативно допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты.

Метод, наряду с физико-химическими, применяется при установлении нормативных требований к качеству вод, при проведении экологического контроля за соблюдением нормативов допустимых сбросов химических веществ в водные объекты, нормативов допустимых воздействий хозяйственной и иной деятельности на водные объекты, осуществлении государственного экологического мониторинга за состоянием водных объектов в районах расположения источников антропогенного воздействия, проведении оценки изменения состояния водных экосистем, биоценозов.

Химический состав природных вод представляет собой сложный комплекс растворенных газов, различных минеральных солей и органических соединений. Интенсивное использование природных вод существенно влияет на количественные показатели водных объектов – изменяет водный баланс, гидрологический режим и особенно качество воды. Внутренние водоемы загрязняются сточными водами различных отраслей промышленности (металлургической, нефтеперерабатывающей, химической и др.), сельского и жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностными стоками. Основными источниками поступления загрязняющих веществ в водные объекты являются промышленные, бытовые, сельскохозяйственные сточные воды, поверхностный сток с территорий заводов. Загрязнители делятся на биологические (органические микроорганизмы), вызывающие брожение воды; химические, изменяющие химический состав воды; физические, изменяющие ее прозрачность (мутность), температуру и другие показатели. Биологические загрязнения попадают в водоемы с бытовыми и промышленными стоками, в основном предприятий пищевой, медикобиологической, целлюлозно-бумажной промышленности. Например,

целлюлозно-бумажный комбинат загрязняет воду так же, как город с населением 0,5 млн чел.

Функционирующая в стране система контроля источников загрязнения водных объектов и состояния качества природных вод основана на надзоре за соблюдением водопользователями установленных нормативов качества сточных вод на выпусках и природных вод в створах смешения со стоками. Наибольшую опасность при загрязнении вод создают ядохимикаты и тяжелые металлы, с трудом выявляемые из-за очень низкой концентрации, но способны постепенно накапливаться в организме, вызывая многочисленные нарушения здоровья при потреблении воды. Большинство из них растворимы в воде и могут попадать в организм, где взаимодействует рядом ферментов, подавляющих их активность. Даже малое их количество могут вызывать тяжелые физиологические и неврологические нарушения в организме.

Биологические загрязнения оценивают биохимическим потреблением кислорода – БПК. БПК<sub>5</sub> – это количество кислорода, потребляемое за 5 суток микроорганизмами-деструкторами для полной минерализации органических веществ, содержащихся в 1 л воды. Нормативное значение БПК<sub>5</sub> = 5 мг/л. Реальные загрязнения сточных вод таковы, что требуют значений БПК на порядок больше. Химические загрязнения поступают в водоемы с промышленными, поверхностными и бытовыми стоками. К ним относятся: нефтепродукты, тяжелые металлы и их соединения, минеральные удобрения, пестициды, моющие средства.

Чтобы произвести анализ воды, воздуха или почвы, нет смысла использовать дорогостоящее оборудование. Ведь все что нужно знать, показывают обитатели этих природных сред – тест-объекты или биотестеры.

Тест-объекты – организмы, используемые при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов и др. Тест-объекты, по определению Л.П. Брагинского - "датчики" сигнальной информации о токсичности среды и заменители сложных химических анализов, позволяющие оперативно констатировать факт токсичности (ядовитости, вредности) водной среды ("да" или "нет"), независимо от того, обусловлена ли она наличием одного точно определяемого аналитически вещества или целого комплекса аналитически не определяемых веществ, какой обычно представляют собой сточные воды. Тест-объекты с известной степенью приближения дают количественную оценку уровня токсичности загрязнения водной среды - сточных, сбросных, циркуляционных и природных вод.

Это широко распространенный экспериментальный методический прием, который представляет собой токсикологический эксперимент. Суть эксперимента заключается в том, что тест-объекты помещают в исследуемую среду и выдерживают (экспонируют) определенное время, в течение которого регистрируют реакции тест-объектов на воздействие этой среды.

Под биотестированием понимают приемы исследования, с помощью которых о качестве среды, факторах, действующих самостоятельно или в

сочетании с другими, судят о выживаемости, состоянию и поведению специально помещенных в эту среду организмов — тест-объектов. Рост особей, их продуктивность, выживаемость служат показателями для биотестирования качества среды. Для целей мониторинга природных и сточных вод предприятий оказались удобными фитопланктон и дафнии.

В научной литературе некоторые авторы критикуют метод биотестирования как плохо воспроизводимый и недостоверный, считая его непригодным для оценки окружающей среды, так как результаты исследований часто имеют значительный разброс (до 35%) при воспроизведении в разных лабораториях. Действительно, высокая внутривидовая вариабельность живых организмов, играя важнейшую роль в межвидовых отношениях и выживаемости видов, является при проведении биотестирования существенной проблемой. В идеале для этих целей хотелось бы использовать клонированных особей, имеющих генетически одинаковый потенциал реагирования на факторы окружающей среды. Однако при современном развитии биологии этот вопрос неразрешим. Тем не менее, существуют способы сведения разброса результатов опытов с живыми организмами к минимуму и тем самым повышения их достоверности и воспроизводимости.

В первую очередь, подопытные организмы в рамках одного эксперимента должны быть визуально одинаковыми. Это означает, что для семян растений необходима калибровка по массе и длине, для животных имеют значение возраст и размеры. Например, для опыта с дафниями подбирают молодых особей в возрасте от 1 до 3 дней, культивируемых в лабораторных условиях. Кроме того, лабораторная культура дафний периодически должна проходить тест на чувствительность к токсикантам (по калию двуххромовокислороду  $K_2Cr_2O_7$ ). Во-вторых, необходимо уравнивать для всех вариантов опыта внешние факторы, такие как освещенность, температура, влажность субстрата (при фитотестировании). В-третьих, число параллельных определений в каждом варианте должно быть достаточным для проведения дальнейшей статистической обработки полученных данных.

Живой организм реагирует на изменение окружающей среды изменением гомеостаза. Этот механизм обеспечивает протекание жизненных процессов.

Под воздействием неблагоприятных условий внешней среды механизмы поддержания гомеостаза могут быть нарушены, что приводит к состоянию стресса. Однако показатели нарушения гомеостаза не могут дать прогноза о дальнейшей жизнеспособности организма.

Приемы биотестирования широко применяются в различных областях природоохранной деятельности и используются по различным назначениям.

Биотестирование с середины XX в. широко используется в странах ЕЭС. На всех промышленных предприятиях, имеющих сточные воды, сбрасываемые в водные объекты или поступающие на сооружения биологической очистки. В нашей стране долгое время широкое

распространение метода сдерживалось отсутствием нормативно-правовых документов, регламентов токсикологического контроля и простых удобных методических руководств, пригодных для использования в условиях промышленных предприятий.

Исследования в области разработки и использования метода биотестирования в водоохранной практике проводились во многих научно-исследовательских и учебных институтах. В 1980г. была признана необходимость применения биотестирования как показателя оперативной интегральной диагностики качества вод. В 1981-1986 гг. методики биотестирования были апробированы и рекомендованы для определения токсичности сточных и природных вод. По итогам апробации Всесоюзным научно-исследовательским институтом по охране вод (ВНИИВО) - головным институтом по разработке и использованию методов определения токсичности вод в 1990 г. было подготовлено и утверждено Государственным комитетом СССР по охране природы. В этот документ вошли методики с использованием тест-объектов - представителей основных трофических звеньев водной экосистемы: водорослей. Для определения токсичности вод, почв и донных отложений - методика биотестирования по ферментативной активности бактерий.

В настоящее время в качестве тест-объектов используются:

- Рыбы гуппи, данио (тест-реакцией является снижение выживаемости).
- Водоросли сценедесмус, хлорелла (тест-реакцией является снижение интенсивности размножения).
- Ракообразные дафнии, цеиодафнии (тест-реакцией является изменение показателей выживаемости и плодовитости).
- Штамм бактерии E-колли (тест-реакцией является изменение уровня дегидрогеназной активности микроорганизмов (подавление активного фермента)).
- Инфузории тетрахимена-периформис (тест-реакцией является изменение выживаемости и интенсивности размножения).
- Инфузории парамеции (тест-реакцией является число инфузорий, направленно перемещающихся в зоне анализа).

Заключение

Исходя из статьи, можно сделать вывод, что метод определения токсичности с помощью биотестирования, приемлем и может быть актуальным во многих направлениях, в частности для различных аспектов в строительстве, таких как: оценка токсического состояния сточных и природных (грунтовых и поверхностных) вод, грунтов, различных твёрдых компонентов конструкций и элементов, входящих в структурные части зданий и сооружений – всё это при низкой стоимости, точности и наглядности результата, зачастую, в короткий промежуток времени.

Применение биотестирования имеет ряд преимуществ перед физико-химическим анализом, средствами которого часто не удается обнаружить неустойчивые соединения или количественно определить ультрамалые

концентрации экотоксикантов. Довольно часты случаи, когда выполненный современными средствами химический анализ не показывает наличия токсикантов, тогда как использование биологических тест-объектов свидетельствует об их присутствии в исследуемой среде. Биотестирование дает возможность получения интегральной оценки токсичности, что делает его применение весьма привлекательным.

#### **Список цитируемой литературы**

1. Константинов А.С. Общая гидробиология Высш. шк. 1986. – 470 с.
2. Бакаева Е.Н., Никаноров А.М. Гидробионты в оценке качества вод. – М.: Изд-во «Наука». 2006.- 238 с.
3. Дьяченко Г.И. Мониторинг окружающей среды (Экологический мониторинг) Новосибирск. – 2003.
4. Ашихмина Т.Я. и др. Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды. – Киров, 2005
5. «Методическое руководство по биотестированию воды» (РД 118-02-90) – Введ 06.08.90 –М.:Госкомприрода, 1991 – 47 с.
6. С.М. Чеснокова, Н.В. Чугай. Биологические методы оценки качества бъектов окружающей среды: учеб. пособие – Владимир, 2008.
7. Черемных, Е.Г. Биотестирование, или биологическая оценка безопасности в настоящем и будущем / Е.Г. Черемных, Э.Г. Розанцев // Экология и промышленность России. – 2003. – № 10. – С. 44 – 46
8. Вольф И.В. Химия и микробиология природных и сточных вод: Учебное пособие / И.В. Вольф, Н.И. Ткаченко. - Л.: ЛГУ, 1973. – 290 с.
9. КНД 211.1.4.058-97 Методика визначення гострої токсичності води на водоростях *Scenedesmus quadricauda* (Turp) Breb
10. Артюхова В.И., Дмитриева А.Г., (раздел 9). РУКОВОДСТВО по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов РЭФИА, НИА-Природа Москва-2002 – 132 с.
11. Рахманин Ю.А., Ческис А.Б. (руководители разработки), Еськов А.П., Кирьянова Л.А., Михайлова Р.И., Плитман С.И., Роговец А.И., Тулакина Н.В., Русанова Н.А., Донерьян Л.Г., Пожаров А.В. «Методические рекомендации по применению методов биотестирования для оценки качества воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения» Москва – 1995.
12. Василевич Э.Э., Зипунова Е.Е., Левченко А.Н. «Исследование качества воды в спортивных комплексах с помощью биотестирования». В сборнике: Ресурсоэнергосберегающие технологии в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве VI-я Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 41-44.
- Руденко Р.Н., Василевич Э.Э. «Биотестирование композитных материалов» Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 5 (100). С. 150-155.

ГРНТИ 67  
УДК 691

Панова Валентина Феодосьевна\*, к.т.н., доцент, доцент кафедры  
строительных технологий и материалов (СТиМ);  
Камбалина Ирина Владимировна\*, к.т.н., доцент, доцент каф. СТиМ;  
Панов Сергей Александрович\*, к.т.н., доцент, доцент каф. СТиМ  
\*Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»,  
г. Новокузнецк, Россия

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЗДАНИЯ**

Рассмотрены способы повышения долговечности строительных материалов, конструкций и сооружений. Показано, что повышение долговечности необходимо осуществлять на всех стадиях: проектирование, организация технологического процесса, выбора эффективных строительных материалов и элементов конструкций. Анतिकоррозионная защита с применением эффективных материалов улучшает свойства конструкций. Рассмотрен вопрос ремонта как способа повышения долговечности строительных объектов.

Ways of increasing of the durability of building materials, constructions and structures are examined. It is shown that the increase of longevity should be done at all stages: design, organization of technological process, the selection of efficient building materials and structural elements. Corrosion protection with the use of efficient materials improves the properties of designs. The problem of repair as a way to improve the durability of construction projects is examined.

Ключевые слова: долговечность, строительные материалы, конструкции, здания, ремонт, коррозия, защита

Keywords: durability, building materials, construction, building, repair, corrosion protection

Наша страна располагает огромным строительным фондом, который выполняет важные функции в жизни каждого человека и общества в целом. Важная задача обеспечить достаточный срок службы объектов.

Цель работы: собрать основные факторы для повышения долговечности и надежности строений при их эксплуатации.

Повышение эксплуатационной стойкости строительных материалов, изделий и конструкций из которых складываются строения, разделяют на *первичную* (активную) и *вторичную* (пассивную) защиту. Первичная защита предполагает создание условий, при которых коррозия будет сведена к минимуму. Ниже приведены виды активных мероприятий на различных этапах строительства и эксплуатации объектов.

*Разработка генерального плана* предполагает размещение цехов промышленных объектов с учетом розы ветров, направления потока

грунтовых вод, исключая коррозионное воздействие с подветренной стороны и в зоне действия агрессивных вод. Рекомендуется блокировать цеха с агрессивной средой. Особое влияние уделяется складам щелочей и кислот. Самой распространенной агрессивной средой является влага. При отсутствии вертикальной планировки осадки могут сливаться в ливневую канализацию, где должны быть предусмотрена защита от коррозии.

*По степени агрессивности сред предприятия делятся на группы:* - долговечность 5 лет – химическая, пищевая, металлургическая промышленность и др.; – долговечность 10 лет –ликероводочное производство; – высокая долговечность – парфюмерное производство, производство строительных материалов, изделий и конструкций и др.

*По степени опасности воздействия на конструкции разделяются:* внутри помещения, выше «0»: наружная часть емкостей, верхняя часть стен (возможно испарение влаги); на уровне «0» - полы, фундаменты, внутренняя часть емкостей (длительное увлажнение плюс ударная нагрузка); внутри помещения, надземная часть, примыкающая к полу: нижняя часть стен и колонн (возможно частичное увлажнение при гигиенической уборке снаружи помещения, выше «0») (УФ излучение, температура, ветер, осадки); ниже «0» (контакт с почвой, промерзание, грунтовые воды, механическая нагрузка, но нет солнечного света).

**Организация технологического процесса** предусматривает меры, направленные на недопущение контакта агрессивных сред со строительными конструкциями, что обеспечивается следующими способами: герметизация оборудования с целью предотвращения утечек; организованный отвод и улавливание технологических выбросов; электроизоляция и заземление оборудования, препятствующие утечке электрического тока.

**Выбор материалов для конструкций** сопровождается анализом стойких материалов для конкретных условий эксплуатации и выбором наиболее приемлемых с экономической точки зрения. Основным материалом для строительства – это бетон и железобетон. Для повышения коррозионной стойкости железобетонных конструкций важным является, прежде всего, повышение плотности бетона. При выполнении таких сооружений должно проводиться непрерывное бетонирование из плотного монолитного бетона, водонепроницаемостью до W8. Не допускаются выступы арматуры, трещины, свищи, раковины, наплывы и другие дефекты; исключаются швы, либо они заполняются. Поверхность должна быть ровной и гладкой, отклонения от вертикали – до 2 мм на 1 м высоты, но не более 30 мм.

Плотность бетона можно достигнуть за счет применения уплотняющих добавок: нитрата железа, сульфата железа (1,5-3% от массы цемента). Для повышения химической стойкости бетона рекомендуется применение цемента с содержанием  $C_3S < 65\%$ ,  $C_3A < 7\%$ ,  $C_3A + C_4AF < 22\%$ .

Получение бетонов повышенной прочности трещиностойкости возможно за счет применения: пластификаторов, суперпластификаторов,

добавок нового поколения (Glenium и т.п.), введение мелкой фибры из минерального волокна. Исследования показали их положительное влияние.

В эксперименте для получения бетона был применен портландцемент ПЦ 400 Д20. Расход цемента на 1 м<sup>3</sup> составлял 480 кг, бетонная смесь имела подвижность – ОК=7 см, после твердения получена прочность в возрасте 7-ми суток (R<sub>7</sub>) – 27 МПа, 28-ми суток (R<sub>28</sub>) – 41 МПа. Класс бетона по прочности составил В35. При добавлении добавок-суперпластификаторов – R<sub>7</sub> = 39 МПа, R<sub>28</sub> = 58 МПа, В50. Улучшенный эффект достигается при введении в бетонную смесь армирующей добавки: R<sub>7</sub> = 47 МПа, R<sub>28</sub> = 61 МПа, В55. Установлено, что экономичнее применять для бетона высокомарочные цементы, а также пластифицирующие и армирующие добавки.

Определены основные условия повышения долговечности для строительных конструкций:

- **Выбор эффективных элементов конструкций.** Для уменьшения коррозии рекомендуется создание конструкций с наиболее компактной формой сечений. Следует применять безбалочные решения междуэтажных перекрытий, сплошные или замкнутые сечения, которые имеют преимущество перед решетчатыми, бесфонарные шатровые – перед фонарными и т.д.

- **Защита от воздействия агрессивных сред** осуществляется применением ингибиторов коррозии или средствами для нейтрализации стоков. При проектировании конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, их коррозионную стойкость следует обеспечивать: применением коррозионно-стойких материалов, добавок, повышающих коррозионную стойкость и защитную способность стальной арматуры; снижением проницаемости технологическими приемами; установлением требований к категории трещиностойкости, ширине расчетного раскрытия трещин, толщине защитного слоя.

- **При проектировании конструкций следует предусматривать:**

лакокрасочные покрытия, в т.ч. толстослойные (мастичные); оклеенные покрытия; облицовочные покрытия, в том числе из полимербетонов; пропитку (уплотняющую) химически стойкими материалами; гидрофобизацию; биоцидные материалы.

**Своевременный ремонт зданий** – залог долговечности сооружений. Он включает: *техническое обслуживание* (ТО) зданий и сооружений, *капитальный ремонт* (КР), *текущий ремонт* (ТР), *планово-предупредительные ремонты* (ППР). ППР проводятся в соответствии с «Правилами и нормами технической эксплуатации жилищного фонда», «Положениями о планово-предупредительных ремонтах». *Примерные сроки ППР*: кровля, конструкция кровли – срок службы 100 лет; рулонная и металлическая – срок службы 20 лет, ППР – 5 лет, частота контроля – 2 раза в год. *Наружные стены*: срок службы: кирпичные – 100 лет, керамзитобетонные – 80, из ячеистых бетонов – 50 лет, ППР – 5 лет. *Оконные*



*и столярные изделия* – 50 лет, ППР – 5 лет, частота контроля – через 5 лет. *Системы центрального отопления:* срок службы 25 лет, ППР – 5 лет, контрольная проверка – 1 раз в год (подключение отопления). *Водопровод и канализационное оборудование* – 25 лет, ППР – 10 лет, контроль – от рекламации. *Лифтовое оборудование* – 33 года, ППР – 5 лет, профилактика – по инструкции.

