



# **Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024**

## **Construction and development: life cycle – 2024**

### **CDLC-2024**

**Том 2**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова»

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ЗАСТРОЙКА:  
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ – 2024**

Материалы VII Международной  
(XIII Всероссийской) конференции  
(Чебоксары, 20–21 ноября 2024 г.)

**CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT:  
LIFE CYCLE – 2024 (CDLC – 2024)**

Materials of the VII International  
(XIII All-Russian) Conference  
(Cheboksary, November 20–21, 2024)

В двух томах  
Том 2

Чебоксары  
Издательский дом «Среда»  
2024

УДК 69.0(082)

ББК 38я43

С86

*Печатается по решению Ученого совета строительного факультета  
(протокол от 12.11.2024 №9)*

**Рецензенты:**

*Рытова Татьяна Георгиевна, кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Металлических и деревянных конструкций»  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский  
государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)*

*Максимов Алексей Николаевич, кандидат физико-математических наук,  
заведующий кафедрой МФИТ ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
аграрный университет»*

**Редакционная коллегия:**

*А.Ю. Александров (ЧувГУ) – отв. редактор, А.Н. Плотников (ЧувГУ) – зам. отв.  
редактора А.Г. Николаева (ЧувГУ) – отв. секретарь, С.В. Сергеев (ЧувГУ),  
Н.И. Ватин (СПб политехнический университет Петра Великого),  
С.С. Викторова (ЧувГУ), В.Т. Ерофеев (МГСУ (НИУ)), С.И. Иванов  
(НИЦ «Строительство»), В.Г. Котлов (ПГТУ), С.Н. Леонович (Белорусский НТУ,  
Республика Беларусь), Л.А. Максимова (ЧувГУ), В.В. Мамуткин  
(АО «Чувашигражданпроект»), И.Т. Мирсаяпов (КГАСУ), Б.В. Михайлов (ЧувГУ),  
В. М. Поздеев (ПГТУ), А.Дж. Рахмонзода (Таджикский ТУ, Республика  
Таджикистан), Л.А. Сакармова (ЧувГУ), Ю.Л. Сколубович (Новосибирский ГАСУ,  
СИБСТРИН), Н.С. Соколов (ЧувГУ), С.В. Спиридонов (ЧувГУ, БЭСКИТ,  
СПб, ДиРеСтрой, Москва), А.Г. Тамразян (НИУ МГСУ),  
В.А. Творогов (ЧувГУ), А.А. Трещев (ТулГУ)*

**С86** **Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024** : материалы  
VII Междунар. (XIII Всерос.) конф. (Чебоксары, 20–21 ноября 2024 г.)  
(Construction and development: life cycle – 2024 Materials of the  
VII International (XIII All-Russian) Conference (Cheboksary, November  
20–21, 2024)). – В 2 т. – Чувашский государственный университет имени  
И. Н. Ульянова. – Чебоксары : Среда, 2024. – 292 с.

**ISBN 978-5-907965-18-8**

Том 2. – 2024. – 292 с.: илл.

**ISBN 978-5-907965-04-1**

Рассмотрены вопросы застройки городов, создания новых  
конструкций и материалов, совершенствования методов расчета несущих  
конструкций и их усиления, мониторинга зданий, внедрения новых  
строительных технологий и экономической оценки строительства.

Для научных работников, строителей, аспирантов, магистрантов и  
студентов.

Материалы конференции воспроизведены с авторских оригиналов  
рукописей, представленных в оргкомитет.

© Коллектив авторов, 2024  
ISBN 978-5-907965-04-1 (Т. 2) © Чувашский государственный университет  
ISBN 978-5-907965-18-8 имени И. Н. Ульянова, 2024  
DOI 10.31483/a-10693 © ИД «Среда», оформление, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

**ПРЕДИСЛОВИЕ**.....7

### **ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*Атяшева М.С., Соколов Н.С.* Факторы риска и компоненты деформаций зданий окружающей застройки .....8

*Викторова С.С., Терехова О.П., Федосеева И.П.* Строительная технология устройства конструкций усиления слабых оснований фундаментов .....15

*Вдовенков С.П., Соколов Н.С.* Геотехнические технологии пристройки к зданиям и встройки при реконструкции зданий .....22

*Глушков А.В., Глушков В.Е., Глушкова И.С.* Анализ несущей способности забивных свай со сверхнормативными отклонениями ..30

*Нуриева Д.М., Юнусов И.И.* Численные исследования несущей способности и осадок фундамента многоэтажного жилого здания с развитой подземной частью.....35

*Прохоров А.Л., Соколов Н.С.* Применение геотехнических технологий в строительстве закрепления слабых оснований методом цементации .....42

*Теславский С.С.* Радиогидроразрыв с помощью СВЧ излучателя как один из видов импульсных геотехнологий при устройстве буроинъекционных свай .....50

*Сергеев С.В., Зинченко А.В., Павлунина Е.В.* Диагностика состояния подземных ограждающих конструкций .....56

*Соколов Н.С.* Практика строительства в особо стесненных условиях .....62

*Соколов Н.С.* Геотехническая технология строительства сооружений на неустойчивых склонах .....69

*Соколов Н.С.* Сваи ЭРТ – в качестве заглубленных удерживающих конструкций обеспечения устойчивости склонов.....76

*Соколов Н.С.* Сваи ЭРТ в качестве заглубленных строительных конструкций ограждений котлованов..... 83

*Соколов Н.С.* Строительство в стесненных условиях ..... 89

*Соколов Н.С.* Фундамент повышенной несущей способности с использованием свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ)..... 96

*Соколов Н.С., Викторова С.С.* Геотехнический опыт расчетов и устройства заглубленных конструкций..... 104

*Соколов Н.С., Сметанкин Р.А., Ельцов В.Е.* Подход к обеспечению надежной эксплуатации объекта ..... 111

*Умникова Д.А.* Исследование физико-механических характеристик грунта методом бурового зондирования ..... 119

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

*Богданов В.Ф.* Подготовка к строительству объекта капитального строительства: проблемы и перспективы их решения ..... 125

*Димитриев В.С., Яковлев А.П.* Современные технологии производства работ методом «стена в грунте»..... 135

*Кармаев А.М., Терехова О.П.* Технология организации строительного производства подстанции 220/20 кв «Саларьево»... 140

*Николаев И.В., Яковлев А.П.* Анализ и пути снижения себестоимости изготовления отводов для использования при капитальном ремонте линейной части магистрального газопровода..... 146

*Русинова Н.Г.* Значение чебоксарского гидроузла для экономики Чувашской Республики..... 154

*Федосеева И.П., Трофимова Е.В.* Сущность и эффективность применения методов составления сметной документации..... 161

**ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ И ЭКОЛОГИЯ**

- Александров Н.С., Игнатъев Е.В., Федоров Н.А.* Пуско-наладочные работы для промышленных котлов ..... 167
- Мозгова А.С., Щенникова Т.В., Куракова Д.В.* Прокладка трубопроводов тепловых сетей в стесненных условиях ..... 175
- Русинова Н.Г., Соловьев Н.А.* Обеспечение требуемого микроклимата и энергосбережения в складских помещениях ..... 181
- Самигуллина Г.З., Бойбедаев И.Р.У., Волкова А.А.* Эпидемиологически безопасные пути решения утилизации ртутьсодержащих отходов на примере лечебно-профилактического учреждения г. Наманган Республики Узбекистан..... 188
- Самигуллина Г.З., Банда Коллинс, Русинова Н.Г.* Развитие гидроэнергетики в Республике Замбия: проблемы и решения..... 193
- Снигирева А.А., Казанкина А.С., Хейкконен Л.А.* Метод создания годового погодного файла для населенного пункта без климатических данных методом интерполяции ..... 200
- Творогов В.А., Варламов А.Г., Тойлыбаев М.С.* Совершенствование системы создания микроклимата в теплицах пятого поколения .... 205
- Хейкконен Л.А., Хинканин А.П.* Математическое моделирование как способ управления капитальными и эксплуатационными затратами..... 213

**ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

- Акимова В.С., Степанова Е.Е., Белова Е.А.* Роль архитектурной презентации при подаче проектов ..... 219
- Богданов В.Ф., Антонов В.С., Афанасьев Ю.А., Чагин В.В.* Специальные вопросы подготовки специалистов по организации строительства и независимая оценка их квалификации..... 224
- Николаева А.Г., Иванова Н.В.* Опыт применения сапфир-генератор при построении двухслойных структурных оболочек ..... 232

<i>Пайгусов А.И.</i> Развитие конструктивного-пространственного мышления у студентов строительного факультета на занятиях по рисунку .....	238
<i>Сакмарова Л.А.</i> Работа центра по работе с одаренной молодежью ЧГУ им. И.Н. Ульянова на примере олимпиад для школьников «Строители будущего» и «Рисунок», проводимых на строительном факультете .....	245
<i>Сакмарова Л.А., Белова Е.А.</i> Роль студенческих олимпиад и профессиональных конкурсов в подготовке специалиста.....	253
<i>Сакмарова Л.А., Солин С.В., Белова Е.А.</i> Обучение технологиям информационного моделирования (ТИМ) на примере ДПО строительного факультета ЧУВГУ .....	261
<i>Сакмарова Л.А., Степанова Е.Е.</i> Обучение ландшафтному дизайну.....	268
<i>Сакмарова Л.А., Степанова Е.Е.</i> Обучение дизайну интерьера..	277
<i>Слагаева-Яровикова Л.А.</i> Интерьер в изучении дисциплины «Архитектурный рисунок» направления подготовки 07.03.01. «Архитектура». Начало разнообразного строительства .....	286

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Сборник статей составлен по материалам VII Международной (XIII Всероссийской) научной конференции «Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024».

С года первой конференции, названной в 1997 г. «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции», прошло 27 лет. За это время с докладами по актуальным темам выступили десятки ученых России и зарубежных стран, еще больше опубликовали свои труды. Этот опыт способствовал коллективу строительного факультета Чувашского госуниверситета расширить круг интересов, затронуть вопросы не только градостроительные, объемно-планировочные, расчета несущих конструкций, обследования зданий, но и энергоэффективности, геотехники, организации строительства, строительного образования и другие. Теперь название конференции звучит как «Строительство и застройка: жизненный цикл» (с 2020 г.), что охватывает все аспекты, связанные с градостроительной деятельностью.

Конференция 2024 г. подтвердила названную тенденцию. В сборнике статей этого года можно найти интересную информацию, аналитику, предложения практически по всем темам, касающимся строительства. Объем книги получился весьма значительным, около 800 страниц. Всем четырем кафедрам строительного факультета есть что сказать. Интересно и межкафедральное сотрудничество. В сборнике нашли отражение вопросы по внедрению в учебный процесс технологии информационного моделирования, поиску ответа в истории на современные запросы архитектурного проектирования, компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций, применения композитной арматуры, мониторинга зданий, геотехники, актуальных вопросов обучения специальным дисциплинам и многие другие.

## ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 69.058

### ФАКТОРЫ РИСКА И КОМПОНЕНТЫ ДЕФОРМАЦИЙ ЗДАНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

*М.С. Атяшева,*

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** на протяжении последних десяти – пятнадцати лет в крупных городах Российской Федерации все чаще наблюдается изменение ориентира строительного производства. Данная ситуация в стране сложилась в связи с тем, что инвесторы предпочитают вести новое строительство на территориях с уже существующими коммуникациями, что не обременяет их прокладкой новых. Их так же привлекает наличие развитой транспортной сети и инфраструктуры, что предотвращает необходимость возведения автомобильных подъездных дорог и строительство зданий общественного назначения по нормативам (детские сады, школы). Так же значимость имеет и близость к историческому центру города, тем самым обеспечивая население всеми благами и удобствами. Однако важными особенностями такого вида строительства выступают стесненные условия производства работ и организации строительной площадки, из-за которых и возникла принципиально новая организационно-технологическая проблема в строительстве, заключающаяся в обосновании и требующая разработки наиболее эффективных и экономичных методов по возведению зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки.

**Ключевые слова:** деформация, окружающая застройка, крен, осадка, прогиб, перекос, сдвиг, мониторинг, грунты, котлован

### RISK FACTORS AND COMPONENTS OF DEFORMATIONS OF BUILDINGS IN THE SURROUNDING AREA

**Abstract:** over the past ten to fifteen years, the focus of construction production has increasingly changed in large cities of the Russian Federation. This situation in the country has developed due to the fact that investors prefer to conduct new construction in areas with existing communications, which does not burden them with laying new ones. They are also attracted by the presence of a developed transport network and infrastructure, which prevents the need

*to build access roads and public buildings according to standards (kindergartens, schools). Proximity to the historical center of the city is also important, thereby providing the population with all the benefits and amenities. However, important features of this type of construction are the cramped conditions for the production of work and the organization of the construction site, due to which a fundamentally new organizational and technological problem has arisen in construction, consisting in justifying and requiring the development of the most effective and economical methods for the construction of buildings and structures in dense urban development.*

**Keywords:** *deformation, surrounding development, tilt, settlement, deflection, skew, shift, monitoring, soils, pit.*

### Введение

Деформации зданий и сооружений являются серьезной проблемой, требующей постоянного контроля и выявления. Эти деформации могут быть вызваны различными факторами, такими как естественные процессы, воздействие окружающей среды, конструктивные недостатки, а также внешние воздействия, включая человеческий фактор. Поэтому важно регулярно проводить мониторинг и анализ состояния зданий и сооружений с целью выявления возможных деформаций [1-14].