Цель технической эксплуатации состоит в «торможении» износа здания. Капитальный ремонт, то есть усиление и замена конструкций и инженерного оборудования, позволяет замедлить износ и благодаря этому продлить срок службы здания. Физический износ можно уменьшить путем капитального ремонта, а моральный – только реконструкцией (таблица 1, 2).

Таблица 1

Методика определения физического износа гражданских зданий

Физический износ	Состояние конструкций	Примерная стоимость ремонта
0-20%, Состояние хорошее	Повреждений и деформаций нет, имеются отдельные мелкие дефекты, нет следов устранения дефектов.	0-11% от первоначальной стоимости
21-40%, состояние удовлетворительное	Имеются следы ремонтов, небольшие трещины на перемычках, отдельные волосяные трещины на потолках. В целом конструктивные элементы пригодны для эксплуатации, но требуется некоторый капитальный ремонт.	12-36% от первоначальной стоимости
41-60%, состояние неудовлетворительное	Имеется много следов ремонтов, искривление горизонтальных линий, трещины в кладке, отслоение пола, большое количество поврежденных ступеней. Эксплуатация возможна при условии значительного капитального ремонта.	37-90% от первоначальной стоимости
61-80%, ветхое здание	Открытые трещины, большие искривления, отклонение стен от вертикали, массовое повреждение пола, перекошенные окна и двери, большое количество поврежденных ступеней, аварийное состояние несущих конструкций. Можно использовать, если будут проведены охранные мероприятия или полная замена конструктивных	91-120%
81-100%, негодное здание	Здание находится в опасном состоянии: стены разрушены и деформированы, прогибы потолков, искривление горизонтальных линий, внутренняя отделка полностью разрушена. Восстановлению не подлежит.	Не оценивается

Таблица 2

Оценка морального износа гражданских зданий

Моральный износ	Характеристика

0-15%	Планировка квартир пригодна для посемейного расселения, дом оснащен всеми видами благоустройства, перекрытия и перегородки негораемые.
16-25%	Не хватает отдельных видов благоустройства (например, ванн), перекрытия и перегородки частично или полностью деревянные.
26-35%	Планировка квартирная, но неудобна для посемейного заселения, отсутствуют некоторые виды благоустройства (горячая вода, лифт, мусоропровод, телефон, ванны), перекрытия полностью деревянные.
36-45%	Планировка различная, в отдельных частях здания не совпадает по вертикали, непригодна для посемейного расселения, темные и проходные кухни.
> 45%	Расположение помещений бессистемное, не совпадает по вертикали, непригодно для посемейного расселения, многоквартирное коммунальное жилье, санузлы могут располагаться над комнатами или

Итак, для обеспечения долговечности строений необходим комплекс мероприятий, который начинается с проектирования, разработки генерального плана, организации технологического процесса, монтажа, технико-экономического обоснования, выбора формы и эффективного материала для элементов строительных конструкций. Необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению коррозионной стойкости материалов, изделий и конструкций, своевременно выполнять все виды ремонта: планово-предупредительный, текущий, капитальный и устранять все дефекты здания.

#### **Список использованных источников**

1. Бобров Ю.Л. Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов [Текст] / Ю.Л. Бобров. – Москва: Стройиздат, 1987. –168 с.
2. ГОСТ Р 52804-2007. Защита бетона и железобетона от коррозии. Методы испытаний.
3. Долговечность строительных конструкций и сооружений из композиционных материалов [Текст] / В.Ш. Барбакадзе [и др.]. –Москва: Стройиздат, 1993. – 251 с.
4. Завадский В.Ф. Современные системы утепления и долговечности стен зданий [Текст] / В.Ф. Завадский, Б.К. Кара-Сал. – Кызыл: ТывГУ, 2005. –85 с.
5. Игнатова О.А. Долговечность строительных материалов [Текст] / О.А. Игнатова. – Новосибирск: НГАСУ(Сибстрин), 2011. –156 с.
6. Коррозия бетона, железобетона, методы их защиты [Текст] / В.М. Москвин [и др.]. –Москва: Стройиздат, 1980. – 553 с.
7. Материалы и технологии ремонта, реставрации и реконструкции зданий и сооружений [Текст] : учебное пособие / А.Т. Пименов [и др.]; Новосиб. Гос. архитектур.-строит. ун-т. –Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 276 с.

8. Скороходов В.Д. Защита неметаллических строительных материалов от биокоррозии [Текст] / В.Д. Скороходов, С.И. Шестакова. –Москва: Высшая школа, 2004. – 202 с.

9. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии: введ. В действ. 1986-01-01.

10. Эксплуатация жилых зданий [Текст] / Э.М. Ариевич [и др.]. –4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1991. – 510 с

ГРНТИ 67

УДК 691.002.68.004.12

Пешков Виталий Владимирович\* д.э.н., профессор,  
директор института архитектуры, строительства и дизайна, ИРНИТУ;  
Воробчук Василий Анатольевич сотрудник ВСИ МФД России;  
Лапшин Павел Дмитриевич\* аспирант кафедры ЭУН;  
Лавыгина Юлия Александровна\* студент кафедры ЭУН;  
Филоненко Кирилл Александрович\* аспирант кафедры ЭУН

\*Федеральное государственное бюджетов образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аннотация:** Иркутская область накопила значительное количество отходов промышленности, которые необходимо утилизировать, тем самым улучшать экологическую обстановку. Отходы возможно не только утилизировать, но и получать из них доброкачественную продукцию. Гипсовые изделия в строительной индустрии нашли широкое применение.

**Abstract:** the Irkutsk region has accumulated a significant amount of industrial waste that needs to be disposed of, thereby improving the environmental situation. Waste can not only be disposed of, but also to obtain from them benign products. Gypsum products in the construction industry are widely used.

**Ключевые слова:** фторгипс, гипс, вяжущее, отход, шлам, технология.

**Keyword:** forgies, gypsum, cement, waste, sludge, technology.

В настоящее время при производстве отделочных работ, квартир, загородных домов, офисных зданий применяют в основном смеси на основе гипсового вяжущего, обусловлено это экономической целесообразностью. При производстве одной тонны гипсового вяжущего, затраты на топливо в 4 раза меньше чем при производстве цемента. Гипсовые изделия обладают гигиеничностью, небольшой плотностью, высокой пористостью и огнестойкостью. Гипсовые вяжущие служат основой для приготовления мастик для приклеивания листов сухой штукатурки, применяются в качестве

декоративных элементов, которые подчеркивают индивидуальность архитектурной выразительности помещения.

На сегодняшний день застройщик при строительстве жилых домов, офисных помещений старается максимально возвести площадь квартиры или офиса максимально свободной для перепланировки потребителя. При перепланировке квартиры разделяют комнаты используя высокую корпусную мебель или модели-трансформер, разделяем одну зону от другой шторкой или ширмой, а также возводят перегородки. Перегородки могут выполняться из различных строительных материалов гипсокартонных листов, кирпича, газобетонных блоков, пазогребневых плит и из других материалов. Пазогребневые плиты и гипсокартонные листы нашли широкое применение при возведении перегородок в связи с их лёгкостью, высокими тепло и звукоизоляционными свойствам, достаточной прочностью и экологичностью.

Несмотря на снижения потребления гипсовой продукции с 2015 по 2017 по данным исследования IndexBox Russia, объем рынка составил в 2017 году около 3,58 млн. тонн. Объем видимого потребления на рынке строительного гипса представлен на рис 1 (Источник ФТС, экспертные оценки, аналитика IndexBox)



Рис1. Объем видимого потребления на рынке строительного гипса с 2013г. по 2018г. и прогноз с 2018г. по 2025г. тыс.т (в рамках базового сценария развития)

По данным IndexBox Russia на рынке строительного гипса в 2017 преобладает российская продукция которая составляет 97% от всего потребления. Структура потребления строительного гипса по федеральным

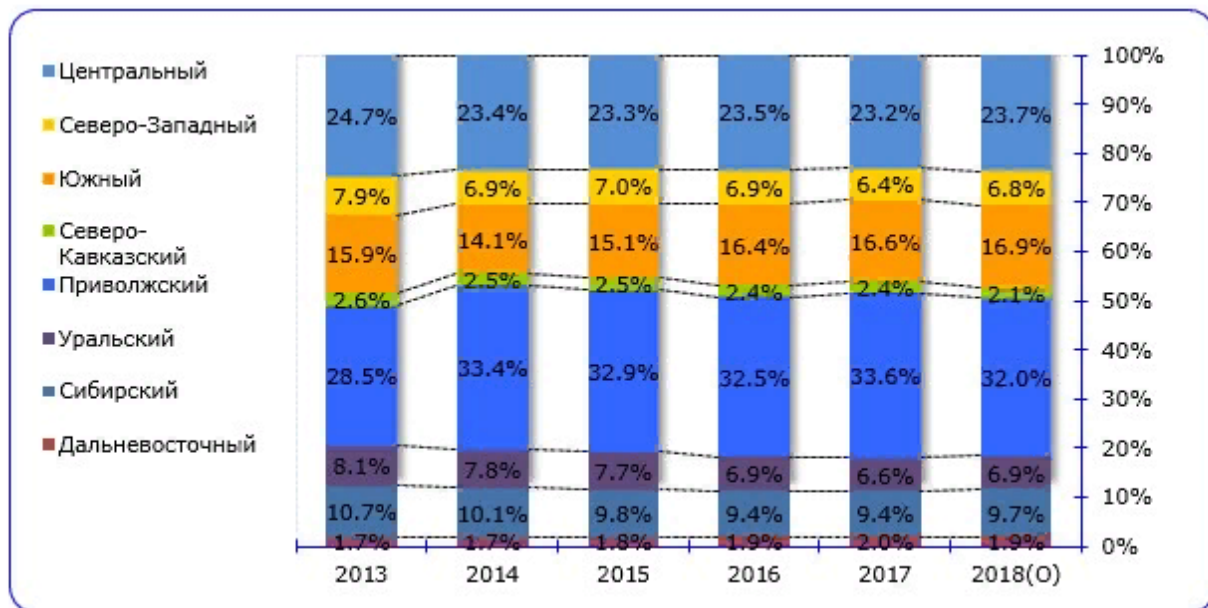


Рис2. Структура потребления строительного гипса по федеральным округам в 2013-2018г

Иркутская область накопила значительные отходы промышленности, которые в основном никуда не утилизируются. Отходы складировать на шламовые поля, которые впоследствии негативно влияют на экологическую обстановку в регионе.

Предлагаем использовать для получения гипсовой строительной продукции отход Ангарского электролизного завода, объем которого составляет около 1млн. м3. Отходы фторгипса состоят в основном из сульфата кальция что позволяет получать гипсовое вяжущее, химический состав фторгипса представлен в таблице 1.

Нами уже были проведены исследования, которые подтверждали возможность получение гипсового вяжущего вещества марок с Г-1 по Г-4 на основе отходов промышленности Ангарского электролизного завода. Сырьем для производства гипсового вяжущего служит фторгипс – отход ОАО «Ангарского электролизного химического комбината» в состав этого отхода входят до 55% двугидрата сульфата кальция; 32% ангидрида; 4% примесей, и до 9 % свободной воды.

Таблица 1  
Химический состав фторгипса.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Содержание, % Content %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п.п.п. impurity	H <sub>2</sub> O
Проба №1 Try №1	2,07	0,64	0,429	31,88	0,768	0,073	42,85	21,29	9,72
Проба №2 Try №2	1,97	0,61	0,426	31,63	0,745	0,072	42,65	21,76	10,60
Проба №3 Try №3	1,93	0,58	0,422	31,56	0,731	0,071	42,45	22,25	12,46

## Разработка технологической схемы производства гипсового вяжущего.

### Описание процессов производства

Основными технологическими операциями при производстве гипсового вяжущего являются:

- сушка; помол; транспортирование на склад готовой продукции.

Фторгипс хранится на крытом складе в шламбассейне с запасом на три месяца, где поддерживается нормальная температура. Фторгипс при помощи пневмонасоса поступает в распылительную сушилку, в течение 1 ч при  $t=250^{\circ}\text{C}$  фторгипс сушится и достигает до постоянной массы, далее гипс подается шнековым питателем в шаровую мельницу, а затем гипс при помощи шнекового питателя транспортируется на склад готовой продукции «силосного типа». Технологическая схема производства гипсового вяжущего представлена на рисунки 3.

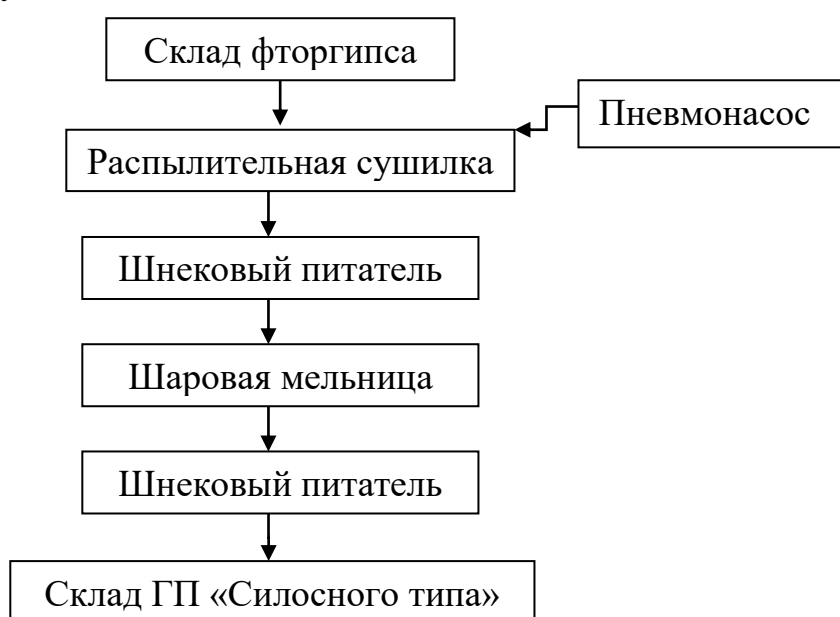


Рис. 3

### Определение расходов сырьевых материалов для гипсового вяжущего:

При переходе в полугидрат фторгипс теряет 16,5% воды, при этом коэффициент выхода его (теоретический) равен:

$$K_{\text{вых}} = 1 - (\% \text{ потери воды при переходе в полугидрат}/100)$$

$$K_{\text{вых}} = 1 - \frac{16,5}{100} = 0,835$$

Для получения 1т гипсового вяжущего потребуется:

$$\frac{1}{K_{\text{вых}}} = \frac{1}{0,835} = 1,198\text{т}$$

С учетом минеральных примесей, влажности и технологических потерь расход составит:

$$A = 1,198 * \frac{100}{(100 - w)} * (100 - p)$$
$$A = 1,198 * \frac{100}{(100 - 6)} * (100 - 2) = 1,3\text{т}$$

,где (100-W) – коэффициент, учитывающий влажность камня;  
(100-p) – коэффициент, учитывающий технологические потери.

Расход гипсосодержащих отходов в зависимости от производительности гипсового вяжущего представлен в таблице 2.

Таблица 2

Расход гипсосодержащих отходов в зависимости от производительности гипсового вяжущего

Наименование материала гипсосодержащие отходы	Расход, т			
	Год	Сутки	Смена	Час
	115 460,8	378,56	189,28	23,66

### Расчет складов сырьевых материалов и готовой продукции для гипсового вяжущего.

Полезная площадь склада ( $F$ ,  $m^2$ ), необходимая для одновременного хранения заполнителей, рассчитывается по формуле:

$$F = \frac{Q}{q}$$

где  $Q$  - производственный запас на 10 рабочих дней,  $m^3$ ;  
 $q$  - средняя удельная вместимость склада,  $m^3/m^2$  (принимается равной 5-7  $m^3/m^2$ ).

$$F = \frac{252,2}{7} = 36m^2$$

Общая площадь склада ( $F_{общ}$ ) определяется по формуле

$$F_{общ} = \frac{F}{K_u}$$

где  $K_u$  - коэффициент использования площади склада принимается равным 0,7 - 0,8.

$$F_{общ,щ} = \frac{36}{0,8} = 45m^2$$

Производственный запас на 100 рабочих дней определяется по формуле

$$Q = \frac{P_g * 3 * n * K}{t}$$

где  $P_g$  - годовая потребность в фторгипсе,  $m^3$ ;

3 - расход фторгипса,  $m^3/m^3$ ;

$n$  - запас заполнителя, (100)сут;

$K$  - коэффициент, учитывающий возможные потери: 1,02;

$t$  - расчетный фонд времени работы, сут. (305).

$$Q = \frac{252,12 * 15,8 * 100 * 1,02}{305} = 1332,2\text{м}^3$$

Полезная площадь склада ( $F$ ,  $\text{м}^2$ ), необходимая для длительного хранения:

$$F = \frac{Q}{q}$$

где  $Q$  - производственный запас на 100 рабочих дней,  $\text{м}^3$ ;  
 $q$  - средняя удельная вместимость склада,  $\text{м}^3/\text{м}^2$  (принимается равной 5-7  $\text{м}^3/\text{м}^2$ ).

$$F = \frac{1332,2}{7} = 190,3\text{м}^2$$

Общая площадь склада ( $F_{\text{общ}}$ ) определяется по формуле

$$F_{\text{общ}} = \frac{F}{K_u}$$

где  $K_u$  - коэффициент использования площади склада принимается равным 0,7 - 0,8.

$$F_{\text{общ.щ}} = \frac{190,3}{0,8} = 237,8\text{м}^2$$

Склад готовой продукции выбираем «силосного» типа вместимостью 140 тонн - 3 шт. Производительность завода 291,2 т/сут, 30 % от производительности складировается на склад ГП, 70% распределяется в бункера «силосного» типа по цехам для выпуска пазогребневых плит.

#### **Габаритные размеры:**

диаметр – 4 100 мм;

высота - 23 600 мм;

масса - 30 т.

Вывод: Разработана технологическая схема технологии производства гипсового вяжущего, которая позволит улучшить экологическую обстановку Иркутской области тем самым позволит утилизировать отходы накопленные за долгое время работы Ангарского электролизного завода.

Производство гипсового вяжущего включает следующие технологические этапы: сушка, помол, транспортирование на склад готовой продукции.

#### **Список цитируемой литературы**

1. Левченко Е.А., Воробчук В.А., Пешков А.В. Использование фторгипса для получения минерального вяжущего/ Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 6 . с. 123-125.
2. Пешков В.В. Инновационные процессы в инвестиционно-строительной деятельности в условиях экономического кризиса/ Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. № 1 (41). С. 99-103.



3. Воробчук В.А., Лапшин П.Д. Оптимизация исходных / Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимост параметров фторгипса ь. 2016. № 4 (19). С. 66-74.

4. Воробчук В.А. Исследование петрографической характеристики фторгипса и физико-механических свойств гипсового вяжущего на его основе/ Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ в двух томах В двух томах. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». 2015. С. 19-24.

5. Воробчук В.А. возможность получения гипсового вяжущего из отходов ОАО "Ангарский электролизный химический комбинат"/ Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 4 (15). С. 126-132.

ГРНТИ 67.01.11

УДК 332.1

*Е.Ю. Попкова\*, студент*

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск, Россия.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ**

**Аннотация:** В статье рассматривается определение строительного комплекса, состояние экономики в настоящее время, а также выявление основных проблем, возникающих при строительстве жилья. Проведен анализ динамики ввода в действие жилых домов, динамики выданных ипотечных займов. Обосновано, что восстановление темпов роста строительной отрасли возможно при условии сохранения темпов экономического роста страны.

**Annotation:** The article discusses the definition of the building complex, the current state of the economy, as well as the identification of the main problems arising in the construction of housing. The analysis of the dynamics of the commissioning of residential buildings, the dynamics of mortgage loans. It has been substantiated that a recovery in the growth rate of the construction industry is possible, provided that the growth rate of the country is maintained.

**Ключевые слова:** строительная отрасль, жилищное строительство, покупательная способность, административные барьеры, ипотечный ресурс.

**Keywords:** construction industry, housing construction, purchasing power, administrative barriers, mortgage resource.

Строительство представляет собой одну из основных фондообразующих отраслей экономики России. Данная отрасль включает в себя проектирование, возведение, реконструкцию, реставрацию, реновацию объектов производственного и непроизводственного значения. На состояние строительной отрасли и, в частности, на жилищное строительство значительное влияние оказывают экономические и политические факторы. Несмотря на то, что в современной российской экономике периодически присутствуют кризисные явления, связанные как с внешней, так и с внутренней средой, состояние экономики в настоящее время оценивается как относительно устойчивое. Тем не менее, до сих пор сохраняются многочисленные преграды для развития строительного сектора и жилищного строительства.

Основными факторами, влияющими на строительный рынок России, являются:

- соотношение спроса и предложения на недвижимость;
- доступность кредитных ресурсов для организаций строительной отрасли;
- доступность кредитных и ипотечных ресурсов для населения (покупательная способность населения);
- доступность государственных источников финансирования;
- устойчивость валютного курса (стоимость необходимого импортного сырья и оборудования);
- инфляция (рост себестоимости производства строительных материалов и строительных работ);
- наличие административных барьеров;
- высокие инвестиционные затраты;
- значительные налоговые выплаты;
- необеспеченность отрасли квалифицированными кадрами.

Рассмотрим влияние некоторых факторов более подробно. Особое место на строительном рынке занимает жилищное строительство, предназначенное для создания наиболее благоприятных, комфортных и безопасных условий проживания. Жилищное строительство оказывает решающее влияние на развитие и размещение производительных сил, наращивание производственного потенциала страны и техническую реконструкцию хозяйства, решение социальных проблем и обеспечение повышения уровня и качества жизни населения.

На рисунке 1 приведена динамика ввода в действие жилищного фонда в России за 1 полугодие 2017-2018 гг. (рис. 1).

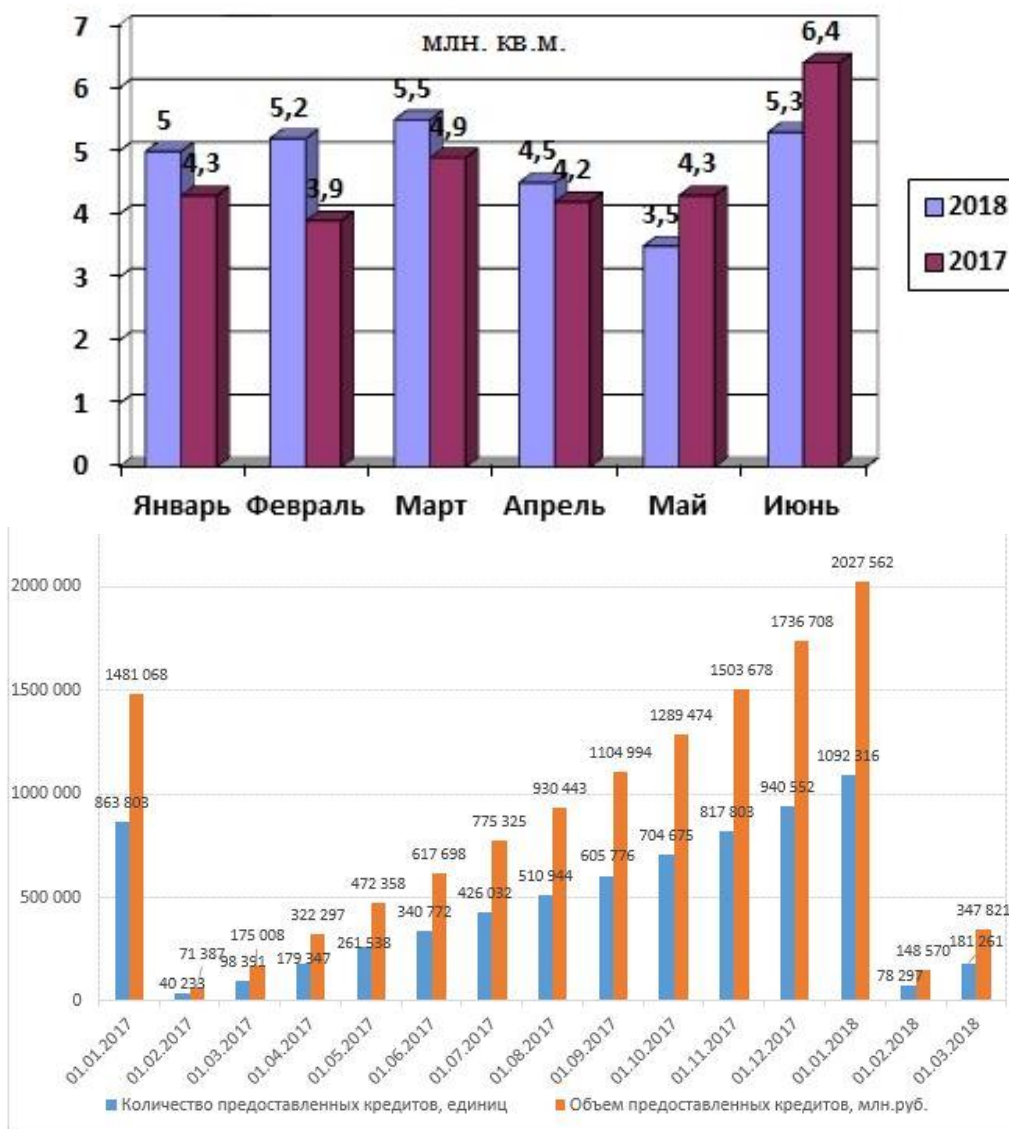


Рис. 1. Динамика ввода жилых домов в России за 1 полугодие 2017-2018 гг., в кв. м. (составлено автором по данным [3])

На основании данных, представленных на рисунке 1, можно сделать вывод об общей положительной динамике ввода в действие жилых фондов. Так, за 1 полугодие 2017 г. в России было введено 28 млн. кв. м. жилья, а в 2018 г. – 29 млн. кв. м. Таковую динамику можно объяснить ростом доходов населения в совокупности с низкими ставками ипотечного кредитования.

Покупательная способность населения определяется не только желанием населения улучшить свои жилищные условия, но и реальной возможностью приобретения жилья за счет собственных или заемных средств [2]. Ипотечное кредитование является одним из основных финансовых механизмов поддержки строительства жилья, приоритетным методом возврата денежных средств, потраченных на строительство. По

официальным данным Росстата России [1] итоговый объем выданных ипотечных займов в 2017 году имел устойчивую тенденцию (рис. 2), что сопровождалось постепенным снижением процентных ставок. Так, средневзвешенная процентная ставка на конец 2017 г. составила 9,79 % годовых.

Рис. 2. Объем ипотечного рынка Российской Федерации за 2017-2018 гг. (составлено автором по данным [4])

Для повышения платежеспособности и предотвращения возможных рисков организаций государство обеспечивает доступные источники финансирования. По данным Министерства финансов России в 2018 году государственной программой предусмотрено чистое привлечение 817 млрд. рублей на внутреннем долговом рынке; валовый объем государственных внешних заимствований ограничен 7 млрд. долл. США [1].

С ростом стоимости на строительные материалы, энергоносители, железнодорожные и автоперевозки увеличивается себестоимость строительства. Данное увеличение связано с уровнем инфляции и с неустойчивостью валютных курсов, так как при производстве применяются импортные компоненты.

Следующая важная проблема строительной отрасли – административные барьеры, которые выражаются в ужесточении требований к документам территориального планирования, к документам, необходимым для развития уже застроенных территорий, а также к процедуре отвода земельных участков, согласования и утверждения проектной документации. Кроме того, все эти процессы являются затратными и длительными.

Наличие инвестиций в строительстве – неотъемлемое условие развития данной отрасли. К основным преимуществам этого метода относят: высокая экономическая эффективность, гарантия возврата вложений, надежность размещения капитала. Однако инвесторы отмечают, что возможно увеличение сроков строительства и, следовательно, увеличение рисков, что приводит к повышению инвестиционных затрат.

Одним из влиятельных факторов также является налоговая выплата, с помощью которой государство компенсирует расходы приобретения или строительства. Однако из-за множества ограничений получить налоговую компенсацию удастся в небольшом размере.

Также необходимо отметить проблему нехватки кадров в строительной отрасли. Для ее решения привлекают дешевую рабочую силу из стран ближнего зарубежья. Данный способ неблагоприятно сказывается на качестве работ и уменьшает количество вакантных рабочих мест для местного населения. Для решения проблемы подготовки квалифицированных кадров необходимо восстановить взаимосвязь между учебными заведениями и предприятиями.

Таким образом, строительная отрасль является одной из проблемных среди базовых отраслей экономики. По мнению экспертов, строительство в последнюю очередь из всех отраслей входит в кризис, и позже всех от него оправляется. А значит, восстановление темпов роста строительной отрасли стоит ожидать при изменениях в положительную сторону общего состояния экономики страны.

### **Список цитируемой литературы**

1. Министерство финансов России. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.minfin.ru/ru/ministry/publicpurpose/VI/>.
2. Овсянникова Т.Ю., Рабцевич О.В., Салагор И.Р., Югова И.В. Выявление факторов структурных деформаций спроса и предложения на рынке жилой недвижимости // Экономика и предпринимательство. 2017. № 10-1 (87-1). С. 636-640.
3. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.gks.ru/>.
4. Центральный банк Российской Федерации. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.cbr.ru/>.

ГРНТИ 67.53

УДК 696.99

Попова Екатерина Михайловна\*, аспирант кафедры ИКиСЖ  
Попов Валентин Сергеевич\*, аспирант кафедры ИКиСЖ,  
Игнатъев В.С.\*, аспирант кафедры ИКиСЖ

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВОЗДУШНОГО РЕКУПЕРАТОРА С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ**

Аннотация. Существенное снижение затрат на теплоноситель или электроэнергию для подогрева приточного воздуха достигается при использовании рекуператоров тепла в приточных установках. Это позволяет использовать рекуператоры при проектировании систем вентиляции. Для повышения эффективности работы воздушного рекуператора возможно использование теплового насоса.

Annotation. A significant reduction in the cost of coolant or electricity for heating the supply air is achieved by using heat recuperators in the supply units. This allows the use of recuperators in the design of ventilation systems. To improve the efficiency of the air recuperator, it is possible to use a heat pump.

Ключевые слова: воздушный рекуператор, приточные установки, проектирование систем вентиляции, тепловой насос.

Key words: air heat exchanger, air handling units, design of ventilation systems, heat pump.

Рекуперация (от лат. recuperatio — «обратное получение») представляет собой возвращение части материалов или энергии, чтобы повторно использовать их в том же технологическом процессе. В существующих экономических условиях это достаточно актуально, так как позволяет экономить на энергоресурсах.

Выбор средств рекуперации тепловой энергии сопряжен с рядом проблем, поэтому необходимо рассмотреть преимущества и недостатки, характерные для каждого из известных типов рекуперативных теплообменников.

Существуют следующие типы рекуператоров

1. Трубные: теплообменный аппарат ТТАИ.
2. Роторные: общего назначения или специализированные (например высокотемпературные или окрасочных камер).
3. С промежуточным теплоносителем: фреон-фреон (тепловой насос), вода-вода (водяные калориферы где энергоноситель вода с добавками на базе этиленгликоля).
4. Тепловые трубы.
5. Системы возврата тепла для дымоходов: рекуператор дымохода.
6. Пластинчатые: перекрестноточные 1 секция (классический тип), 2 секции, 4-8 секций или противоточные.

**Теплообменный аппарат ТТАИ может использоваться в небольших помещениях, его можно монтировать** прямо на стене, или в специально предусмотренных нишах в стене.

В основе технологии роторных рекуператоров лежит следующий принцип: имеется место разделение воздушных потоков, теплообмен осуществляется за счет лопастей вращающегося ротора между приточной и вытяжной линии, при этом происходит смешивание воздуха.

Система рекуператоров с промежуточным теплоносителем включает нагревающий теплообменник, размещаемый в потоке приточного воздуха, и охлаждающий теплообменник, размещаемый в потоке удаляемого воздуха.

Рекуператоры тепловые трубы на фреоне состоят из закрытой системы трубок, заполненных фреоном, который испаряется при нагревании удаляемым воздухом. Пластинчатый перекрестноточный рекуператор является наиболее распространенный и часто используемый. Поэтому рассмотрим его подробнее.

Воздушные потоки разделяют пластины, через которые непосредственно происходит теплообмен, осуществляется он без физического смешивания встречных потоков воздуха. Тепло удаляемого из

помещения воздуха передаётся приточному воздуху через целлюлозные пластины теплообменных кассет.



Рис. 1 Приточно-вытяжная установка с пластинчатым рекуператором

У данной установки имеется ряд преимуществ: пластинчатые теплообменники отличаются простейшим устройством и не содержат движущихся частей; если имеет место надлежащая аппаратурная обвязка (вытяжной вентилятор до теплообменника и вытяжной вентилятор за теплообменником), то исключается загрязнение приточного воздуха за счет отсутствия утечек на вытяжке; необходимость технического обслуживания практически отсутствует; потребляемая мощность увеличивается минимально.

Однако данная установка имеет ряд недостатков: использовать ее возможно при условии пересекающихся между собой приточного и вытяжного воздуховодов, кроме того, в пластинчатых обменниках при низких температурах наружного воздуха, возникает проблема обмерзания пластин, что сужает сферу применения рекуператоров тепловой энергии. Последняя проблема достаточно существенна, и ее решение позволит существенно сократить затраты энергии на вентиляцию подобных помещений.

Вариантом решения проблемы обмерзания предлагается использование теплового насоса.

В качестве опытного образца используется приточно-вытяжная установка(VS-21-R-PH)

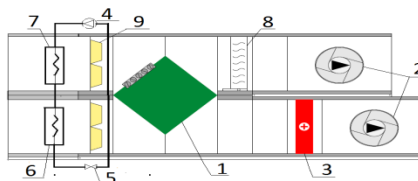


Рис. 2. Приточно-вытяжная установка(VS-21-R-PH): 1- перекрестно-точный рекуператор; 2- вентилятор; 3- электронагреватель; 4- компрессор; 5- обратный клапан; 6- испаритель; 7- конденсатор; 8- воздушный клапан; 9- карманный фильтр

Для получения анализа работы установки проводились измерения температуры и относительной влажности.

Датчики измеряли температуру в 6 точка вентиляционной установки.

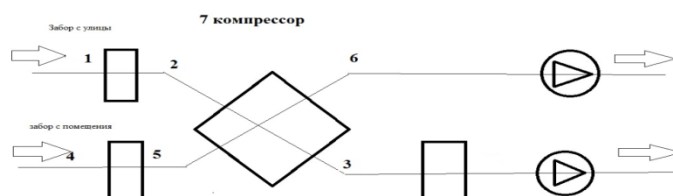


Рис. 3 Схема расположения температурных датчиков в установке: датчик измеряет температуру наружного воздуха; 2- температура приточного воздуха после теплового насоса; 3- температура после воздушного рекуператора; 4- температура воздуха с помещения; 5- температура уходящего воздуха после теплового насоса; 6- температура уходящего воздуха после воздушного рекуператора.

Режимы работы установки для температуры наружного воздуха  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$

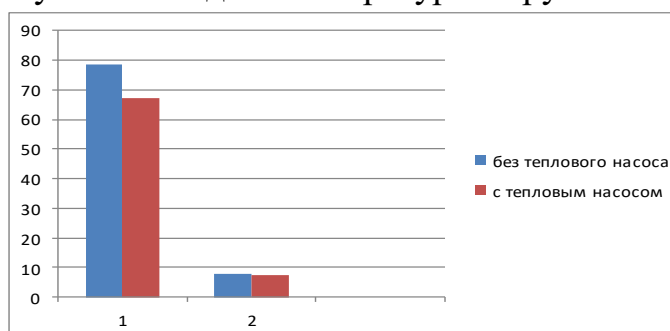


Рис. 4. Относительные влажности с тепловым насосом и без него.

Режимы работы установки для температуры наружного воздуха  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$

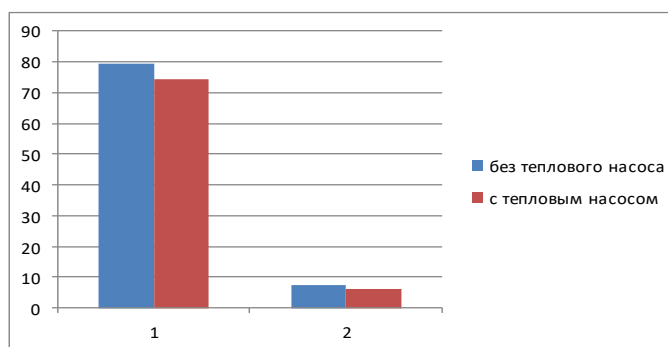


Рис. 5. Относительные влажности с тепловым насосом и без него.

1- относительная влажность приточного воздуха после теплового насоса; 2- относительная влажность уходящего воздуха после теплового насоса.

Результаты показывают, что тепловой насос понижает значение  $\phi_1$  — относительная влажность приточного воздуха после конденсатора. Чего мы стремимся добиться для предотвращения обмерзания пластин.