Порядок выявления деформаций зданий и сооружений включает несколько этапов, которые следует выполнять последовательно.

1	Визуальный осмотр
2	Использование измерительного оборудования
3	Анализ данных
4	Мониторинг в режиме реального времени

В городах все шире осуществляется строительство длинных протяженных зданий, заглубленных или подземных сооружений вблизи существующих зданий (переходов, гаражей-стоянок, складских помещений, каналов для инженерных сетей и т.д.). Строительство подземных сооружений большей частью выполняется открытым способом. Примыкание части здания последующей очереди к ранее построенной также должно рассматриваться как возведение нового здания вблизи существующего. Как показывает опыт, устройство новых фундаментов очень часто приводит к появлению в кладке стен ранее построенных зданий трещин, перекосов проемов и лестничных маршей, к сдвигу плит перекрытий и т.п.

### Материалы и методы исследований

Одновременно с вопросами о возможных деформациях зданий и сооружений окружающей застройки, необходимо определить основные факторы риска их развития, а также компоненты подобных деформаций.

Существующие здания и сооружения неодинаково реагируют на возведение вблизи них новых. Главными причинами этого являются:

- чувствительность конструкции зданий (сооружений) к неравномерным осадкам (определяется конструктивной схемой и техническим состоянием несущих конструкций – зависит от возраста, физического износа);
- инженерно-геологические и гидрогеологические условия (определяются деформируемостью основания);

- технология производства земляных работ.

Практика строительства показывает, что если не учтен хотя бы один из указанных трех основных факторов, то это отрицательно сказывается на состоянии существующих зданий и может привести к нарушению режима работы, размещения в них оборудования, инженерных сетей на участках вводов и др.

Как показывает анализ, причинами большинства возникающих повреждений являются ошибки, допущенные при инженерно-геологическом обосновании проектов. В результате этих ошибок снижается уровень проектов, качество строительства, надежность эксплуатации зданий и сооружений.

Кроме того, не мало важно в рассмотрении вопроса о деформациях окружающей застройки, рассмотреть их компоненты. Компонентами деформации окружающей застройки являются различные виды смещений и изменений геометрических параметров зданий, которые могут быть вызваны различными факторами.

К компонентам деформаций относятся:

- **Осадка** — вертикальное смещение здания относительно первоначального положения. Осадка может быть равномерной или неравномерной. Неравномерная осадка может привести к появлению трещин в здании.

- **Крен** — наклон здания в одну сторону относительно вертикальной оси. Крен может быть вызван неравномерной осадкой фундамента или другими причинами.

- **Прогиб** — искривление здания в горизонтальной плоскости. **Переко**с — смещение одной части здания относительно другой в вертикальной плоскости. Перекос может быть вызван разными причинами, например, неравномерной нагрузкой на фундамент.

- **Сдвиг** — горизонтальное смещение одной части здания относительно другой. Сдвиг может быть вызван сейсмическими воздействиями, вибрациями от строительных работ и другими факторами.

- **Горизонтальное перемещение** — смещение здания в целом в горизонтальной плоскости относительно первоначального положения.

Так, к примеру, в 2009 г. институтом ГУП ЧР «ЧувашГИИЗ» было обследован жилой дом №44 литера А по ул. Карла Маркса г. Чебоксары. Было обследовано девятиэтажное здание, в плане прямоугольное, одноподъездное. Основание — естественное. Фундаменты — ленточные из сборных железобетонных и бетонных элементов. Наружные и внутренние несущие стены — кирпичные. Междуэтажные и чердачные перекрытия — сборные железобетонные. Крыша плоская совмещенная вентилируемая. В процессе визуального обследования обнаружены и зафиксированы следующие недостатки: на несущих стенах наружных стенах по бокам оконных проемов имеются трещины. Обнаруженные трещины по стенам можно отнести к третьей (промежуточной) группе. Они ухудшают эксплуатационные свойства, снижают надежность и долговечность конструкций, но не способствуют их разрушению. По характеру распространения, формы предположительно обнаруженные трещины вызваны неравномерностью осадок грунтов основания. Причиной неравномерных осадок грунтов может являться изменение их физико-механических

свойств из-за выработки котлована под строящееся здание с северно-западной стороны с боку одноэтажного пристроя, в котором в данный момент располагается бар-клуб «Савой».

Для определения динамики развития трещин были установлены маяки конструкции Ф.А. Белякова №1, 2, 3, 4, 8 с северной стороны и №5, 6, 7 с восточной.

Обнаруженные трещины по степени опасности относятся III промежуточной группе. Они ухудшают эксплуатационные свойства, снижают надежность и долговечность конструкции, но не способствуют полному их разрушению.

Для предотвращения развития трещин на фасаде здания было рекомендовано после снятия маяков провести шприцевание трещин на всю их глубину мелкозернистым раствором на портландцементе М400, а штробы заштукатурить. Фундамент под клуб-баром «Савой» усилить. После ремонта фундамента клуба-бар «Савой» произвести заполнение котлована песком с прослойкой проливкой водой.

Пристрой вентиляционной камеры разобрать.



Рис. 1. Разработка котлована под новое строительство



Рис. 2. Разрушение



Рис. 3. Аварийное состояние вентиляционной камеры с наружной стороны несущей стены



Рис. 4. Маяки конструкции  
Ф.А. Белякова

### Результаты и проблематика

Для того, чтобы устранить деформации окружающей застройки, в зависимости от вида деформаций необходимо выбрать метод её устранения.

К подобным методам относятся:

Выравнивание здания. Этот метод предполагает использование домкратов и других приспособлений для выравнивания здания. Он может быть эффективным при небольших деформациях.

Укрепление фундамента. Если деформации вызваны проблемами с фундаментом, то его укрепление может помочь устранить проблему. Это может включать в себя усиление фундамента, замену повреждённых элементов и т. д.

Замена или ремонт повреждённых конструкций. В случае, если деформации привели к повреждению конструкций здания (например, стен, перекрытий), их необходимо заменить или отремонтировать.

Изменение нагрузки на здание. Иногда можно изменить нагрузку на здание, чтобы уменьшить деформации. Например, можно перенести тяжёлые предметы или оборудование на другие этажи или в другие помещения.

Устройство дополнительных опор. В некоторых случаях можно установить дополнительные опоры или колонны, чтобы поддержать деформированные конструкции.

Инъектирование трещин. Инъектирование – это процесс заполнения трещин специальными материалами, которые могут укрепить конструкцию и предотвратить дальнейшее разрушение.

Усиление стен и перекрытий. Если стены или перекрытия имеют трещины или другие повреждения, их можно усилить с помощью стальных балок, арматуры или других материалов.