Сравнение температур с тепловым насосом и без него при разных температурах наружного воздуха



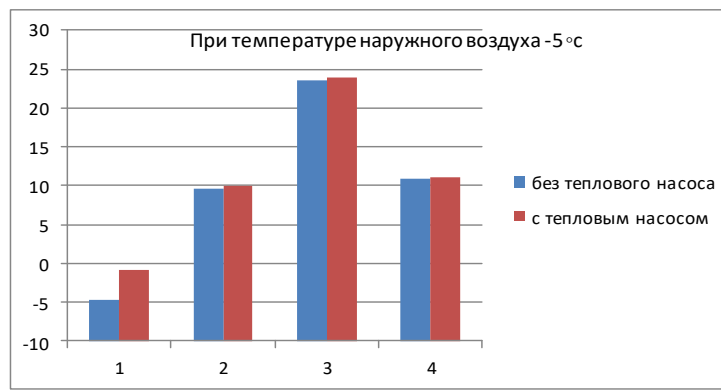


Рис.6 Сравнение температур с тепловым насосом и без него

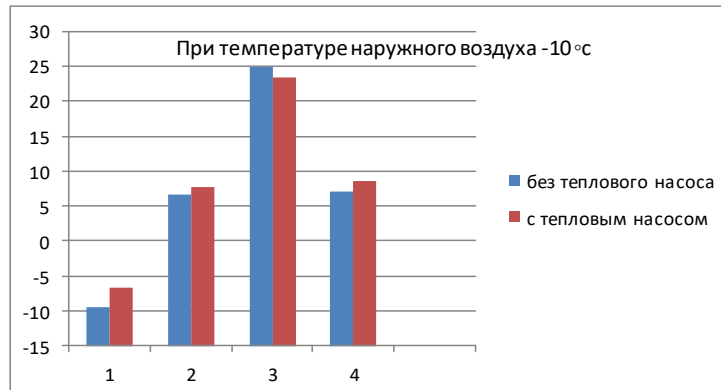


Рис.7 Сравнение температур с тепловым насосом и без него: 1-температура притока после теплового насоса; 2- температура притока после рекуператора; 3- температура вытяжного воздуха после теплового насоса; 4- температура вытяжного воздуха после рекуператора

Из графиков сравнений температур видно, что в точке 2 (температуры после конденсатора) с использованием теплового насоса температура выше, чем без теплового насоса. В точке 3 тепловой насос позволил повысить температуру после рекуператора, что способствовало увеличению энергоэффективности установки, но это не было целью. Основной задачей было расширить температурный диапазон работы вентиляционного агрегата, для недопущения обмерзания пластин рекуператора. В точке 4(уходящий воздух при входе в установку кондиционирования) температура с тепловым насосом выше, так как он повысил температуру приточного воздуха.

В результате исследования получены уравнения зависимостей температур в ключевых точках установки, в зависимости от температур наружного воздуха.

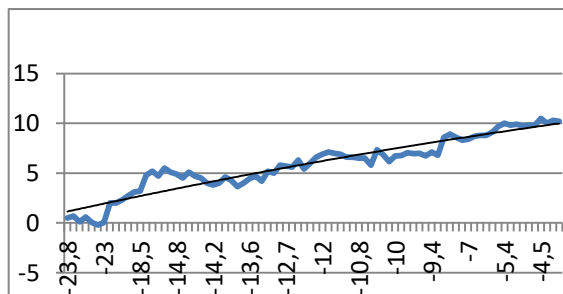


Рис. 8. Изменение температур притока после рекуператора

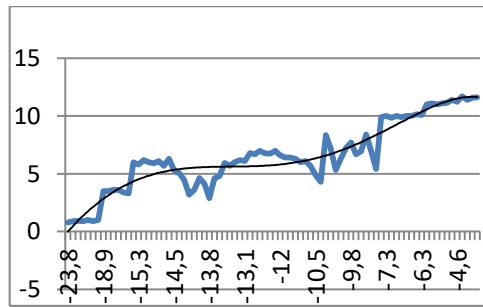


Рис. 9 изменение температур уходящего воздуха после рекуператора

Для графика рис. 8(изменение температур притока после рекуператора) уравнение имеет вид:

$$y = -0,0003 (10(t + 23,6))^2 + 0,13337 (t + 23,6) + 1,0143$$

Для графика рис. 9 (изменение температур уходящего воздуха после рекуператора) уравнение имеет вид:

$$y = -2e - 0,8(10(t + 23,6))^5 + 3e - 0,6 (10(t + 23,6))^4 + 2e - 0,5 (10(t + 23,6))^3 - 0,0132 (10(t + 23,6))^2 + 0,5213 (t + 23,6) - 0,5099$$

Сравнение температур притока относительно температуры наружного воздуха представлена на рис. 10.

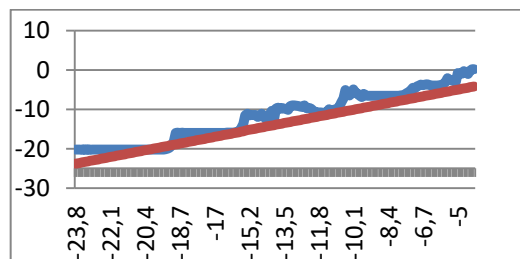


Рис.10 Сравнение температур притока относительно температуры наружного воздуха

Здесь мы можем наблюдать как растет температура приточно воздуха после теплового насоса относительно наружной температуры. В среднем температура растет на 3 градуса.

Область максимальной эффективности работы теплового насоса представлена на рис. 11.

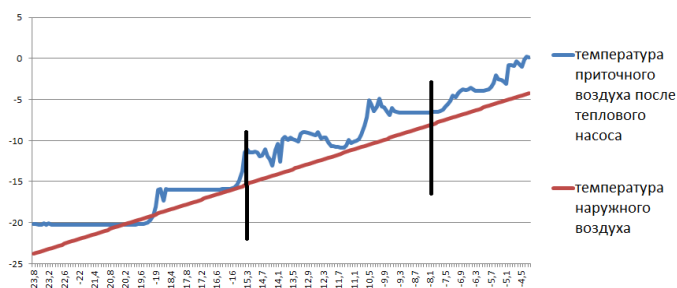


Рис. 11. Сравнение температур притока относительно температуры наружного воздуха

При температурном диапазоне от  $-15,3$  до  $-7,5$  °С, тепловой насос имеет максимальную эффективность.

Область прекращения процесса теплообмена представлена на рис. 12.

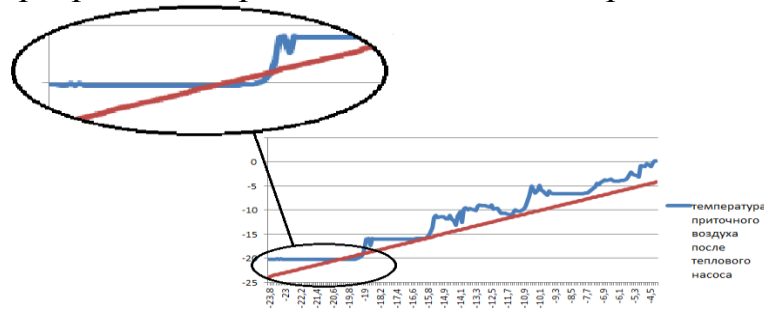


Рис. 12 Область прекращения процесса теплообмена

В выделенной области при достижении температуры наружного воздуха  $-20$  °С, снижается интенсивность теплообмена из-за того, что хладагент в холодильном контуре находится полностью в жидкой фазе. Для того чтобы процесс сдвинуть в область более низких температур, необходимо менять давление внутри холодильного контура.

Сравнение температур уходящего воздуха относительно внутренней температуры представлено на рис. 13.

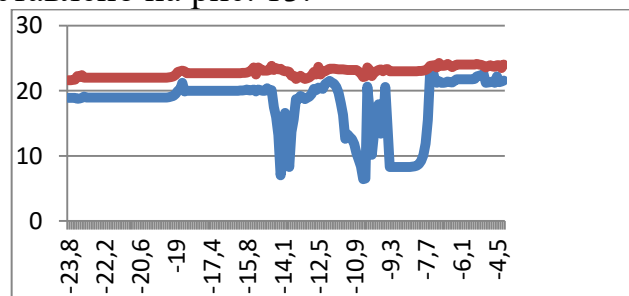


Рис. 13. Сравнение температур уходящего воздуха относительно внутренней температуры

На рис. 13 мы наблюдаем как тепловой насос забирает часть тепла у вытяжного воздуха.

Область эффективной работы теплового насоса представлена на рис. 14.

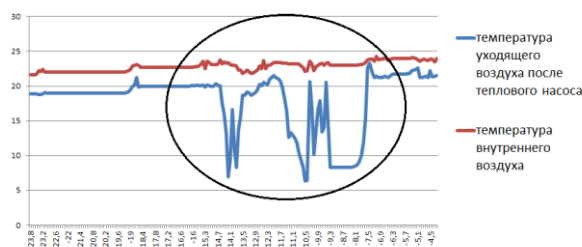


Рис. 14 Область эффективной работы теплового насоса

Как ранее говорилось, тепловой насос имеет максимальную эффективность в диапазоне температур от  $-15,3$  до  $-7,5$  градусов. Что мы здесь и наблюдаем. Для расширения диапазона температур, вероятно, нужно использовать другой хладагент.

Положительный результат показало использование теплового насоса с воздушным рекуператором. Так как тепловой насос эффективно понижает температуру наружного воздуха в установке кондиционирования, снижая при этом относительную влажность, что в итоге предотвращает обмерзания пластин рекуператора и расширение температурного диапазона работы установки.

### Список цитируемой литературы

1. Вишневский Е. П. Особенности обеспечения эффективной работы пластинчатых теплообменников рекуперативного типа в суровых климатических условиях // С.О.К. – 2005. – № 1.
2. М. Е. Дискин. Эффективность рекуперации теплоты в системах вентиляции при температурах наружного воздуха ниже температуры опасности обмерзания // АВОК. – 2004. – №4
3. Патент – 131458 РФ, МПК F24F 3/147. Установка для системы вентиляции и кондиционирования воздуха (варианты)/ Е. Э. Баймачев, С. С. Макаров, О. В. Шарова, А. В. Выгонец. ФГБОУ ВПО ИрГТУ. – N 2013109036/12; Заяв. 28.02.2013; Оpubл. 20.08.2013, Бюл. № 23.
4. Богословский В. Н. Теплофизика аппаратов утилизации тепла, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, - 1983.
5. Баймачев Е. Э., Макаров С. С. Моделирование термодинамического цикла теплового насоса для расширения температурного диапазона воздушного рекуператора//Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. - № 6.
6. R. Besant, C. Simonson, Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE)
7. Карпис Е.Е. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздэт, 1986.
8. Рекомендации по проектированию воздухоприготовительных центров с теплообменниками для утилизации тепла вытяжного воздуха. — М.: МНИИТЭП, 1983.

ГРНТИ 67.01.77  
УДК 624.046.4

Соболев Владимир Иванович\*, д.т.н., профессор  
Пинус Борис Израилевич\*, д.т.н, профессор  
Зеньков Евгений Вячеславович, к.т.н., доцент\*

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНЫХ ВИБРОИЗМЕРИТЕЛЕЙ**

Аннотация. В работе приведено описание методики вычисления уровня накопления дефектов зданий при помощи анализа величин параметров собственных колебаний, определенных бесконтактным способом, с использованием высокоточного лазерного виброизмерителя.

Abstract. The paper describes the method for calculating the level of accumulation of building defects by analyzing the values of the parameters of own vibrations determined by a contactless method using a high-precision laser vibration meter.

Ключевые слова: Лазерный виброизмеритель, собственные колебания, частотное отображение, форма колебаний, дефекты зданий.

Key words: Laser vibration meter, natural oscillations, frequency mapping, waveform, building defects.

Периодический мониторинг технического состояния зданий и сооружений – это безусловное требование государственного технического регламента «Безопасность зданий и сооружений». Необходимость такого мониторинга обусловлена неизбежным физическим износом зданий и требует создания системы технического обслуживания в течение планируемого срока эксплуатации.

Системный мониторинг особенно важен в отношении жилых зданий ввиду существенного возрастания риска для жизни людей, особенно при превышении расчетного (проектного) срока службы. Между тем, практическая реализация нормативных требований по оценке текущего технического состояния жилых зданий существенно затруднена из-за взаимно-связанных организационных, социально-экономических, технических и др. факторов. Не останавливаясь здесь подробно на первых двух из них, отметим, что техническое обследование сопряжено с определенными неудобствами для людей, что существенно затрудняет реализацию стандартных методов диагностирования (оценок).

Что касается традиционных технических аспектов мониторинга, (детальное обследование, отбор проб, испытание материалов, и др.), то их

использование объективно ограничено из-за недостаточной информативности для комплексной оценки надежности зданий. Кроме того, в расчетных обоснованиях такой оценки существуют значительные затруднения и противоречия с нормативным обоснованием расчетных моделей (например, отслоения наружных фактурных слоев, расслоения панелей по коррозируемым арматурным сеткам, структурной деградации газозолобетона и др).

Состояние несущих конструктивных элементов не позволяет осуществить выборочную оценку их прочностных и деформативных свойств, а нарушение сцепления арматуры и бетона делает проблематичным возможность их совместной работы.

Если учесть принципиальные отличия в состоянии панелей различной широтной ориентации, становится практически невозможной общепринятая методика оценки технического состояния таких объектов.

Предлагаемая в данной работе методика позволяет получить возможность комплексной оценки состояния сооружения, и, как следствие, оценить риски при возможных сейсмических воздействиях [1, 2].

Методика разработана на кафедре теоретической механики и сопротивления материалов совместно с кафедрой строительного производства и основана на вычислении уровня накопления дефектов зданий при помощи анализа величин параметров собственных колебаний, определенных бесконтактным способом, с использованием высокоточного лазерного виброизмерителя.

Лазерное отображение колебательного процесса при спектральном преобразовании позволяет оценить остаточную жесткость объекта, что является количественной мерой накопленных дефектов, износа и повреждений. При этом аналитическая оценка жесткости основана на экспериментальных значениях собственных частотных параметров, соответствующих колебаниям низшего тона, и, как следствие, минимально отягощена вычислительными погрешностями.

Методика позволяет дистанционно, количественно и во временном интервале оценивать кинетику изменения технического состояния зданий без причинения каких-либо неудобств для проживающих людей. При этом высокая точность измерений обеспечивается техническими возможностями лазерного виброизмерителя RSV-150 (“Политэк”, Германия), отсутствие промежуточных звеньев (датчиков, соединительных кабелей и т.п.). Высокая чувствительность (до доли микрон) позволяет проводить замеры собственных колебаний здания при очень слабых ударных воздействиях.

Методика апробирована при обследовании нескольких зданий серии 1-335с в г. Иркутске, что позволило ранжировать их техническое состояние по величине остаточной жесткости.

Особенность проведенных испытаний состоит в том, что здания эксплуатируются с 1960 г. без каких-либо ремонтно-защитных мероприятий

и имеют многочисленные (типичные для домов этих серий) дефекты [1]. Приведем краткое описание алгоритма определения искомых величин.

Известно, что собственные колебания здания по первой колебательной форме можно описать уравнением вида

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + r \cdot x = 0$$

где  $r$  - жесткость здания, а  $m$  - приведенная масса здания [3, 4]. Частоты собственных колебаний по первой форме (частота основного тона) определяется в виде

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{r}{m}}; \quad (1)$$

Пусть  $\omega_{1И}$  - частота колебаний здания с дефектами, определенная при инструментальных замерах, а  $\omega_{1П}$  - проектная частота здания, которая определена при отсутствии дефектов здания. Тогда

$$\omega_{1И} = \sqrt{\frac{r_{И}}{m}} \quad (2)$$

$$\omega_{1П} = \sqrt{\frac{r_{П}}{m}}, \quad (3)$$

где  $r_{И}$ ,  $r_{П}$  - значения жесткости здания, полученное инструментально при наличии дефектов и значения жесткости, полученное при проектировании жесткости, полученное при проектировании, т.е. при отсутствии дефектов. Отношения частот  $\frac{\omega_{1И}}{\omega_{1П}}$  определяет относительную величину жесткости дефектного здания по отношению к зданию без дефектов.

Используя формулы (2) и (3) имеем

$$\frac{\omega_{1И}}{\omega_{1П}} = \frac{\sqrt{r_{И}} \cdot \sqrt{m}}{\sqrt{m} \cdot \sqrt{r_{П}}} = \frac{\sqrt{r_{И}}}{\sqrt{r_{П}}} \quad (4)$$

Возведя обе части равенства (4) в квадрат, получаем

$$\left( \frac{\omega_{1И}}{\omega_{1П}} \right)^2 = \frac{r_{И}}{r_{П}} \quad (5)$$

Правая часть равенства (5) отражает относительную величину остаточной жесткости по отношению к исходной в долях единицы.

Величина  $\omega_{II}$  получена при помощи измерений. При этом величины перемещений или скоростей подвергаются спектральному преобразованию, которое выполняется программным обеспечением прибора RVS-150 и из них определяется минимальная величина, отсутствующая в замере шумов. Таким образом, показания прибора используются для определения относительной величины остаточной жесткости, а также потери жесткости, определяющей уровень накопления дефектов.

Точность измерений (до долей микрон) позволяет использовать малые ударные воздействия, что исключает риск обрушения дефектных конструкций и гарантирует линейность колебательных процессов, примененную в проектировании и расчете зданий при определении частот собственных колебаний.

По приведенной методике с использованием описанного лазерного оборудования и результатов замеров, приведенных выше, получены результаты обследования шести зданий серии 335 г. Иркутска позволяющие сделать оценку потери жесткости и суммарных накоплений дефектов в конструкциях зданий. Полученные результаты сопоставимы с результатами детальных обследований, проведенных ранее. Для зданий наиболее ранней застройки величины потерь жесткости достигают более пятидесяти процентов, что говорит о чрезвычайном износе несущих конструкций зданий.

Использование лазерного оборудования имеет следующие преимущества:

- Позволяет оперативно отображать собственные и вынужденные стационарные и нестационарные колебательные процессы в конструкциях и устройствах бесконтактным способом с высокой степенью точности с сохранением данных в цифровом виде в персональном компьютере;
- Отсутствие датчиков и соединительных кабелей исключает наличие погрешностей в замерах, обусловленных дефектами соединений, креплений и влияния сопротивления проводных линий на результаты;
- Отсутствие необходимости крепления датчиков и прокладки кабельных соединений позволяет очень быстрое получение отображений колебательных процессов, поскольку затраты времени требуются лишь для наведения лазерного луча на объект и на проведение самого замера;
- Высокая чувствительность и точность измерений (до долей микрон) колебательных процессов позволяет проводить обследования зданий при очень малых ударных воздействиях, исключающих повреждение конструктивных элементов;
- Формирование суммарной (комплексной) количественной оценки уровня потери безопасности зданий и сооружений на основе измерений собственных динамических параметров;



Разработанная методика позволяет проводить обследования промышленных и гражданских зданий и сооружений, опасных производственных объектов. С использованием указанного лазерного виброизмерителя также возможно проведение мониторинга виброактивности машин, оборудования и инженерных конструкций с последующей оценкой их состояния. Технология и оборудование применены при исследовании виброактивности различных технических объектов.

### **Список цитируемой литературы:**

1. Пинус Б.И., Моргаев Д.Е. Оценка остаточного ресурса сейсмостойкости зданий серии 1-335 кс в городе Иркутске. Тезисы докладов V Российской Национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию с межд. участием / Центр исследований сейсмостойкости сооружений. - М.: ГУП ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2003 –С.81.
2. Соболев В.И. Расчёт многоэтажных зданий, различных конструктивных систем на горизонтальное сейсмическое воздействие с учётом пространственного деформирования // Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов: Труды XVIII Межд. конференции, том 1. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2000. – С 17.
3. Снитко Н.К. Динамика сооружений. Госстройиздат, 1960. – 357 с.
4. Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс. Стройиздат, 1969 – 371 с.

ГРНТИ 67.11.59

УДК 69.059

Соболев Владимир Иванович\*, д.т.н., профессор  
Чупина А. В.\*, студентка группы ГСХБ-16-1

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ, ОСНАЩЕННЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ ФУНДАМЕНТАМИ**

Аннотация: Проведен обзор средств сейсмоизоляции многоэтажных зданий. Сделан вывод о целесообразности использования кинематических фундаментов скольжения и использовании дискретных расчетных схем в расчете зданий, оснащенных такими фундаментальными на сейсмические воздействия.

*Ключевые слова: расчетные схемы, многомерные модели, уравнения Даламбера, конечные разности, кинематические фундамент.*

## THE MODELING OF SEISMIC ISOLATION EQUIPPED WITH KINEMATIC BASES

Annotation: The reviewed of seismic isolation of multi-storey buildings. The conclusion about the expediency of using the kinematic slip foundations and the using of discrete computational schemes in the calculation of buildings equipped with such fundamental seismic effects.

*Keywords: the design scheme, the multidimensional model, the equations of D'Alembert, the finite difference, the kinematic foundation.*

Сейсмостойкое строительство - строительство, осуществляемое в районах, подверженных землетрясениям. Проектирование зданий и сооружений в таких условиях выполняется с учётом динамических нагрузок, обусловленных сейсмическими воздействиями.

Для измерения силы землетрясения используют шкалу магнитуд и шкалу интенсивности. В России и в некоторых других странах принята 12-балльная шкала Медведева – Шпонхойера – Карника (MSK-64). [1,2,6].

Учитывая, что землетрясения (особенно сильные) происходят сравнительно редко, нормами допускается возможность повреждения элементов конструкций, не представляющих угрозы для безопасности людей или сохранности ценного оборудования [4].

В 1906 г. Фусокати Омори (Fusakichi Omori), 1868-1923, японский сейсмолог и вулканолог, один из создателей сейсмологии как точной науки, провел серию экспериментов по определению сейсмических сил, возникающих в кирпичных столбиках, расположенных на платформе, подвергающейся горизонтальным гармоническим колебаниям. В процессе увеличения интенсивности колебаний столбики доводились до разрушения, при этом фиксировались наибольшие ускорения и определялись соответствующие инерционные силы. При этом столбики считались недеформируемыми. Таким образом, для любого столбика ускорение в любой точке принималось равным ускорению основания. Эти положения легли в основу статической теории сейсмостойкости.

Дальнейшее развитие статической теории, основано на учете деформируемости сооружений при колебаниях. Попытки учета деформитивных и инерционных свойств зданий привели к применению, так называемой, одномерной деформируемой консольной расчетной схемы состоящий из массы  $m$ , сосредоточенной в некоторой точке расположенной на упругом деформируемом стержне.

Динамические свойства такой системы могут быть описаны дифференциальным уравнением вида:

$$m\ddot{x}+rx=0 \quad (1),$$

где  $m$  – также масса,  $x$  - перемещения точки сосредоточения массы,  $\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$ ;  $r$  – жесткость сооружения.

Вынужденные колебания системы при произвольных воздействиях  $f(t)$  описываются уравнением вида:

$$m\ddot{x} + rx = f(t) \quad (2)$$

### 1.Спектральная теория сейсмостойкости

Дальнейшим этапом в истории развития теории сейсмостойкости явилась спектральная теория, в основу методики расчета положены так называемые расчетные спектры реакций различных реальных землетрясений. Для расчета на сейсмические воздействия использую нормативную спектральную кривую.

Сочетание инерционности и упругости такой модели приводит к формированию ее динамических свойств, которые в некоторой степени приближения свойственны реальным сооружениям. Нормативная спектральная кривая, полученная на основе статического обобщения многочисленных экспериментальных данных. Нормативную спектральную кривую можно рассматривать как кривую, соответствующую некоторому "эталонному" землетрясению. В действительности каждое реальное землетрясение (см. рис 1.) имеет различные особенности, отличающие его от "эталонного".

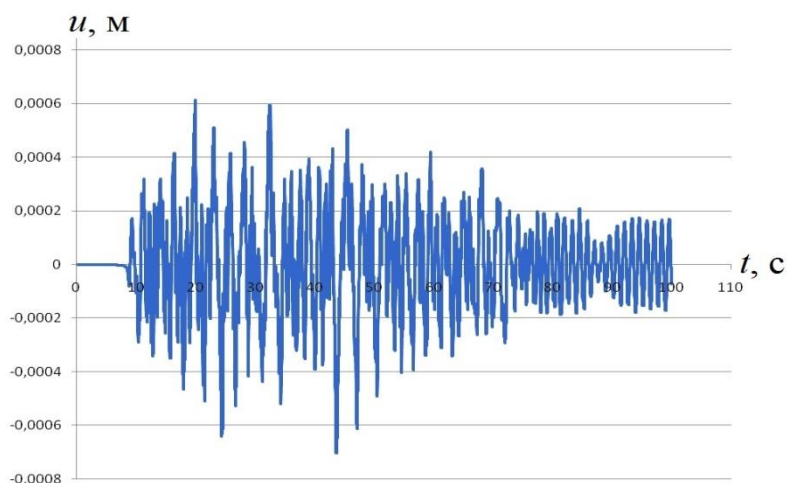


Рис 1. Фрагмент записи перемещений (сейсмограммы) грунтовой массы в горизонтальном направлении;  $u$  - перемещения в метрах,  $t$  - время в секундах

Сейсмоизоляция – это снижение сейсмических нагрузок на сооружение за счет использования специальных конструктивных элементов или устройств.

Такие устройства позволяют понижать сейсмические нагрузки на основе следующих эффектов:

– Понижение жесткости сооружения, что приводит к уменьшению восстанавливающей силы, а значит и к уменьшению динамической реакции при ограниченных перемещениях основания.

– Увеличение диссипативных свойств сооружения, приводящих к уменьшению восстанавливающей силы на ветви разгрузки [3,5]. Увеличение диссипативных свойств здания приводит к увеличению энергетической отдачи в процессе колебаний коррелируется с площадью петли гистерезиса в процессе цикла колебаний.

– Использование специальных выключающихся элементов при определенном уровне относительных перемещений.

– Использование эффектов проскальзывания, качения, и различных кинематических преобразований, ограничивающих величину сейсмического воздействия.

Зачастую обеспечение пониженной жесткости осуществляется за счет использования специальных податливых элементов или устройств, обладающих достаточно большой прочностью в условиях уровня заданных сейсмических воздействий. Это чаще всего реализуется за счет комбинации в устройствах различных конструктивных элементов, обладающих определенными свойствами. К таковым относятся пружинные опоры.

**Пружинные опоры** выполняются для сейсмоизоляции невысоких зданий и сооружений, не передающих на фундамент значительных статических нагрузок. Понижение интенсивности сейсмических воздействий осуществляется за счет малой жесткости металлических пружин, закрепленных между верхней и нижней пластинами опоры.

**Резинометаллические опоры.** В настоящее время в строительной практике используется несколько вариантов резинометаллических опор: французский, новозеландский, американский, итальянский и др. Несмотря на конструктивные различия опор, в целом это система чередующихся стальных листов с неопреном (фторопластом) со свинцовыми (Новая Зеландия и Япония) или резиновыми (США) сердечниками. Для предотвращения чрезмерной осадки зданий под нагрузкой от собственного веса, опоры выполняют жесткими в вертикальной плоскости и, в то же время, чтобы обеспечить возможность упругого бокового перемещения, с малой жесткостью в горизонтальной плоскости.

Благодаря упругим свойствам неопрена, опоры обладают высокой прочностью при сжатии, растяжении и кручении. Гарантированный срок службы опор составляет около 50 лет, что для многих строительных конструкций, учитывая время их эксплуатации, является явно недостаточным. Из-за большой жесткости они малоэффективны при больших значениях закручивающих усилий, связанных с наличием эксцентриситета между центром масс и центром жесткости строительного объекта. Они малоэффективны также при больших значениях вертикального сейсмического воздействия.

Среди многочисленных сейсмоизолирующих устройств следует особо выделить класс опорных кинематических фундаментов (ОКФ) как сравнительно простой в техническом решении, удовлетворяющий производственным требованиям строительства.

ОКФ осуществляют подвижность здания или сооружения относительно стационарного опорного монолитного или сборного фундамента, жестко связанного с грунтом. Эта цель достигается с помощью опорных элементов (ОЭ) – тел вращения определенной формы и конфигурации, на которые опирается основное сооружение. При достижении определенного уровня возбуждения на плите фундамента ОЭ получают возможность создавать движения здания относительно грунта. Недостатком этого технического решения является то, что с увеличением этажности, соответственно и нагрузки, возникают концентрации напряжений в зонах установки кинематических опор, что приведет к дополнительному расходу материала на усиление этих зон. Также с ростом этажности прочность и устойчивость кинематических опор могут оказаться недостаточными, а сами опоры – нерациональными.

Подвесные фундаменты. Такая система должна была снижать как горизонтальные, так и вертикальные колебания. Однако опыты Туркменского института сейсмостойкого строительства не подтвердили предполагаемые большие значения периодов собственных колебаний здания, была отмечена сравнительно большая жесткость конструкции.

Устройства со скользящим поясом. Все сейсмоизолирующие системы такого типа конструктивно выполнены в виде верхнего и нижнего опорных элементов, между которыми размещен изолирующий слой из материалов минерального происхождения – песок, глина и т. д., или синтетических прокладок с низким значением коэффициента трения, например, фторопласта.

К таким устройствам относятся системы, использующие внешние силовые воздействия для понижения сейсмических реакций. Спектр таких систем достаточно разнообразен, при этом могут использоваться различные энергетические источники и механизмы воздействия.

#### Заключение

Среди различных методов сейсмозащиты многоэтажных зданий определенными преимуществами обладают системы основанные на эффектах качения и проскальзывания. Расчеты таких систем не могут быть выполнены на основе традиционных методов спектральных преобразований, поскольку названные системы не являются элементами сооружений в понятиях строительной механики. Кроме того использование подобных систем приводит к нарушению линейности динамических процессов. Очевидно, что моделирование динамики сооружений, оснащенных такими устройствами, может быть выполнено на основе конечноразностных методов, позволяющих гибкую реализацию вычислительного процесса с учетом названных особенностей систем сейсмозащиты.

### Список цитируемой литературы:

1. Айзенберг Я. М. Сейсмоизоляция высоких зданий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №4, 2007 С. 41-43.
2. Борджес Д. Ф., Равара А. Проектирование железобетонных конструкций для сейсмических районов. - М.: Стройиздат, 1978.-135 с.
3. Пальмов В.А. Колебания упругопластических тел. – М.: Наука. 1976. – 328 с.
4. СНиП II -7-81. Строительство в сейсмических районах. М.:Госстрой России, 2000 318 с.
5. Соболев В.И., Готовский С.И. Динамика сейсмических проявлений в многоэтажных зданиях, оснащенных кинематическими фундаментами // Проблемы механики современных машин: Материалы второй международной конференции. – ВСГТУ. – Улан-Удэ, 2003. –Т.2 – 6 с.
6. Уздин А.М. и др. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. СПб, 1993 176 с.

ГРНТИ 67.53.17

УДК 628.35

Тангатова Туяна Пурбуевна\*, аспирант гр. аВК-18-1

Ковалькова Мария Викторовна\*, магистрант гр. ВВм-17-1

Василевич Эльвира Эрнстовна\*, к.т.н., доцент кафедры ИКиСЖ

\* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

### ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА МИКРООРГАНИЗМЫ АКТИВНОГО ИЛА ПРИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

*Аннотация:* В данной статье ионные жидкости исследованы в качестве стимуляторов интенсификации биологической очистки сточных вод. Было обнаружено, что ионные жидкости, вводимые в активный ил благоприятно воздействуют на микроорганизмы активного ила.

In this article ionic are studied asstimulators of biological wastewater treatment intensification. It was found that ionic liquids beingintroduced into the active sludge favorably influence the microorganismsof the activated sludge.

*Ключевые слова:* активный ил, ионные жидкости, биологическая очистка, сточная вода, аэротенк, изолят из активного ила *Micrococcus luteus*, общее микробное число (ОМЧ).

*Key words: active sludge, ionic liquids, biological treatment, wastewater, aeration tank, isolate from the active sludge Micrococcus luteus, total bacterial count (TBC).*

Проблема расширения химического производства тесно связана с проблемой полной очистки сточных вод и снижения отрицательного воздействия их на окружающую природную среду.

В практике обезвреживания сточных вод химических производств широко применяют метод биологической очистки, основанный на способности гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве источников питания разнообразные неорганические и органические соединения, подвергая последние биохимическим превращениям. Известно, что ни одно из органических соединений, образующихся в результате жизнедеятельности различных организмов, не накапливается на Земле. Важную роль в превращении этих органических соединений играют микроорганизмы. Многообразие их биохимических функций привело к формированию «доктрины катаболической безотказности микробов», так как любое органическое соединение, имеющееся в природе, используется какими либо микроорганизмами.

Развитие химической науки и производства, синтез сложных органических соединений неприродного происхождения, не имеющих аналогов в природной среде, поставили в число первоочередных научных и практических задач в области очистки сточных вод разработку методов полной очистки производственных сточных вод с предотвращением их попадания в водоемы. Широкое распространение получил биологический метод с использованием процесса метаболизма бактерий активного ила, т. е. использование ферментов, которые необходимы для метаболизма в данных условиях, в присутствии специфического органического соединения или комплекса органических соединений. Поэтому учитывается не только способность микробов к синтезу ферментов, но и возможность изменения их активности. Именно использование свойств адаптации бактерий активного ила позволяет успешно решить вопросы биологической очистки сточных вод [1, 2].

Внедрение в производство достижений науки и техники, появление новых технологий, энергетических источников связано с большими энергетическими затратами и загрязнением окружающей среды. Ионные жидкости частично могут решить эти проблемы. Ионные жидкости – это огромный класс соединений, число которых лимитировано определенными составляющими ионами. Ионные жидкости известны еще с 1914 г., когда русский ученый П. Вальден получил первую ионную жидкость с температурой плавления 120С. Первая же публикация вышла в 1888 г., в которой сообщалось о получении этаноламмоний нитрата с температурой плавления 52–550С. С 1940 по 1980 гг. были синтезированы самые разные

ионные жидкости. С 1990 г. быстрыми темпами интерес к ним стал возрастать [3, 4]. Ионные жидкости – низкотемпературные расплавы органических солей, состоящие из объемных органических катионов и неорганических или органических анионов [5]. Сейчас в литературе описано около 500 ионных жидкостей, и они стали широко применяться в различных сферах, в том числе биологических и биотехнологических процессах. Ионные жидкости показали способность растворять белки, углеводы, ферменты, ДНК и другие природные соединения и биомолекулы, которые в обычных растворителях растворяются плохо или быстро теряют свои свойства. При этом многие ионные жидкости увеличивают эффективность, активность и селективность ферментативных реакций, повышают термическую стабильность белков, позволяя в течение длительного времени сохранять их специфичные свойства. Немаловажным преимуществом использования ионных жидкостей является низкое давление насыщенных паров, негорючесть, высокая термическая и химическая устойчивость. Взаимодействие между ионными жидкостями и биомолекулами в настоящее время всесторонне изучается, однако связь между строением аминокислот, пептидов и белков и необычными свойствами, проявляемыми ими в системах на основе ионных жидкостей, остается неисследованной. Природа и последовательность аминокислот во многом отвечают за индивидуальные характеристики белковых молекул, поэтому исследование взаимодействия между ионными жидкостями и пептидами позволит получить важную информацию о стабильности белков и расширит возможности их применения в биотехнологии, химической и фармацевтической промышленности. Изучение биологических молекул в ионных жидкостях в отсутствие других растворителей является важной и одновременно сложной задачей, требующей соответствующих методологических подходов.

Важным этапом биотехнологических процессов является селективное выделение и очистка биомолекул. В качестве альтернативы низкокипящим органическим растворителям в процессах выделения и очистки с недавнего времени часто применяют ионные жидкости, обладающие превосходной растворяющей способностью, а также оказывающие активирующее/стабилизирующее воздействие.

Новые ионные жидкости. С 1980-х гг. известны следующие ионные жидкости: пиридиниевые, имидазолиевые, полиалкиламмониевые. К новым ионным жидкостям относятся гуанидиниевые, пиперидиниевые, пирролиевые, пирролидиниевые, морфолиновые, холиниевые, пиперазиниевые, тиазолиевые и др. [3].



В Институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН были исследованы биологически активные трис-(2-гидроксиэтил) аммониевые ионные жидкости (ИЖ) общей формулы  $[N(CH_2CH_2OH)_3N]^+ \cdot -O(O)CCH_2YAr$  (где Ar=арил; Y=O, S, SO<sub>2</sub>) в качестве стимуляторов роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (концентрация  $10^{-4}$ – $10^{-8}$  % масс) [6].

В настоящей работе рассматривается анализ воздействия синтетических стимуляторов (ИЖ) на микроорганизмы, входящие в состав активного ила. Для этого были проведены опыты на динамику роста изолята из активного ила *Micrococcus luteus*, а также влияние ионных жидкостей на общее микробное число (ОМЧ) активного ила.

Представленные опыты проведены с пятью ионными жидкостями, формулы которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Формулы ионных жидкостей

№	Брутто формула	Мол. вес	Т. пл, °С
1	$C_{14}H_{22}ClNO_5S$	351.88	77-78
2	$C_{14}H_{22}ClNO_7S$	383.88	92-94
3	$2-C_{14}H_{22}ClNO_6$	335.78	80
4	$4-C_{14}H_{22}ClNO_6$	335.78	80-82
5	$C_{16}H_{24}N_2O_5S$	356.45	92-93

Результаты спектрофотометрического определения оптической плотности проб при концентрации ионных жидкостей в  $10^{-6}$  в среде МПБ (мясопептонном бульоне) приведены на рисунке 1.