Реконструкция здания. В крайних случаях может потребоваться полная реконструкция здания, включая демонтаж старых конструкций и строительство новых.

При решении данной проблемы при проектировании новых сооружений, вблизи которой существует окружающая застройка нужно помнить о том необходимо до начала проектирования произвести визуальный осмотр окружающей застройки, спрогнозировать возможные деформации, которые могут возникнуть в ходе строительства нового здания и сооружения вблизи уже существующих, так как ограниченность существующих данных о деформации, может сильно затруднить полноценный анализ и прогнозирование.

Кроме того, необходимо учитывать и тот факт, что на появление деформаций на окружающей застройки может повлиять не только новое строительство, но также могут так же повлиять и другие причины, то есть всегда помнить о комплексности причин возникновения деформаций. Многообразие факторов, влияющих на деформацию, делает затруднительным выявление закономерностей и разработку универсальных решений.

Отсутствие единых стандартов для мониторинга и оценки состояния застройки, что приводит к разным подходам и результатам.

Кроме того, не стоит забывать о влияние деформации на безопасность жителей, стоимость ремонта и устойчивость городской инфраструктуры, что так же является одной из основных проблем.

Эти аспекты помогают глубже понять проблему деформации окружающей застройки и предложить пути ее решения.

### **Заключение**

Основными аспектами проектирования зданий и сооружений с учетом окружающей застройки являются анализ существующей застройки, учет градостроительных норм и правил, оценка воздействия на окружающую среду, обеспечение безопасности, эстетическое соответствие (новый объект должен гармонично вписываться в существующую застройку с точки зрения стиля, материалов и других эстетических характеристик), согласование проекта.

Проектирование зданий и сооружений с учетом окружающей застройки требует тщательного анализа и планирования. Это позволяет создать гармоничную и безопасную среду для всех участников городского пространства.

Выявление деформаций зданий и сооружений является важной задачей для обеспечения безопасности людей и сохранения имущества. Порядок выявления деформаций включает в себя визуальный осмотр, использование измерительного оборудования, анализ данных и мониторинг в режиме реального времени. При выявлении деформаций необходимо определить их причину и принять меры для устранения проблемы. Регулярное проведение мониторинга состояния зданий и сооружений позволит своевременно выявлять деформации и принимать меры для их устранения, что обеспечит безопасность людей и сохранение имущества.

Для минимизации негативного воздействия на здания и сооружения

окружающей застройки при проектировании и строительстве необходимо четко следовать нормативным документам по данному виду зданий и сооружений, произвести обязательный визуальный осмотр, с использованием измерительного оборудования зданий и сооружений окружающей застройки ещё до начала проектирования объекта. В ходе строительства необходимо обязательно производить мониторинг состояния зданий и сооружений, окружающей застройки, с обязательной фиксацией деформаций, а также их своевременно устранять.

При соблюдении строительных норм и правил при производстве работ по точечные застройки территории, возможно сведения к минимуму или полному отсутствию деформаций окружающей застройки.

### Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023).
2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
3. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83\*».
4. СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87».
5. МГСН 2.10-04 «Допустимые деформации оснований, сложенных набухающими грунтами».
6. ТСН 50-302-2004 г. Москвы (МГСН 5.01–01) «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Москве».
7. ТСН МФ-97 МО «Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Московской области».
8. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83). – Москва: Стройиздат, 1986.
9. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. – Москва, 1998.
10. Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве. – Москва, 1999.
11. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Москва: Стройиздат, 1975.
12. Симагин, В. Проектирование и устройство фундаментов вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки / В. Симагин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: АСВ, 2010. – 128 с.
13. Смелов, Д. С. Строительство каркасных жилых домов из монолитного и сборно-монолитного железобетона / Д. С. Смелов, В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 года) / ред. колл.: Агафонов А.В. [и др.]. – Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2022. – С. 64–67. – EDN MGNRYC.
14. Несущая способность армированной каменной кладки при центральном сжатии на основе деформационных параметров ее компонент / А. Н. Плотников, Т. В. Романова, Б. В. Михайлов [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции, Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года. – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 183–197. – EDN IPGPUY.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТиФ и ISSMGE, г. Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Атышева Мария Сергеевна – магистрант ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, гидролог ООО «ГИИЗ», atropo@yandex.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Uliyanov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Atyasheva Maria Sergeevna – postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia, hydrologist of ООО «GIIZ», atropo@yandex.ru

Для цитирования:

Атышева, М. С. Факторы риска и компоненты деформаций зданий окружающей застройки / М. С. Атышева, Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 8–15.

Citation:

Atiasheva M.S. Risk factors and components of deformations of buildings in the surrounding area / M.S. Atiasheva, N.S. Sokolov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 8–15.

УДК 624.1

### СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА КОНСТРУКЦИЙ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ

**С.С. Викторова,**

**О.П. Терехова,**

**И.П. Федосеева,**

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** наряду с другими передовыми геотехническими технологиями освоения подземного пространства разрядно-импульсная технология является одним из основополагающих в области устройства буринъекционных свай (технология ЭРТ) – микросвай, а также строительного преобразования свойств грунтов оснований, имеющих слабые показатели их физико-механических характеристик. В то же время, имея существенные отличия перед другими способами освоения подземной части зданий и сооружений геотехническая технология ЭРТ имеет ряд преимуществ, таких как, 1) повышенная удельная несущая способность по

грунту, 2) технологичность устройства буринъекционных свай в любых инженерно-геологических условиях, 3) возможность производства геотехнических работ в стесненных условиях. Она, являясь базовой структурой для разработки новых технологий, имеет большой научный потенциал исследований для целей внедрения ее в современное подземное строительство.

**Ключевые слова:** геотехническая технология, разрядно-импульсная технология ЭРТ, микросваи, буронабивная свая, обсадная труба.

## TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION OF BURNED STRUCTURES FOR STRENGTHENING WEAK FOUNDATIONS

**Abstract:** along with other advanced geotechnical technologies for the development of underground space, discharge-pulse technology is one of the fundamental ones in the field of installation of drilled injection piles (EDT technology) – micropiles, as well as the construction transformation of the properties of foundation soils that have weak indicators of their physical and mechanical characteristics. At the same time, having significant differences over other methods of developing the underground part of buildings and structures, geotechnical technology EDT has a number of advantages, such as, 1) increased specific bearing capacity on the ground, 2) manufacturability of installation of drilled injection piles in any engineering geological conditions, 3) the ability to carry out geotechnical work in cramped conditions. It, being the basic structure for the development of new technologies, has great scientific research potential for the purpose of its implementation in modern underground construction.

**Keywords:** geotechnical technology, discharge-pulse EDT technology, micropiles, bored piles, casing.

### Введение

Современное развитие городов и крупных населенных пунктов непрерывно связано с масштабным освоением подземного пространства с использованием новых геотехнических технологий. Анализ негативного опыта существующих объектов при уплотнительной застройке показывает, что возникают достаточно высокие риски при строительстве объектов ниже нулевой отметки открытым способом (без закрепления стенок котлованов). А проблема обеспечения их дальнейшей надежной эксплуатации, как объектов нового строительства, так и зданий существующей застройки остается очень *актуальной задачей*.

### Материал и методы исследований

На основе проведенного анализа авторами статьи сделан вывод, что существующие геотехнические технологии строительства объектов ниже нулевой отметки открытым способом (без закрепления стенок котлованов) являются весьма рискованными. Они, во-первых, предполагают удаление большого объема грунта и при этом являются очень дорогостоящими и нетехнологичными. Кроме того, во-вторых, в зоне геотехнического влияния нового строительства или реконструкции, как правило,

имеются здания и технологические коммуникации старой застройки, которые могут получить дополнительные деформации, влекущие возможные аварийные ситуации с ними. А также при застройке территорий с наличием объектов культурного наследия следует иметь ввиду, что согласно действующей нормативной документации они не должны получать никаких дополнительных деформаций.

### Результаты и проблематика

С учетом вышесказанного проблема обеспечения их дальнейшей надежной эксплуатации как объектов нового строительства, так и здания существующей застройки остается очень *актуальной задачей* [1–17]. Для решения этой проблемы зачастую приходится воспользоваться геотехническими технологиями, не оказывающим негативного влияния на существующие строения и исключаящим возникновения в них нежелательных деформаций.

Одним из таких передовых геотехнических технологий освоения подземного пространства является разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай (технология ЭРТ) – микросвай, а также строительное преобразование свойств грунтов оснований, имеющих слабые показатели физико-механических характеристик. Имея существенные преимущества перед другими способами строительства подземной части зданий и сооружений геотехническая технология ЭРТ имеет *научную новизну*. Она, являясь базовой структурой для разработки изотопных технологий, имеет большой потенциал научных исследований для целей внедрения ее в современное подземное строительство. Симбиоз электроразрядной технологии с другими технологиями (например, грунтоцементная технология) дает надежду для создания перспективных геотехнических способов укрепления оснований.

Следует отметить, что целесообразность применения микросвай определяется конкретными условиями строительной площадки и особенностью объекта на основе результатов технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений. То есть должен быть соблюден принцип интерактивного проектирования «технической целесообразности и экономической эффективности» принятого проектного решения.

Рассматриваемая геотехническая электроразрядная технология имеет подтвержденную опытом строительства *практическую значимость*. Широкое использование буроинъекционных свай ЭРТ в капитальном строительстве, реконструкции и капитальном ремонте наводит на мысль о том, что рассматриваемая технология с использованием этих заглубленных железобетонных конструкций может иметь большие перспективы. Это связано с тем, что для современного промышленного и гражданского строительства зачастую приходится использовать территории с пересеченным рельефом с наличием оврагов, прибрежными зонами рек, склонами и т.д. В то же время без освоения подземного пространства не взирая на сложность строительных площадок и инженерно-геологических условий для современного общества на наш взгляд нет технического прогресса.

В большинстве случаев в своей производственной деятельности строители пренебрегают влиянием технологии возведения нового объекта [5–17] на возможные негативные последствия (появившиеся трещины на фасадах вследствие неравномерных осадок, кренов и т.д.) эксплуатируемых зданий. До сих пор муссируется понятие «минимальной цены» при возведении части здания ниже нулевой отметки. При таком подходе полностью пренебрегаются основы здравого смысла. В то же время строители идут на любые ухищрения для уменьшения стоимости строительно-монтажных работ устройства подземной части объекта. Для достижения этой цели уже на стадии проектирования закладывается минимальный коэффициент запаса несущей способности основания. Такой «иррациональный» способ строительства в конечном итоге в большинстве случаев приводит к существенному удорожанию строительства здания и, как правило, к увеличению сроков возведения. Это связано в основном с согласованием нового проекта в результате замены на другую геотехническую технологию, а также в связи с прохождением новой строительно-технической экспертизы.

Следует отметить еще на следующий аспект, связанный с возможным увеличением несущей способности оснований, усиленных буровыми сваями [1–17]. Устоялась мнение, заключающееся в том, что чем больше диаметр буровой сваи, тем больше ее несущая способность по грунту. Да это так. Но на наш взгляд критерием оценки должны служить не диаметр и длина сваи, а *«удельная несущая способность по грунту»*, т.е. *«несущая способность одного кубического метра буровой сваи, а также «удельная расчетная нагрузка»*.

Ниже, в таблице 1, приведены результаты расчетов несущей способности для свай ЭРТ и буронабивных свай диаметрами 600,0; 800,0; 1000,0; 2000,0 мм [5–17]. Анализируя результаты исследований, можно сделать вывод о том, что с увеличением диаметра буровых свай удельная несущая способность снижается, приближаясь к некоторой асимптоте.

Таблица 1

№ п.п.	Тип сваи	Позиция	Несущая способность, кН	Расчетная нагрузка	Примечания	Объем сваи, м <sup>3</sup>	Удельная несущая способность, кН/м <sup>3</sup>	Удельная расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Бурунабивная свая Ø600 Λ=0,28 м <sup>2</sup>	1	2330,0	1665,0	Бурунабивная свая в обсадных трубах	5,6	416,0	297,3
		2	2300,0	1640,0		5,6	410,7	293,0
		3	2465,0	1760,0		5,6	440,2	314,3
2	Бурунабивная свая Ø800 Λ=0,50 м <sup>2</sup>	1	3760,0	2685,0		10,0	376,0	268,5
		2	3725,0	2660,0		10,0	372,5	266,0
		3	3935,0	2810,0		10,0	393,5	281,0
3	Бурунабивная свая Ø1000 Λ=0,79 м <sup>2</sup>	1	5540,0	3960,0		15,7	352,9	252,2
		2	5500,0	3930,0		15,7	350,3	250,3
		3	5770,0	4120,0		15,7	367,5	263,4
5	Бурунабивная свая Ø2000 Λ=6,28 м <sup>2</sup>	1	19400,0	13860,0		125,6	154,4	110,3
		2	19850,0	14180,0		125,6	158,0	112,9
		3	19860,0	14200,0		125,6	158,2	113,0
6	Буруинъекционные сваи ЭРТ Ø350 Λ=0,10 м <sup>2</sup>	4	1515,0	1080,0	Буруинъекционная свая ЭРТ без уширений	2,0	757,5	540,0
		5	1680,0	1200,0	Буруинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой	2,0	840,0	600,0
		6	1880,0	1340,0	Буруинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола	2,0	940,0	670,0
		7	1930,0	1380,0	Буруинъекционная свая ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи	2,0	965,0	690,0

### Заключение и выводы

С учетом вышесказанного результаты длительных исследований и использование электроразрядной геотехнической технологии устройства заглубленных железобетонных конструкций с использованием электроразряда и *апробации* в реальном геотехническом строительстве в течение длительного периода времени позволили рекомендовать ее для решения следующих геотехнических задач.