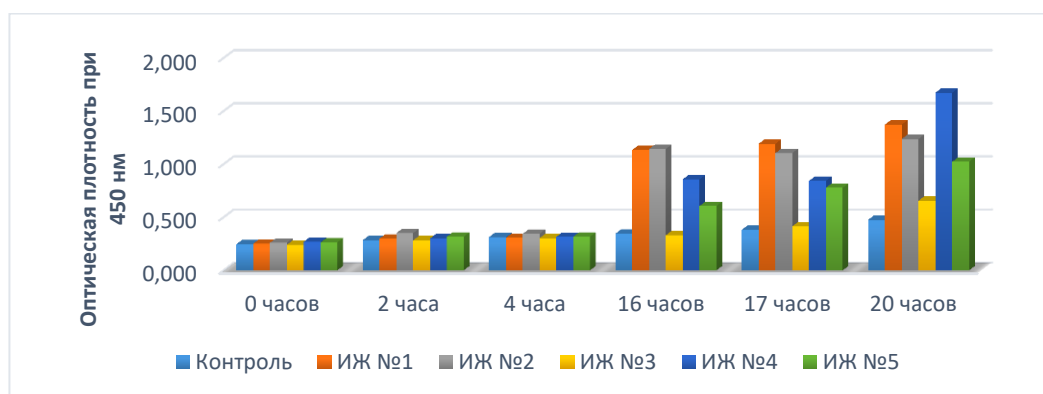


Рисунок 1 – Диаграмма определения влияния ионных жидкостей на динамику роста изолята из активного ила *Micrococcus luteus*

Сравнив скорость роста численности штамма, можно сделать вывод, что микроорганизмы в пробах с ионными жидкостями уже на 16 часу начинают проявлять себя как хороший стимулятор увеличения численности микроорганизмов. Например, у пробы с ионной жидкостью № 4 численность микроорганизмов резко подскакивает на 20 часу. Ионные жидкости №2 и №5 тоже показывают хорошие результаты, на протяжении всех часов измерения оптической плотности. Ионная жидкость №3 также стимулирует динамику

роста, но менее активна, потому что по сравнению с контролем разница в численности прироста не велика.

По результатам данных экспериментов были выбраны ионные жидкости №1 и №4, так как они проявили себя как хорошие стимуляторы активного ила. В дальнейшем исследования проводились с концентрациями в пределах  $10^{-2}$ - $10^{-4}$  % масс [7].

По результатам исследования влияния ИЖ №1 и №4 на ОМЧ активного ила видно, что при добавлении ИЖ с концентрацией  $10^{-3}$  % масс общее микробное число начинает увеличиваться по сравнению с концентрациями  $10^{-2}$  и  $10^{-4}$ , где можно заметить ингибирующий эффект, количество образовавшихся бактерий намного меньше, чем количество бактерий, появившихся в контроле. Увеличился титр в пробе с ИЖ №4 ( $\sim 10^{-3}$  % масс) на 13 % по сравнению с контрольной пробой.

Проведенные эксперименты показали, что синтезированные соединения (ИЖ) в той или иной степени проявляют биологически активные свойства по отношению к биоценозу активного ила. Результаты опытов свидетельствуют о возможности использования ионных жидкостей в качестве препарата, стимулирующего работу активного ила при биологической очистке сточных вод.

### Список цитируемой литературы

1. Василевич Э.Э., Носик Т.В. Возможности интенсификации биологической очистки городских сточных вод // Иркутск, 2009 Изд. ИрГТУ Материалы всероссийской научно-практической конференции «Инженерное оборудование населенных мест и зданий» [электронный ресурс]. Иркутск: ГОУ ВПО ИрГТУ, 2009.

2. Василевич Э.Э., Лапковский А.А., Чернуха Е.С. Особенности направленной биодеструкции загрязнений в бытовых и промышленных сточных водах // Стратегические проекты освоения водных ресурсов Сибири и Арктики в XXI веке: концептуальное мышление и идентификация личности: сборник докладов Международной научно-практической конференции. Том 1 –Тюмень: РИО ФБГОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2012- с.39-42.

3. Кустов Л.М. Ионные жидкости – прорыв в новое измерение? // Химия и жизнь. 2007. №11. С. 36-41.

4. Игнатъев Н.В., Вельц-Бирман У., Вильнер Х. Новые перспективные ионные жидкости // Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2004. Т. XLVIII, №6. С.36-39

5. Шведене Н.В., Чернышев Д.В., Плетнев И.В. Ионные жидкости в электрохимических сенсорах // Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. LI, №2. С. 80-91.

6. Привалова Е.А., Тигунцева Н.П., Адамович С.Н., Мирсков Р.Г., Мирскова А.Н. Трис-(2-гидроксиэтил) аммониевые ионные жидкости - новые биостимуляторы роста спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* //

Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 11 (106). С. 136-141.

7. Tuyana Tangatova, Tatyana Bayanduyeva, Elvira Ernstovna, and Sergey Adamovich. Intensification of biological wastewater// MATEC Web Conf. Volume 212, 2018. 2018 International Scientific Conference “Investment, Construction, Real Estate: New Technologies and Special-Purpose Development Priorities” (ICRE 2018) <https://doi.org/10.1051/matecconf/201821201017>

ГРНТИ 06.01.

УДК 69:003

Тарбеева Евгения Андреевна\*, магистрант  
Добышева Татьяна Васильевна \*, к.э.н., доцент кафедры ЭУН  
\*Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Иркутский национальный  
исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

### **ИСТОЧНИКИ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ**

Аннотация. В статье рассмотрены основные источники инвестирования в жилищное строительство, причины отказа от долевого строительства, особенности проектного финансирования как основного источника инвестирования строительной отрасли в РФ.

Abstract. The article discusses the main sources of investment in housing construction, the reasons for refusal to share construction, especially project financing as the main source of investment in the construction industry in the Russian Federation.

Ключевые слова: Источник инвестирования, доленое строительство, проектное финансирование.

Keywords: Source of investment, equity construction, project financing.

Значительной особенностью строительной отрасли является высокая стоимость возводимого объекта, которая ограничивает строительные предприятия в использовании собственного капитала. Доля собственных средств в инвестировании жилищного строительства значительно невелика, по некоторым данным она составляет 10-15%.

Темпы жилищного строительства непосредственно зависят от поступления инвестиционных средств. Важную роль здесь играют инвесторы, которые в большинстве случаев выступают и как генподрядчики, и как застройщики. Современный инвестор не может обойтись без главного «финансиста» - граждан, которые стремятся улучшить свои жилищные условия.

Инвестирование жилищного строительства ведётся из пяти основных источников:

- заёмные средства кредитных учреждений;
- собственные средства компаний;
- государственные заказы на строительство;
- выпуск облигационных займов;
- средства, привлекаемые от заключения договоров долевого строительства;

Заёмные средства финансовых учреждений могут привлекаться в жилищное строительство двумя основными путями: [2,С. 21-26]

- прямое кредитование строительных организаций кредитными учреждениями;
- ипотечное жилищное кредитование;

Ипотечное кредитование - представляет собой кредитование для покупки или строительства недвижимости, которое одновременно оформляется в залог банку пока заёмщик полностью не выплатит сумму долга и причитающиеся проценты.

Ипотека – это залог в виде недвижимости независимо для каких целей оформляется данный залог.

В соответствии с Федеральным законом от 16 июля 1998 г. №102-ФЗ «Об ипотеке (залоге недвижимости)», по договору об ипотеке одна сторона - залогодержатель, являющийся кредитором по обязательству, обеспеченному ипотекой, имеет право получить удовлетворение своих денежных требований к должнику по этому обязательству из стоимости заложенного недвижимого имущества другой стороны - залогодателя преимущественно перед другими кредиторами залогодателя, за изъятиями, установленными Федеральным законом.

Финансовые средства кредитных учреждений, которые предоставляются физическим лицам в рамках договора ипотечного кредитования, могут быть вовлечены в строительный процесс.

Распространённой формой привлечения средств юридических лиц в жилищное строительство стал выпуск облигационных займов. В данной схеме граждане постепенно накапливают средства на приобретение недвижимости путём покупки облигаций. После накопления необходимого количества облигаций граждане могут обменять их на жильё.

Распространённым случаем облигационного займа с целью инвестирования в жилищное строительство является выпуск и продажа накопительных жилищных сертификатов. [1,С.241-243]

Жилищные сертификаты – это ценная бумага, номинальная стоимость которой выражена в единицах общей площади (для жилья) и в его денежном эквиваленте, которая предоставляет их владельцам право на приобретение в собственность квартиры в многоквартирном жилом доме, построенном за счёт средств полученных от размещения таких сертификатов.

Планируемый результат для застройщиков от реализации жилищных сертификатов - гарантированный сбыт жилья, получение финансирования на весь объём строительно-монтажных работ.

*Алгоритм финансирования с использованием жилищных сертификатов:*

1. Первоначальное приобретение инвестором жилищных сертификатов;
2. Эмитент ежемесячно публикует списки квартир, строящихся по программе жилищных сертификатов
3. Оборот жилищных сертификатов на рынке
4. Инвестором набрано 70 % жилищных сертификатов от полного пакета;
5. Эмитент заключает с инвестором договор долевого участия в строительстве жилья на конкретную квартиру с указанием сроков оплаты стоимости квартиры;
6. Дальнейшее приобретение сертификатов или участие в программе ипотечного кредитования;
7. Заключается договор о передаче инвестору в собственность объекта недвижимости, указанного в жилищном сертификате.

Большое количество застройщиков предпочитают использовать именно жилищные сертификаты для привлечения средств. Существует значимая разница между сертификатами и облигациями: первые привязаны к строящемуся объекту недвижимости, а вторые привязаны к строительной организации. Прозрачность и понятность для покупателя являются одними из главных достоинств жилищного сертификата.

Следующим источником инвестирования в жилищное строительство является долевое финансирование строительства - оно заключается в прямом финансировании деятельности застройщика покупателями - будущими владельцами жилой недвижимости. На протяжении всего строительного периода на счёт застройщика поступают денежные средства без уплаты процентов банку, что позволяет реализовывать квартиры по меньшей стоимости. Застройщики более низкими ценами на этапе котлована увеличивали поток покупателей, а затем постепенно повышали стоимость с завершением строительства. Таким образом, стороны имели преимущество сниженной цены итогового продукта.[3,С.136]

В России долевое финансирование более двадцати лет является главным способом финансирования жилищного строительства и существует множество проблем связанных с этим. Одной из основных проблем стало появление большого количества обманутых дольщиков. По данным Минстроя, на 1 июля 2017 года в России насчитывалось от 46 до 122 тысяч обманутых дольщиков.[4]

Для того чтобы стабилизировать ситуацию на рынке строящейся недвижимости была утверждена программа перехода от долевого строительства к проектному финансированию. По поручению президента РФ было законодательно закреплено, что период с 1 июля 2018 года объявлен

переходным от долевого строительства к проектному финансированию и продлится он в течение трёх лет. В результате реформ будут проработаны и закреплены границы банковского проектного финансирования как единственного способа кредитования строительной отрасли. Первое изменение уже вступило в силу с 1 июля 2018 г.[4]

Под проектным финансированием понимается инвестиционная операция, связанная с производительными капиталовложениями, созданием или наращиванием финансовых и производственных мощностей инвесторов.

Согласно изменениям в ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости...» от 30.12.2004 № 214-ФЗ застройщикам запрещается привлекать к своим работам средства граждан. Строительным предприятиям придётся либо обходиться собственными средствами (что практически нереально), либо брать денежные средства в кредитных организациях. Граждане также смогут приобретать недостроенное жильё, но оплаченные средства теперь будут храниться на специальных эскроу-счетах. В случае невыполнения застройщиком своих обязательств, покупатели просто возвращают свои средства с эскроу-счетов.

Отличительной особенностью проектного финансирования как способа кредитования строительной отрасли является наличие определённого круга участников - главным из них в сделках проектного финансирования является банк, поскольку он организует и контролирует весь процесс привлечения инвестиций в проект. Основная часть рисков при проектном финансировании ложится на банк-кредитор. Вторым участником является спонсор проекта - это учредитель проектной компании, осуществляющей её финансирование и выступающий поручителем или гарантом по обязательствам проектной компании перед банком. Третий участник это инициатор проекта, т.е. юридическое лицо, подающее заявку в банк на получение проектного кредита.

Преимуществами проектного финансирования являются: возможность реализации проектов при ограниченном объёме собственных финансовых ресурсов; использование профессионального потенциала банка-кредитора; повышение репутации при успешной реализации проекта; ограниченная ответственность сторон, реализующих проект перед кредиторами.

К недостаткам сделок по проектному финансированию можно отнести: жёсткий контроль за деятельностью заёмщика; повышенный процент по кредиту в связи с высокими рисками для кредиторов; длительный период времени от подачи заявки на получение кредита до принятия решения о его выдаче, в связи с оценкой проекта, его доработкой и корректировкой; риск, что кредитор может стать фактическим владельцем проекта. Это происходит в случае, если кредитор конвертирует долги по проектному финансированию в акции проектной компании.

По проектному финансированию источником возврата является прибыль по проекту.

Можно сказать о том, что самым благоприятным исходом стало бы не полное запрещение долевого финансирования строительства, а лишь ужесточение требований к компаниям - застройщикам, желающим продавать жилье.

Таким образом, самым выгодным источником инвестирования в жилищное строительство является договор долевого участия, но на данный момент времени в России происходит переход долевого строительства к проектному финансированию. В целом, изменения, произошедшие в законодательстве в сфере жилищного строительства должны иметь положительные последствия. Все риски распределяются между компанией-застройщиком и банком, сделки станут прозрачными, прекратится постоянное появление обманутых дольщиков.

#### **Список цитируемой литературы**

1. А.Н. Асаул и др. Экономика недвижимости: учебник для вузов. - 3-е изд., исправл. / А. Н. Асаул, С. Н. Иванов, М. К. Старовойтов. - СПб.: АНО «ИПЭВ». 2009. – С. 241-243
2. Т.В. Добышева, О.В. Шаронова. Источники инвестирования в жилищное строительство в РФ и на территории Иркутской области. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 2 (13). С. 21-26
3. И.А. Харитоновна, Т.О.Пинчук. Причины отмены долевого финансирования строительства жилой недвижимости и перехода на проектное финансирование. Молодежный вестник ИрГТУ. № 3 (8). 2018. С.136
4. Иван Карякин «Плюсы и минусы отмены долевого строительства», 04.01.2018, [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/89/18344/> (5.11.18).

ГРНТИ 67.53

УДК 69

Толстой Михаил Юрьевич\*, к.т.н., заведующий кафедрой инженерных коммуникаций и систем жизнеобеспечения, к.т.н.  
Туник Александр Александрович\*, к.т.н., старший преподаватель кафедры ИКиСЖ

Леонтьев Антон Владимирович\* аспирант гр. аВВ-15-1

Попов Валентин Сергеевич\* аспирант гр. аТВ-16-1

Попова Екатерина Михайловна\* аспирантка гр. аТВ-16-1

Тангатова Туяна Пурбуевна\* аспирантка гр. аВВ-18-1

Скибо Денис Владимирович\* аспирант гр. аВВ-18-1

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С АНАЛИЗАМИ ПРОБ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОЧИСТКИ КОС ЛЕВОГО БЕРЕГА Г. ИРКУТСКА**

**Техническое задание на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в рамках Корпоративного акселератора города Иркутска**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Описание</b>
1.	Наименование НИОКР	Оценка технологического процесса очистки сточных вод с анализами проб на разных стадиях очистки КОС левого берега г. Иркутска
2.	Цель выполнения НИОКР	Реконструкция и расширение канализационных очистных сооружений в связи с увеличением объемов стоков, достижение требуемых показателей очистки
3.	Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.)	Адаптация современных очистных сооружений для технологического цикла очистки сточных вод
4.	Основные технические параметры, определяющие количественные и качественные характеристики продукции	Подбор оборудования на основании анализа стоков после каждого сооружения очистки – 5 точек
5.	Требования по патентной защите (наличие патентов), существенные	Использование патентов ИРНТУ по очистке сточных вод (179790). Создание патента очистной станции.



	отличительные признаки создаваемого продукта (технологии) от имеющихся, обеспечивающие ожидаемый эффект	
6.	Конструктивные требования	Проведение анализов стоков и разработка эскизной документации
7.	Перечень основных категорий комплектующих и материалов (входящих в состав разрабатываемого продукта (изделия) или используемых в процессе его разработки и изготовления)	Датчик ДКТП-02.4, электроды ЭЛИС для поэлементного анализа -4 шт., химические реактивы.
8.	Отчетность по НИОКР (перечень технической документации, разрабатываемой в процессе выполнения НИОКР)	Еженедельная (суббота). Сформированная заявка на создание установки по очистке сточных вод



Вид очистных сооружений левого берега г. Иркутска

Подбор оборудования на основании анализа стоков после каждого сооружения очистки – 4 точки:

- 1-прием стоков (здание решеток)
- 2-механическая очистка (первичные отстойники)
- 3-биологическая очистка (аэротенки)

4-выпуск сточных вод (контактные резервуары – обеззараживание)

**Сравнение анализов стоков**

№ п/п	Место отбора проб	Загрязняющее вещество			
		Фосфор фосфатов, мг/л	Азот аммонийный, мг/л	Азот нитритов, мг/л	Азот нитратов, мг/л
1	Точка1	5,8	38,6		
2	Точка4	0,29	0,16	0,085	5,8
3	Фон реки	0,24	3,42	0,183	3,74
4	Рыбхоз	0,2	0,39	0,02	9,1

**Выделение этапов строительства объекта и пусковых комплексов**

1. В 1ом этапе предполагается запроектировать следующие сооружения и инженерные сети к ним:

- Приёмно-распределительная камера №101
- Здание решёток №102
  - Песколовки №103
  - Площадка для песка №126
  - Трансформаторная подстанция 2 №124
  - Распределительный пункт РП-37/1

2. Места прокладки трубопроводов, закрытым или открытым способом определить проектом исходя из особенности геологического состава грунтов и особенностей сложившегося рельефа и инфраструктуры местности, согласовав с Заказчиком;

3. Обеспечить на всех стадиях реализации проекта реконструкции производительность сооружений, оставшихся в эксплуатации, не менее 170000 м3/сут.

**Основные технико-экономические показатели объекта (назначение, мощность, производительность, пропускная способность)**

1. Проектные решения должны быть оптимальными по критерию «стоимость-эффективность-качество»;

2. Основной состав сооружений и их характеристики определить проектом

3. Максимальную суточную производительность очистных сооружений принять равным 255 000 м3/сут.

4. Качество очистки сточных вод на выходе из очистных сооружений в соответствии с нормативами для водоемов рыбохозяйственного назначения.

5. Режим работы объекта – круглосуточно, 365 дней в году

6. Качество поступающих на очистку сточных вод по содержанию загрязняющих веществ получить от службы эксплуатации МУП «Водоканал» г. Иркутск

Следующей задачей работы являлось повышение эффективности эксплуатации канализационных сетей.

Было разработано устройство для опоры и контроля направления движения рукава высокого давления канализационных каналопромывочных машин, которое исключало следующие проблемы:

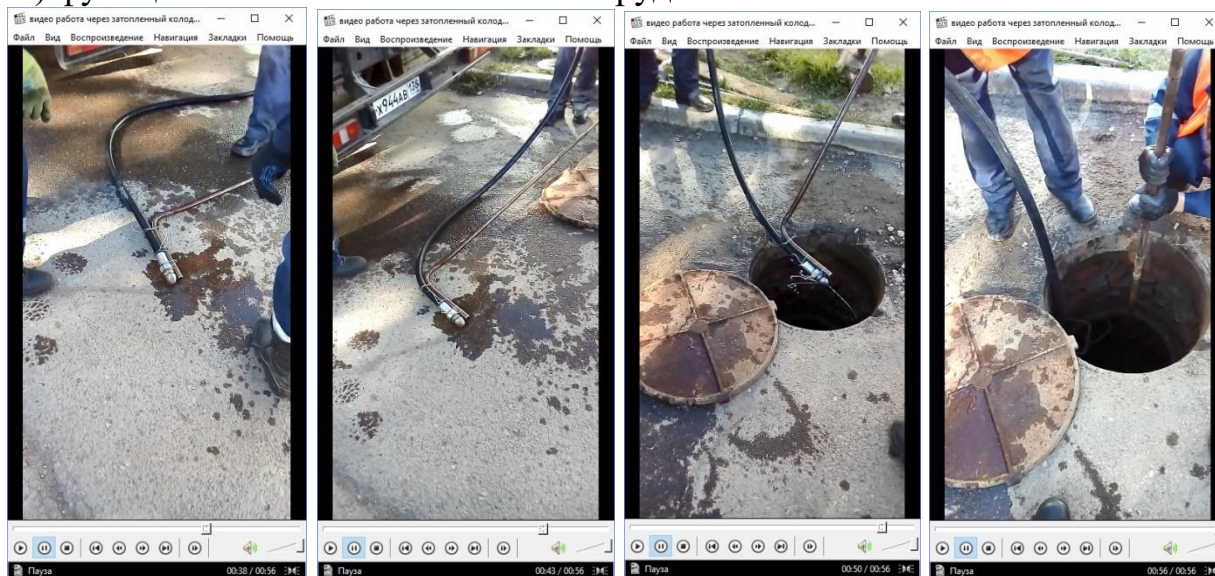
Высокие материальные затраты на содержание каналопромывочных машин:

- ежегодная замена рукава высокого давления РВД (80 т. руб. в год на 1 машину);
- большой расход дизельного топлива для работы насоса высокого давления.

Наличие рисков при выполнении работ повышенной опасности

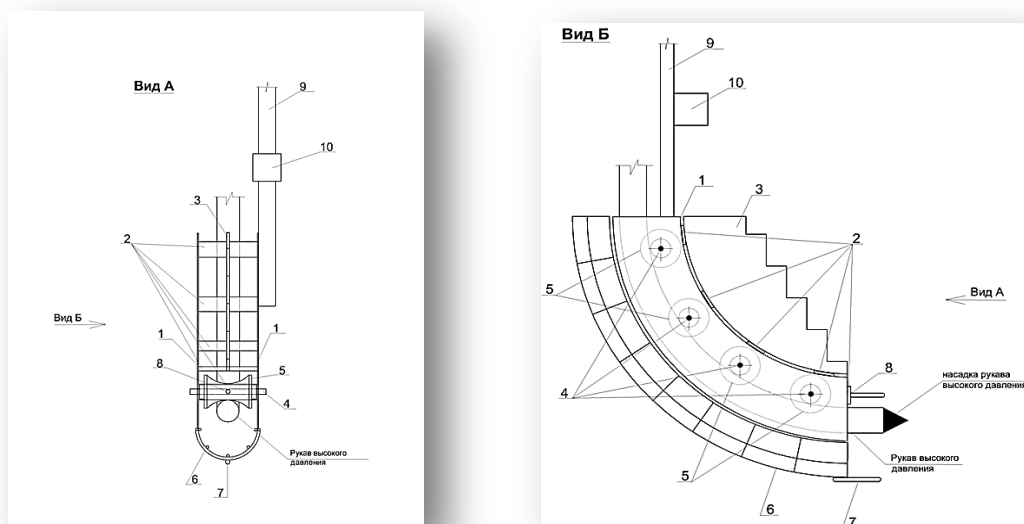
При проведении исследования работы канализационных каналопромывочных машин были определены:

- зоны гидравлических потерь в рабочем органе;
- условия механического воздействия на рабочий орган;
- функциональные возможности оборудования.



Процесс устранения засора

В рамках проекта разработано устройство для опоры и контроля направления движения рукава высокого давления канализационных каналопромывочных машин



Разработанная полезная модель относится к коммунальному машиностроению, дополнительному оборудованию канало-промывочных машин, направленная на повышение эффективности эксплуатации канализационных трубопроводов.

Результат применения устройства в составе технологического оборудования: повышение безопасности труда за счет отсутствия необходимости спуска человека в канализационный колодец;

уменьшение механического воздействия на рабочий орган (увеличение ресурса РВД на 100%);

экономия дизельного топлива за счет снижения производительности насоса высокого давления на 5%;

расширение функциональных возможностей оборудования в условиях городской среды (работа через затопленный колодец).

#### **Ресурсы:**

Финансирование, выделенное ИРНТУ на прототип устройства 200 т. руб.

#### **Предложение:**

**Проведение совместных испытаний устройства ИРНТУ и МУП Водоканал**

#### **ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ:**

1. Требуется реконструкция левобережных очистных сооружений. Показатели очистки – на пределе возможностей персонала МУП Водоканала

2. Проведение совместных испытаний устройства – опоры для каналопромывочных машин – в 2019 году

ГРНТИ 67.53.19

УДК 69

Чупин Виктор Романович\*, профессор, доктор технических наук,  
заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства института  
архитектуры, строительства и дизайна  
Фам Нгок Минь\*, аспирант кафедры Городского строительства и хозяйства.  
Мороз Мария Викторовна\*, аспирант кафедры инженерных коммуникаций и  
систем жизнеобеспечения  
Горьков Евгений Алексеевич\*, аспирант кафедры городского строительства  
и хозяйства

\*Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Иркутский национальный  
исследовательский технический университет», Иркутск, Россия.

## **ОПТИМАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОКРАЩЕНИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ**

В условиях развитого социализма считалось, что чем больше потребляет воды городское население, тем больше степень его благоустройства. Такая философия способствовала росту удельного водопотребления и в том числе нерациональной её составляющей. К 2000 году среднее водопотребление по стране составляло 400 л/чел. в сутки, а по отдельным городам и населенным пунктам оно доходило до 800 и более. С учетом растущего водопотребления увеличивались проектные нормы, которые для разработки стадии ТЭО доходили до 500-600 л/чел. в сутки и на основе их проектировались и сооружались новые трубопроводы, коллекторы, насосные станции, очистные сооружения. Начиная с 2000 года, удельное водопотребление стало уменьшаться. Причиной этому послужили следующие факторы:

- Рационализация водопотребления;
- Переход на водосберегающие технологии;
- Внедрение оборотных систем водопользования;
- Ликвидация водоемких технологий и предприятий;

Рационализация водопотребления стала одной из основных составляющих в политике Государства в области энерго-, и ресурсосбережения. Она закреплена в ФЗ-261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Во многих городах ежегодно уменьшается потребление воды на 3-5 %. И в недалеком будущем оно будет составлять 150 л/чел. в сутки, т.е. уменьшиться в 2,5 раза.

Такая ситуация благоприятно отражается на эффективности использования воды. Однако если не предпринимать никаких действий, она может привести к увеличению эксплуатационных затрат по следующим причинам:

- Уменьшение скоростного режима движения воды и стоков (для систем водоснабжения будут появляться застойные зоны и потеря качества воды, ее замерзание в зимний период; для систем водоотведения – отложение осадков, зарастание трубопроводов;

- Увеличение внутренней коррозионной активности за счет биообрастания, скопления газов и не наполненности водой трубопроводов;

- Работа насосного оборудования в нерациональных режимах потребует их реконструкции, даже если они оборудованы регулируемым электроприводом;

- Концентрация сточных вод значительно увеличилась, что для многих КОС привело к нарушению технологических режимов и потребовало дополнительных затрат на реагенты и дополнительные сооружения.

Более сложная обстановка наблюдается в сфере промышленности, особенно на предприятиях, которые в своей технологии использовали огромные водные ресурсы и за последние года перешли на безводные и оборотные системы водоснабжения (химическая, нефтехимическая, атомная, машиностроительная и др. отрасли). Тысячи км сетей и сооружений практически не работают или работают в не оптимальных и рациональных режимах. При этом по указанным причинам эксплуатационные затраты возрастают, что и отражается на себестоимости продукции.

Предлагается решать данную проблему путем вывода из эксплуатации отдельных участков сети и сооружений, имеющих наибольшие эксплуатационные затраты. При этом не должен нарушаться скоростной режим функционирования трубопроводной сети и насосные станции и др. сооружения должны работать в режимах с наибольшими КПД. Вопрос лишь в том, какие участки и сооружения надо вывести из эксплуатации. Для этой цели исследуем эксплуатационные затраты и определим влияние на них режимных параметров систем водоснабжения.

Для систем водоснабжения укрупненные эксплуатационные затраты рассчитываются следующим образом [1,2,3,4]:

$$\mathcal{E}_3 = C_{ам} + C_{к.р} + C_{т.р} + C_{элк} + C_{фзп} + C_{св} + C_{н.в} + C_{пр.}, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_3$  – годовые эксплуатационные затраты (тыс. руб./год);  $C_{ам}$  – амортизационные отчисления (принимается  $0.05 \cdot K$  по трубопроводам,  $0.09 \cdot K$  по насосным станциям и поверхностному водозабору,  $0.14 \cdot K$  по скважинам и подземным водозаборах,  $K$  – единовременные капиталовложения в систему водоснабжения);  $C_{к.р}$  – затраты на капитальный ремонт ( $0.046 \cdot K$ ), р./год;  $C_{т.р}$  – затраты на текущий ремонт ( $0.01 \cdot K$ ), р./год;  $C_{элк}$  – стоимость электроэнергии, тыс. руб./год:

$$C_{элк} = 108 \cdot z_э \cdot H \cdot x \quad (2)$$

где  $z_{элк}$  – единичная стоимость электроэнергии (руб. за кВт час),  $x$  – расход транспортируемой воды ( $m^3/c$ ),  $H$  – напор насосной станции (м. в. ст.).  $C_{фзп}$  – фонд заработной платы обслуживающего персонала в расчете на 1 км длины водопровода:

$$C_{\text{фзп}} = 0,75 \cdot 3П_{\text{ср}} \cdot x^{0,3}, \quad (3)$$

где  $3П_{\text{ср}}$  - средняя прогнозируемая заработная плата по предприятию, тыс. руб./мес.;  $x$ , производительность системы, в  $\text{м}^3/\text{с}$ .  $C_{\text{св}}$  – состоит из страховых взносов в пенсионный фонд ( $0,22 \cdot C_{\text{фзп}}$ ), фонда социального страхования ( $0,029 \cdot C_{\text{фзп}}$ ) и фонда медицинского страхования ( $0,051 \cdot C_{\text{фзп}}$ );  $C_{\text{н.в}}$  – налог на воду (тыс. руб./год) определяется:

$$C_{\text{н.в}} = 31536 \cdot C_{\text{н.ст}} \cdot x,$$

где  $C_{\text{н.ст}}$  – налоговая ставка в рублях за  $1 \text{ м}^3$  воды, забираемой из поверхностных и подземных источников, (в г. Иркутске в 2018 г эта ставка составляет 0.122 рублей за  $1 \text{ м}^3$ );  $C_{\text{пр}}$  – прочие расходы, тыс. руб. /год, принимаются в размере 20 % от суммы амортизационных отчислений ( $C_{\text{ам}}$ ) и затрат на заработную плату обслуживающего персонала ( $C_{\text{фзп}}$ ),

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (C_{\text{ам}} + C_{\text{фзп}}), \text{ или } C_{\text{пр}} = 0,01 \cdot K + 0,15 \cdot 3П_{\text{ср}} \cdot x^{0,3}$$

С учетом (2)-(3) эксплуатационные расходы будут следующими:

$$\mathcal{E}_3 = 0,116 \cdot K + C_{\text{элк}} + 1,125 \cdot 3П_{\text{ср}} \cdot x^{0,3} + 31536 \cdot C_{\text{н.ст}} \cdot x \quad (4)$$

Для конкретизации единовременных (капитальных) затрат воспользуемся информацией, приведенной в укрупненных нормативах цен строительства [5,6]. Для наружных сетей водопровода длиной в 1 км из полиэтиленовых труб, при разработке сухого грунта на глубину 3 м (что характерно для Иркутской области) не сложно получить следующую зависимость капиталовложений от диаметра трубопровода:

$$K = (27329 \cdot d^2 + 7399,5 \cdot d + 2537,9) \cdot L, \quad (5)$$

$K$  - капиталовложения, в тыс. руб.,  $d$  – диаметр (в м.), который можно представить, как функцию  $v$  – скорости в м/с и  $x$  – расхода в  $\text{м}^3/\text{с}$

$$d = \sqrt{\frac{4x}{\pi v}}, \quad (6)$$

С учетом (6)

$$K = (34796,4 \cdot x \cdot v^{-1} + 8346,6 \cdot x^{0,5} \cdot v^{-0,5} + 2537,9) \cdot L \quad (7)$$

Расчет затрат электроэнергии требует отдельного рассмотрения. В теории гидравлических цепей [7] закон сохранения энергии для произвольной гидравлической цепи формулируется следующим образом: «Вся привносимая энергия, за вычетом энергии на излив воды, тратится на преодоления сил трения»:

$$\sum_{j=1}^{J_1} Q_j \cdot H_j - \sum_{j=1}^{J_2} Q_j \cdot P_j = \sum_{i=1}^n h_i \cdot x_i, \quad (8)$$

где  $J_1$  – множество узлов насосных станций,  $J_2$  – множество узлов потребления воды,  $H_j$  – пьезометрические напоры насосных станций,  $P_j$  – пьезометрические напоры воды у потребителей, в м.  $h_i$  – потери напора по участкам водопроводной сети,  $x_i$  – расход транспортируемой воды по участкам сети,  $Q_j$  – расход воды у потребителя  $j$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Следовательно годовые затраты электроэнергии по системе водоснабжения можно представить как сумму затрат электроэнергии по каждому участку сети:

$$C_{\text{элк}} = 108 \cdot Z_{\text{элк}} \cdot \mathcal{E}_i, \quad \mathcal{E}_i = h_i \cdot x_i,$$

Для вычисления потерь напора по длине трубопровода воспользуемся формулой Ф.А. Шевелева для пластмассовых труб [8]:

$$h_i = 1,1 \cdot Y_i \cdot L_i, \quad Y_i = 0,001052 \cdot \frac{x_i^{1,774}}{d_i^{4,774}}, \text{ где}$$

$Y_i$  - гидравлический уклон,  $L_i$  - длина участка сети, в м.

$$h_i \cdot x_i = 0,0011572 \cdot L_i \cdot \frac{x_i^{2,774}}{d_i^{4,774}}, \text{ или с учетом (6):}$$

$$h_i \cdot x_i = 0,000642 \cdot L_i \cdot x_i^{0,378} \cdot v_i^{2,387}$$

$$C_{\text{элк}} = 108 \cdot Z_{\text{элк}} \cdot \left( 0,000642 \cdot x_i^{0,387} \cdot v_i^{2,387} \cdot L_i \cdot 1000 \right), \quad L \text{ в км.}$$

В итоге получены зависимости эксплуатационных затрат как функции расхода и скорости транспортируемой воды, длины трубопровода и удельных затрат электроэнергии.

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_3 = & 0,116 \cdot K + 108 \cdot Z_{\text{элк}} \cdot \left( 0,000642 \cdot x_i^{0,387} \cdot v_i^{2,387} \cdot L_i \cdot 1000 \right) + \\ & 1,125 \cdot 3П_{\text{ср}} \cdot x^{0,3} + 31536 \cdot C_{\text{н,ст}} \cdot x \end{aligned} \quad (9)$$

Зависимость эксплуатационных затрат от расхода и скорости воды в трубопроводе, а также их линейные аппроксимации  $C_3 = C \cdot x$  представлены на рисунке 1.

Подобные вычисления и преобразования можно сделать и для водозаборных сооружений, насосных станций и очистных сооружений.

Зависимость эксплуатационных затрат по этим сооружениям от расхода, и их линейные аппроксимации представлены на рисунке 2.