1. При усилении перегруженных оснований фундаментов.
2. При усилении оснований фундаментов существующих зданий и сооружений в связи с планируемым повышением или изменением характера эксплуатационных нагрузок при изменении конструктивной схемы.
3. При строительстве новых объектов рядом с существующими, строительства зданий и сооружений в стесненных условиях внутри действующих предприятий.
4. Для исправления сверхнормативных кренов зданий или отдельных фундаментов.
5. Для противооползневой защиты склонов, берегов рек и морей.
6. Для усиления оснований железнодорожных насыпей с нестабильным балластным шлейфом.
7. Для решения сложных геотехнических задач при реконструкции зданий и фундаментов, а также в случае капитального ремонта.
8. При строительстве новых объектов в сложных инженерно-геологических условиях, а также при наличии перемеживающихся слабых грунтов оснований.
9. При устройстве подземных этажей в бесподвальных зданиях, углубления полов подвалов, влекущих за собой усиления тела существующих фундаментов, устройства противofильтрационной завесы, а также цементации контактного слоя подошвы фундаментов с несущим слоем.
10. При устройстве буроинъекционных свай ЭРТ усиления оснований фундаментов.
11. При устройстве противofильтрационных завес.
12. Для устройства железобетонных шпонок по границе призмы обрушения при усилении оползневых склонов с целью стабилизации их деформаций.

### Список литературы

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
3. Ilichev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilyichev, P. A. Kononov, N. S. Nikiforova, L. A. Bulgakov // Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. – New York, 2004. – P. 5–24.
4. Ilyichev, V. A. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches / V. A. Ilyichev, N. S. Nikiforova, E. B. Koreneva // Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007 «Geotechnical Engineering in urban Environments»... Vol. 2. – P. 581–585.

5. Sokolov, N. S. Ground anchor produced by electric discharge technology, as monolithic reinforced concrete structure / N. S. Sokolov // Key Engineering Materials. – 2018. – Vol. 771. – P. 75–81. – DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.75. – EDN YBULQD.

6. Буруинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Г. М. Смирнова, И. П. Федосеева // Строительные материалы. – 2017. – №9. – С. 47–49. – EDN ZJAMYJ.

7. Никонорова, И. В. Строительство и территориальное освоение оползнеопасных склонов Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2017. – №9. – С. 13–19. – EDN ZMJFBR.

8. Соколов, Н. С. Технология увеличения несущей способности основания / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2019. – №6. – С. 67–71. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-771-6-67-71. – EDN FMSNBH.

9. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте : № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDNZHQVZ.

10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буруинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420. – EDN UMHPX.

11. Sokolov, N. S. One of geotechnological technologies for ensuring the stability of the boiler of the pit / N. S. Sokolov // Key Engineering Materials. – 2018. – Vol. 771. – P. 56–69. – DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.771.56. – EDN YBTLID.

12. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

13. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противоположной подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

14. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Институт водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

15. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буруинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

16. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

17. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буринъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28. – EDN XСМУРН.

Сведения об авторах:

Викторова Светлана Станиславовна – старший преподаватель ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова».

Терехова Ольга Павловна – канд. пед. наук, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, top0707@mail.ru

Федосеева Ирина Петровна – старший преподаватель ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова».

Viktorova Svetlana Stanislavovna – senior lecturer of FGBOU VO "ChSU named after I.N. Ulyanova».

Terekhova Olga Pavlovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Economics of Construction Ulyanova», g. Cheboksary, Russia, top0707@mail.ru

Fedoseeva Irina Petrovna – senior lecturer of FGBOU VO "ChSU named after I.N. Ulyanova».

Для цитирования:

Викторова, С. С. Строительная технология устройства конструкций усиления слабых оснований фундаментов / С. С. Викторова, О. П. Терехова, И. П. Федосеева // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 15–22.

Citation:

Viktorova S.S. Construction technology of the device of structures for strengthening weak foundations / S.S. Viktorova, O.P. Terekhova, I.P. Fedoseeva // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. – P. 15–22.

УДК 69.059.7

## ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИСТРОЙКИ К ЗДАНИЯМ И ВСТРОЙКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

*С.П. Вдовенков,  
Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** характер старой застройки 60-х годов сформирован обычно на основе строчной, перекрестной или свободной систем из домов прямоугольной формы. Открытый характер такой застройки не отвечает микроклиматическим параметрам окружающей среды по температуре воздуха и скорости ветра. В связи с этим, преобразование существующей застройки в полужамкнутую или замкнутую структуру путем пристройки или встройки дополнительных объемов целесообразно*

не только с экономической, но и с функциональной и микроклиматических точек зрения. Геотехнический аспект в рамках реконструкции зданий и сооружений предусматривает технологические мероприятия, предотвращающие возможные аномальные процессы в основаниях зданиях и сооружениях в зоне геотехнического влияния (фундаменты и их основания). Эти процессы могут проявляться в основном в виде их неравномерных деформаций.

**Ключевые слова:** реконструкция, пристройка, встройка, геотехнические технологии, примыкание фундаментов, усиление фундаментов, усиление оснований, электроразрядная технология (ЭРТ).

## GEOTECHNICAL TECHNOLOGIES FOR BUILDING EXTENSIONS AND BUILT-IN DURING BUILDING RECONSTRUCTION

**Abstract:** *the character of the old buildings of the 60s is usually formed on the basis of a row, cross or free system of rectangular houses. The open character of such buildings does not meet the microclimatic parameters of the environment in terms of air temperature and wind speed. In this regard, the transformation of the existing buildings into a semi-closed or closed structure by adding or building in additional volumes is advisable not only from an economic point of view, but also from a functional and microclimatic point of view. The geotechnical aspect in the framework of the reconstruction of buildings and structures provides for technological measures that prevent possible abnormal processes in the foundations of buildings and structures in the geotechnical influence zone (foundations and their foundations). These processes can manifest themselves mainly in the form of their uneven deformations.*

**Keywords:** *reconstruction, extension, embedding, geotechnical technologies, foundation junction, foundation reinforcement, foundation reinforcement, electrical discharge technology (EDT).*

### Введение

Цель работы: проанализировать и обобщить актуальные на сегодняшний день основные методы и принципы, применяемые геотехниками в строительстве и проектировании при реконструкциях зданий и сооружений. Выявить наиболее перспективные и зарекомендовавшие методы, которые отвечают современным задачам строительства.

Приемы пристройки или встройки в каждом случае выбирают индивидуально в зависимости от характера существующей застройки и окружающего жилого комплекса. Пристройки обычно решаются как дома нового поколения, нередко повышенной этажности, но при этом должны носить характер, масштабный строй и художественный облик, сохраняющий восприятие существующей застройки [1–12].

Чаще всего новый объем, добавляемый к существующему зданию в процессе реконструкции застройки, пристраивают в торец или сбоку. Увеличение ширины здания обычно связано с увеличением его этажности и выполняется с применением дополнительного каркаса. Пристройка может осуществляться с новой параллельной стеной и без нее. В первом случае пристраиваемое здание, как правило, выше существующего, во

втором случае они имеют одинаковую высоту. Встройки применяют и в случаях архитектурного объединения конгломерата разностильных зданий. В случае удачного применения надстроек, встроек и пристроек можно получить градостроительный комплекс, в котором сосуществуют старые и новые архитектурные формы, порождая новое качество городской застройки.

### Материалы и методы исследований

В данная работа составлена путем анализа учебных пособий для ВУ-Зов и преподавателей, справочных пособий и обобщения профессионального опыта описанного в научно-исследовательских публикациях, где представлены основные геотехнические методы и принципы, применяемые в процессе строительства пристроек и встроек при реконструкции зданий.

При проектировании пристроек необходимо обращать особое внимание на узлы примыкания к существующим стенам. Это связано с потенциальной возможностью появления осадочных деформаций в местах стыков. Такое явление связано с тем, что в основании существующих зданий, эксплуатируемых много лет, грунт уплотнился и осадки стабилизировались. Под пристраиваемыми зданиями основание будет обжиматься по мере его строительства и эксплуатации. Для стабилизации осадок требуется не сколько лет эксплуатации, поэтому примыкание новой и старой кладки делают скользящими и предусматривают осадочные швы. Новые же фундаменты выполняют, предусматривая мероприятия, не допускающие дополнительных деформаций старых фундаментов.

При одинаковой глубине заложения подошвы фундаментов пристраиваемого здания последние необходимо отнести на расстояние  $l: l \geq (2/3) * B$ , где  $l$  – расстояние между подушками существующего и пристраиваемого фундаментов;  $B$  – наибольшая из размеров подошвы существующего и пристраиваемого фундаментов

В случае если это условие выполнить невозможно грунт предохраняют от выпучивания шпунтовым рядом. Глубина задавливания шпунта определяется по формулам А.В. Пилягина – В.Е. Глушкова:

- для гибких фундаментов  $d_0 = 2.37 + 1.98 * l$ ;
- для жестких фундаментов  $d_0 = 2.87 + 1.64 * l$ ;

где  $d_0$  – глубина задавливания шпунтового ряда ниже подошвы фундаментов;

$l$  – расстояние между фундаментными подушками существующего и пристраиваемого фундаментов, принимается  $l < B/2$ ; где  $B$  при  $r_1 = r_2$ ,  $B_1 = B_2 = B$ .

При заглублении новых фундаментов ниже подошвы существующих, их относят, обеспечивая угол откоса не менее  $30^\circ$ .

Если фундаменты пристройки отнесены достаточно далеко от существующих, то стены пристройки опирают на консольные железобетонные плиты или балки.

Если новые фундаменты закладывают выше отметки существующих, то они относятся от последних на расстояние  $l$ , которое зависит от давлений грунта под подошвой фундаментов. Расстояние  $l$  принимается:

- при  $r_1 \gg r_2$ ,  $B_1 \gg B_2$  то  $l \geq B_1$ ;
- при  $r_1 \leq r_2$ ,  $B_1 \sim B_2$  то  $l \geq (2/3) * B$ .

где  $p_1$ ,  $p_2$  – давление грунта под подошвой существующего и пристраиваемого здания;  $B_1$ ,  $B_2$  – ширина подошвы фундамента существующего и пристраиваемого здания.

Эффективнее пристройку новых объемов к существующему зданию выполнять на свайных фундаментах. Это дает возможность передать на грузку на нижележащие слои грунта и уменьшить влияние нового фундамента на существующий.

Хорошо для этой цели подходят буронабивные сваи (рис. 5).

Использование забивных свай приходится исключить в связи с динамическими нагрузками на старое здание, возникающими при их забивке. Допускается только вдавливание свай.

Укрепление оснований зданий и подземных сооружений производится в следующих случаях: при ослаблении оснований в период их эксплуатации, в результате чего происходят значительные общие и неравномерные осадки, а также крены зданий; при реконструкции зданий и подземных сооружений, когда происходит увеличение нагрузок и (или) перераспределение их между несущими конструкциями.

Все способы усиления оснований можно разделить на две основные группы:

- 1) усиление путем закрепления грунтов;
- 2) повышение прочности оснований уплотнением грунтов.

Усиление оснований путем закрепления грунтов заключается в связывании частиц грунта. Закрепление повышает механическую прочность, водоустойчивость, долговечность. В зависимости от технологии закрепления и процессов, происходящих в грунте, методы закрепления делятся на три вида:

- а) химические (силикатизация, смолизация);
- б) физико-химические (цементация, грунтоцементация);
- в) термические.

Для повышения прочности оснований за счет уплотнения грунтов используются механические способы, устройство грунтовых свай из песка, песчано-гравиевой смеси, щебня и включение в основание жестких элементов. Наибольший эффект уплотнения достигается при шахматном расположении скважин. Расстояние между осями скважин зависит от диаметра уплотняющего органа и требуемого коэффициента уплотнения.

Основными причинами, вызывающими необходимость переустройства и усиления фундаментов, являются увеличение нагрузки при надстройке и пристройке зданий или изменение их функционального назначения, нарушения в сцеплении кладочных материалов, разрушение материала фундамента от действия агрессивных сред, деформации в связи с потерей прочности или при осадке оснований. При проектировании усиления необходимо максимально использовать существующий фундамент, обеспечив его совместную работу с элементами усиления.

1. Усиление и восстановление кладки фундаментов цементацией. Способ применяется, когда кладка ослаблена по всей толщине, а увеличения нагрузки на фундамент нет.

2. Усиление фундаментов материалами на основе полимеров. Способ основан на использовании полимербетонов, полимерных растворов и мастики для заделки трещин в теле фундаментов и инъектирования их внутрь.

3. Частичная замена кладки фундамента. Производится при ремонтах со средней степенью разрушения тела фундамента. Способ применяется, когда нагрузка на фундамент увеличивается, а несущая способность основания достаточна.

4. Устройство защитных растворяемых рубашек. Способ применяется при ремонте незначительных наружных повреждений фундаментов.

5. Усиление фундаментов обоймами, приливами, железобетонными монолитными подушками, рамами. Ввиду простоты и надежности устройства эти методы получили широкое распространение в практике:

5.1. Обоймы без увеличения площади подошвы фундаментов. Применяются редко. Используются в тех случаях, когда тело фундамента имеет недостаточную прочность, а его подошва и основание находятся в хорошем состоянии.