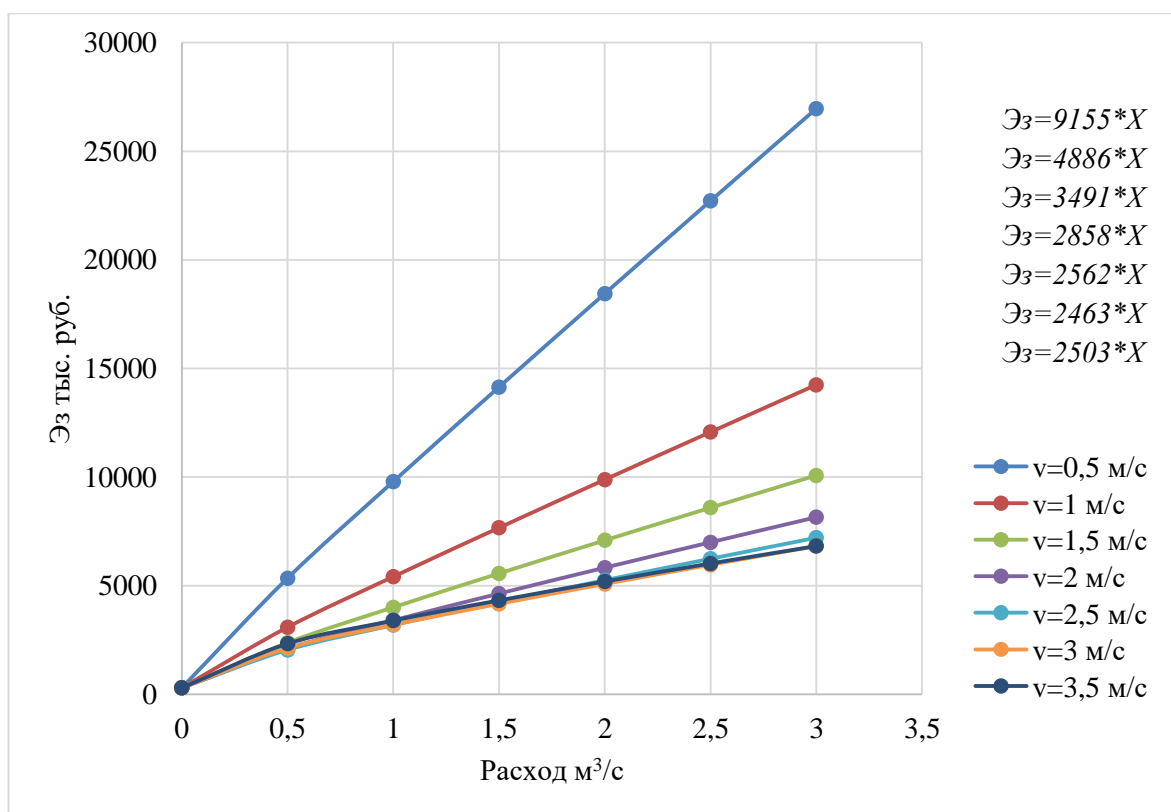


Рисунок 1- Зависимость эксплуатационных затрат от расхода и скорости воды в трубопроводе

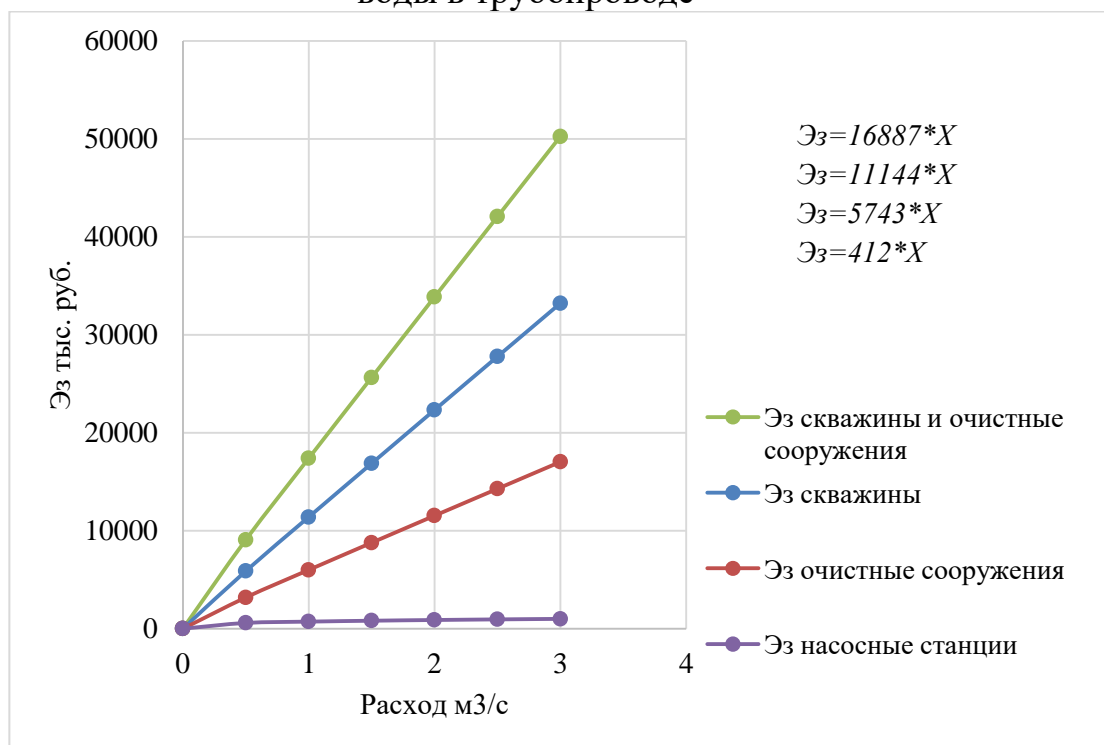


Рисунок 2- Зависимость эксплуатационных затрат по водозаборным и очистным сооружениям и насосным станциям от расхода воды.

С учетом полученных зависимостей, можно сформулировать математическую постановку задачи минимизации эксплуатационных затрат в существующих системах водоснабжения как задачу поиска максимального потока минимальной стоимости [15]:

$$\sum_{i=1}^n C_i \cdot K_{\text{общ}, i} \cdot x_i \rightarrow \min, \text{ при } \underline{v}_i \leq x_i \leq \overline{v}_i, A \cdot x = q'_{cp} \quad (9)$$

где  $n$  – количество участков сети,  $C_i$  – стоимость единицы потока. Например, при скорости в 3 м/с для трубопроводных участков сети  $C = 2463.0$  тыс. руб. за  $1\text{ м}^3/\text{с}$  на 1 км длины; для устройства подземного водозабора с водопроводными очистными сооружениями (удаление жесткости и железа)  $16887.0$  тыс. руб. за  $1\text{ м}^3/\text{с}$ ; для насосных станций  $412.0$  тыс. руб. за  $1\text{ м}^3/\text{с}$ .

$K_{\text{общ}, i}$  – общий коэффициент неравномерности на участке сети  $i$ , полученный на основании фактических или прогнозных графиков потребления воды;  $x_i$  – искомый поток на ветви избыточной или транспортной сети;  $\underline{v}_i, \overline{v}_i$  – нижние и верхние ограничения на поток  $x_i$ ;  $A$  – матрица соединений узлов и ветвей сети;  $q'_{cp}$  – вектор средних расходов потребления воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

Для решения этой задачи в настоящей работе предлагается следующая методика [16,17, 20]:

1. Формируется математическая модель существующей водопроводной сети, проверяется ее адекватность на основе гидравлических расчетов[21], определяются эксплуатационные затраты, выявляются участки с нарушением скоростного режима.

2. На основе модели существующей системы водоснабжения строится транспортная сеть. Для её построения все узлы-потребители воды замыкаются с помощью фиктивных ветвей на общий узел  $t$  – выхода потока, а узлы-источники воды, замыкаются на общий фиктивный узел входа потоков  $S$ . При этом для каждого участка транспортной сети назначаются ограничения на их пропускные способности (верхние и нижние). Для фиктивных ветвей входа потоков верхние ограничения соответствуют максимально возможной производительности водозаборов или насосной станции второго подъема, а для фиктивных ветвей выхода потоков верхние ограничения соответствуют потребностям населенных пунктов или абонентов в воде. Верхнее ограничение на потоки существующих участков сети определяется исходя из оптимальных значений скоростей движения воды:

$$\overline{v} = V_{\text{опт}} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (10)$$

Нижнее ограничение назначается согласно СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», но не менее 0.7 м/с. По каждому участку сети определяется и назначается стоимость единицы потока- эксплуатационные затраты единицы потока.

3. С учетом построенной таким образом транспортной сети решается задача поиска максимального потока минимальной стоимости.

4. Итогом решения будут участки, по которым поток не будет проходить. Эти участки требуется вывести из эксплуатации.

В качестве примера, рассмотрим промышленный водопровод, подающий воду в технологические цеха производства (см. рис. 3).

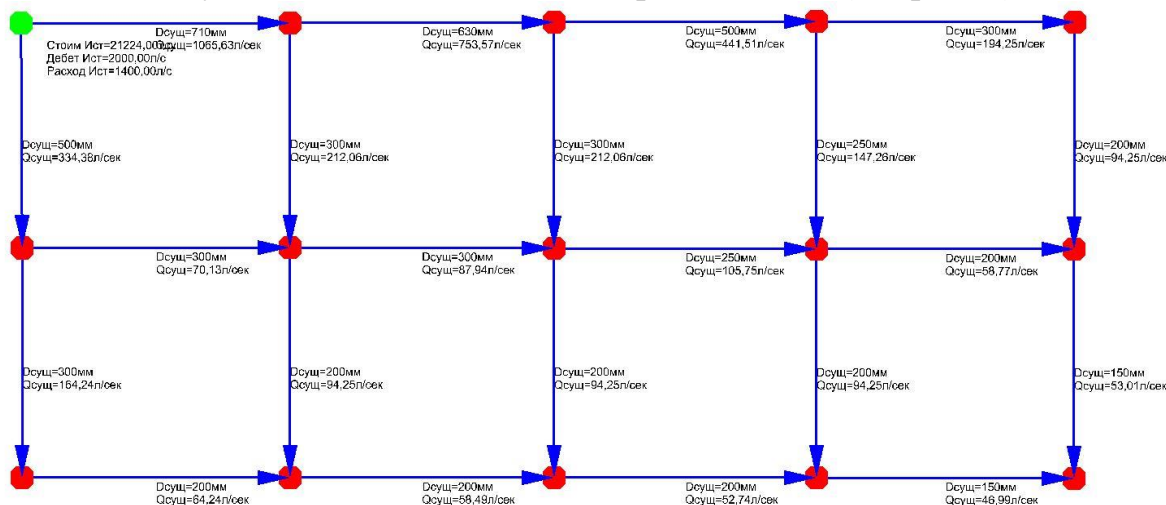


Рисунок 3- Схема существующей системы водоснабжения

Общая производительность составляет  $0.14 \text{ м}^3/\text{с}$ . Гидравлический расчет показал, что в сети нет нарушений скоростных режимов. Эксплуатационные расходы составляют 40495.0 тыс. руб./год. В 2020 году предполагается перевести четыре цеха на оборотное водоснабжение (на рисунке 4 эти цеха обозначены синими узлами). В результате оптимизации были удалены четыре участка, которые на рис. 4 показаны тонкими линиями. По оставшейся сети эксплуатационные затраты составили 28575.0 тыс. руб./год.

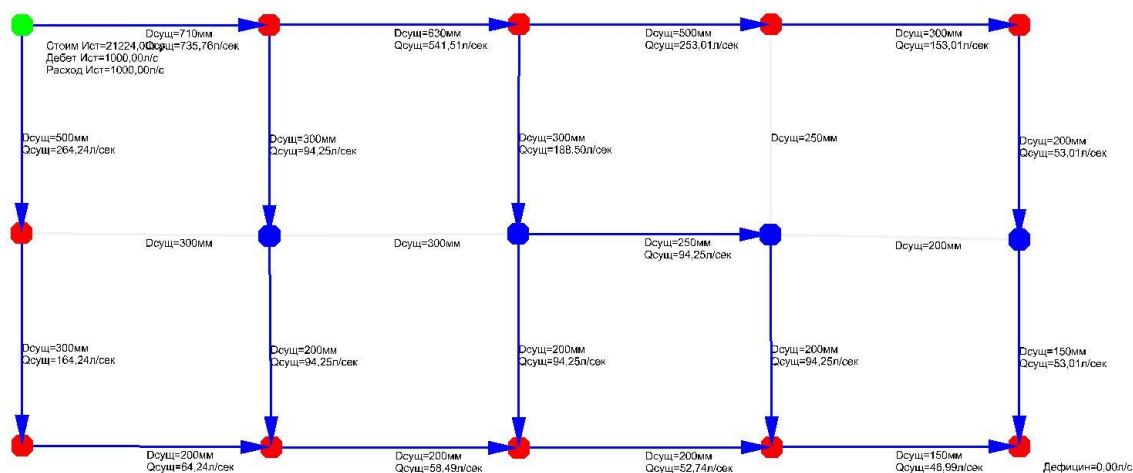


Рисунок 4- Схема отключения трубопроводов при суммарном расходе 0.1

В 2025 году предполагается закрыть четыре цеха (на рисунке 5 эти цеха обозначены синими узлами). В результате оптимизации были удалены еще пять участков, которые на рис. 5 показаны тонкими линиями. По оставшейся

сети эксплуатационные затраты составили 18967.0 тыс. руб./год.

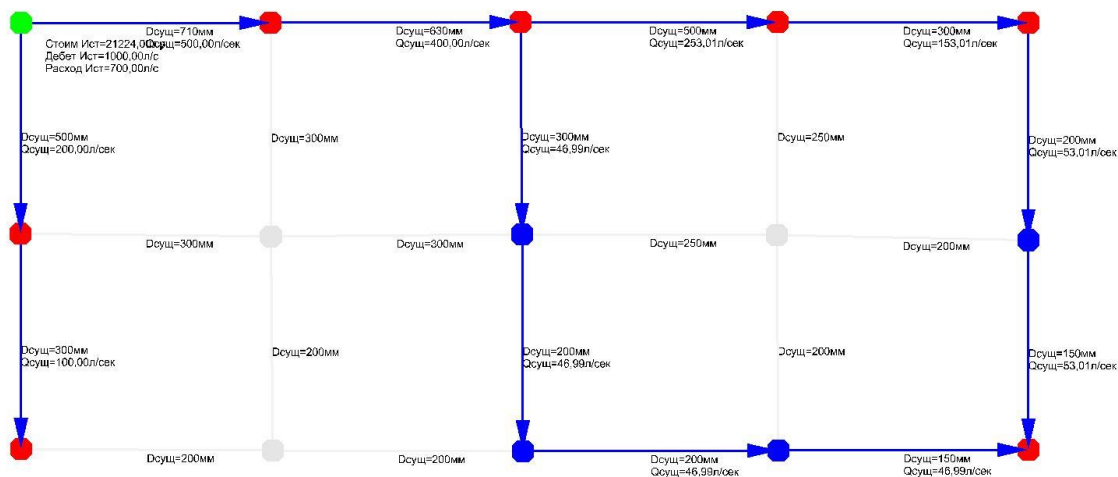


Рисунок 5- Схема отключения трубопроводов при суммарном расходе 0.06 м<sup>3</sup>/с

В 2030 году предполагается перевести еще четыре цеха на обратное водоснабжение четыре цеха (на рисунке 6 эти цеха обозначены синими узлами). В результате оптимизации были удалены еще два участка, которые на рис. 6 показаны тонкими линиями. По оставшейся сети эксплуатационные затраты составили 9172.0 тыс. руб./год.

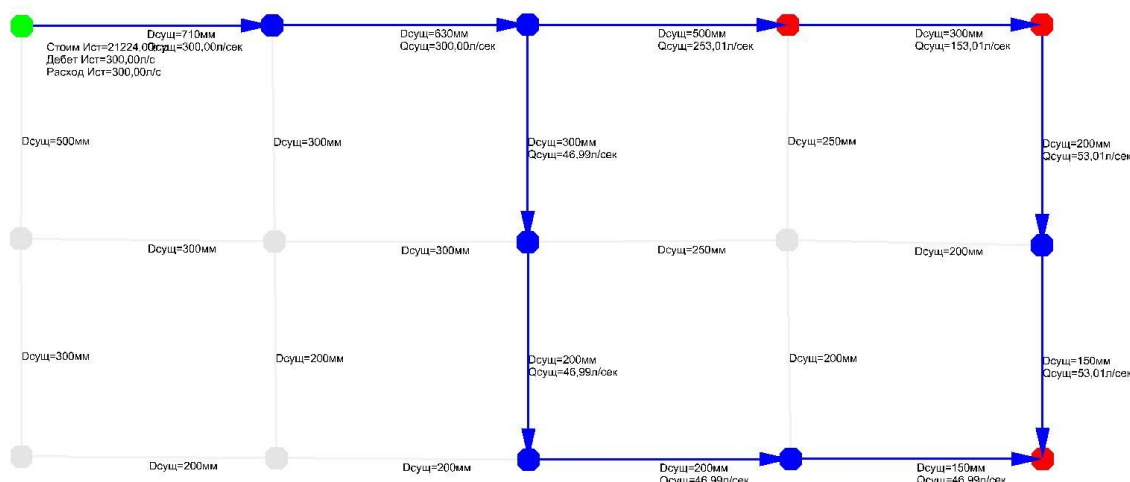


Рисунок 6- Схема отключения трубопроводов при суммарном расходе 0.03 м<sup>3</sup>/с

Таким образом, в результате отключения неэффективных участков эксплуатационные расходы можно сократить в 4.5 раза.

**Выводы.** Предлагается новая методика оптимизации эксплуатационных затрат по системам водоснабжения в условиях уменьшения водопотребления, которая позволяет выявить неэффективные участки сети и вывести их из эксплуатации. При этом не нарушатся скоростной режим функционирования трубопроводной сети и насосные станции работают в режимах с наибольшими КПД.

Разработанная методика и программный комплекс [19] является эффективным инструментом при обосновании структуры сети и сооружений систем водоснабжения в условиях уменьшения водопотребления и могут быть полезны для лиц принимающим решения по оптимизации технологической структуры предприятия.

### Список цитируемой литературы

1. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник под ред. Б.Н. Репина. М.: Высшая школа. 1995. -431 с.
2. Рекомендации по нормированию труда работников водопроводно-канализационного хозяйства. Приказ Госстроя РФ от 22.03.1999. №66.
3. Типовые нормативы численности работников по обслуживанию и эксплуатации зданий и сооружений. Мин. Труд РФ от 24.01.2014 №001
4. Любанская З. Г., Осипов П.П. Экономика систем водоснабжения и водоотведения. Расчет эксплуатационных расходов в системах водоснабжения и водоотведения: методические указания и задания к выполнению контрольной работы для студентов специальности 270112.65 «Водоснабжение и водоотведение» и бакалавров по направлению «Строительство» / Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – 16 с.
5. НЦС 81-02-14-2017. Сборник № 14. Сети водоснабжения и канализации. Государственные сметные нормативы. Укрупненные нормативы цены строительства. Актуализация: 01.01.2018
6. НЦС 81-02-19-2017. Здания и сооружения городской инфраструктуры.
7. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985. -278 с.
8. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. Издание 5-е, дополненное. Стройиздат, 1973.
9. Баженов В. И., Пупырев Е.И., Самбурский Г.А., Березин С.Е. Разработка методики расчета стоимости жизненного цикла оборудования систем и сооружений для водоснабжения и водоотведения// Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – №2. – С. 10-19-74.
10. Стоимость жизненного цикла насоса/ под ред. Френнинга Ларс и др. Изд. :Гидравлический институт. Брюссель (Бельгия). 2001. 222с.
11. Гогина Е. С., Гуринович А. Д. Применение методики ЛСС для оценки эффективности проектов сооружений очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 9. С. 36–41.
12. Составление технико-экономической части проектов внеплощадочных систем водоснабжения и канализации (Справочное пособие к СНиП). Союзводоканалпроект. М. Стройиздат.1991. -80 с.
13. Методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере водоснабжения и водоотведения, утв. Приказом ФСТ России от 27.12.2013 № 1746-э.Приказ Министерства регионального развития РФ от 10

октября 2007 г. № 99"Об утверждении методических рекомендаций по разработке инвестиционных программ организаций коммунального комплекса".

14. Экономика водоснабжения и водоотведения: методическое пособие по изучению дисциплины и для самостоятельной работы студентов очной формы обучения. – Вологда: ВолГУ, 2013. – 32 с.

15. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир. 1978. 432с.

16. Чупин Р.В. Оптимизация развивающихся систем водоотведения: Монография / Р.В. Чупин. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – 418 с.

17. Chupin, R.V. Indicative and adaptive management of wastewater system improvement/ Chupin R.V., Pham Ngoc Minh, Gorkov E.A., Moroz M.V // Известия ВУЗов: Инвестиции в строительство, недвижимость. – 2018. –Т.8. – №2. – С. 94-108.

18. Чупин, Р.В., Майзель И.В. Инвестиции в развитие систем водоснабжения и водоотведения // Известия ВУЗов: Инвестиции. Строительство. Недвижимость.- ИрГТУ. – 2013. – №1.(4). – С.126-133.

19. Мелехов Е.С., Чупин В.Р., Чупин Р.В. Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ №2016615463 TRACE-VR от 25 мая 2016 г.

20. Э. Мушик, П. Мюллер. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.

21. Чупин Р.В., Мелехов Е.С. Развитие теории и практики моделирования и оптимизации систем водоснабжения и водоотведения: Монография / Р.В. Чупин, Е.С. Мелехов. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. – 323 с.