5.2. Обоймы с увеличением площади подошвы фундамента. Обоймы устраиваются в фундаментах мелкого заложения, выполненных из различных кладок, бетона или железобетона. Изготовление обоймы возможно как на всю высоту фундамента, так и на часть высоты.

5.3. Усиление бутовых и бутобетонных фундаментов железобетонными приливами (продольными балками). Увеличивают опорную площадь фундаментов путем частичной заменой основания фундамента на монолитные железобетонные приливы.

5.4. Усиление сборных железобетонных ленточных фундаментов. Увеличивают опорную площадь фундаментов путем устройства дополнительных подушек из монолитного бетона или железобетонной обоймы.

5.5. Усиление столбчатых фундаментов производится путем устройства железобетонной рамы.

6. Увеличение опорной площади фундаментов с помощью односторонних или двусторонних банкетов. Односторонние банкеты используются при внецентренной нагрузке, двусторонние – при центральной нагрузке на фундамент.

7. Изменение конструктивного решения фундаментов. В практике используются приемы усиления путем переустройства столбчатых фундаментов в ленточные. Такие случаи возникают при значительных неравномерных деформациях основания, изменении величины нагрузок и статической схемы работы фундаментов, установке нового оборудования, изменении конструктивной схемы здания или сооружения, необходимости значительного повышения жесткости здания и в ряде других случаев.

8. К современным способам относится усиление фундаментов сваями.

8.1. Усиление набивными и буронабивными сваями.

8.2. Усиление вдавливаемыми сваями.

8.3. Усиление винтовыми сваями.

8.4. Усиление буроинъекционными корневидными сваями.

Электроразрядная технология, обладая рядом технических и технологических преимуществ широко используется в геотехнической практике устройства буроинъекционных свай ЭРТ в свайных полях, свай усиления оснований и фундаментов, закрепления оснований фундаментов, склонов, при устройстве нагелей и т.д. Электрогидравлический удар на грунт стенок буровой скважины, заполненной мелкозернистым бетоном, намного превышает статическую нагрузку на него. В результате воздействия таких высоких давлений и температур в грунте зарождается полость и за счет сил гравитации мгновенно заполняется мелкозернистым бетоном. Тем

самым возникает уширение на конкретном участке по высоте сваи ЭРТ. Это уширение далее назовем «подпятником». Таким образом, возникшая дополнительная опора начинает статически работать совместно со свай по нижней поверхности уширения, увеличивая ее несущую способность по грунту.

Практика проектирования, изготовления и эксплуатации таких свай показала их высокую эффективность. Несущей способностью под нижним концом ЭРТ свай составляет в 1,3 раза больше, а по боковой поверхности – в  $1,1/0,5 \div 1,3/0,5 = 2,2 \div 2,6$  раза, чем буроньекционными сваями того же диаметра, но без уширения [8].

Рассмотрим один из случаев реализованных работ по усилению тела фундаментов и их оснований, строительной организацией ООО НПФ «ФОРСТ»: Реконструкция пятиэтажного кирпичного здания с неполным каркасом.

Абсолютные отметки поверхности земли составляют 3,28–3,4 м. Инженерно-геологические условия площадки в зоне расположения здания представлены следующими условиями: морские отложения, расположенные под техногенным слоем, средней мощностью до 2–3,2 м, простираются от абсолютных отметок +1,89 – -1 м до -1,61 – -2,56 м (БС) и представлены песками среднезернистыми, частично перекрытыми мелкими песками. Несущим слоем основания являются среднезернистые пески с  $E_0 = 27\text{--}31$  МПа;  $\phi = 30\text{--}33^\circ$ ;  $C = 1\text{--}2$  КПа. Грунтовые воды зафиксированы на глубинах 1,1–2,2 м (абс. отм. +1,54–0,8 м). В осенне-летний период уровень грунтовых вод (УГВ) может подниматься на высоту до 1 м. В момент проведения изысканий УГВ находится на отметке +0,96 м, что практически соответствует проектной отметке понижения пола подвала.

Реконструируемое здание представляет собой сооружение размером в плане 32 x 15,6 м и высотой 16 м. Проектом предусмотрено заглубление пола на 500–700 мм ниже существующей подошвы бутовых ленточных фундаментов в части подвала (оси А-Г/1-6).

Для реализации, поставленной задачи проектом предусмотрено выполнение следующего комплекса работ в подвальных помещениях.

Устройство конструктивной шпунтовой стенки из касательных буроньекционных свай диаметром 250 мм и длиной 5 м по внутреннему периметру несущих стен и колонн по оси Б. Сваи выполняются с использованием электроразрядной импульсной технологии (сваи ЭРТ) и армируются швеллером 16 П.

Выполнение наклонных (к вертикали  $7^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $24^\circ$ ) через тело фундамента буроньекционных несущих свай диаметром 200 мм и длиной 5 м. Сваи выполняются с использованием электроразрядно-импульсной технологии (ЭРТ) и армируются  $4\varnothing 18A500$ . Пята свай доходит до абсолютной отметки – 0,52 мБС; таким образом, сваи остаются в слое среднезернистого песка. Фактически здание пересаживается на короткие сваи с расчетной нагрузкой 210 кН.

Устройство распорной системы в уровне существующего пола подвала, выполняемое в виде анкерного крепления свай шпунтовой стенки к телу бутового фундамента.

### Результаты и проблематика

В данной работе были рассмотрены основные геотехнические методы и принципы в процессе строительства пристроек и встроек при

реконструкции зданий, а именно по обустройству и/или возможному усилению оснований зданий и сооружений и их фундаментов. Каждый из них имеет место быть в своем конкретном случае.

Однако, в современном геотехническом строительстве опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ при решении усилений фундаментов и их оснований в реконструируемых сооружениях, в виду своих очевидных преимуществ, занимает одно из первостепенных мест. Они востребованы как в свайных полях, так и при усилении оснований фундаментов, а также используются в качестве шпунтовых стенок как фундаментов, так и ограждений котлованов.

### Заключение

Преобразование и развитие городов немислимо без проведения реконструкции и модернизации существующего жилого фонда, общественных и промышленных зданий. Реконструкция в большей степени связана с обновлением и преобразованием этих зданий. Каждый объект реконструкции индивидуален, имеет свои отличающиеся от других зданий эксплуатационные показатели и свой физический и моральный износ. Не существует единого стандартного метода реконструкции: каждый из них индивидуален и должен учесть все аспекты с последующим гармоничным включением их в единый технологический цикл.

### Список литературы

1. СП 22.13330.2016. «Основания зданий и сооружений», Министерство регионального развития Российской Федерации. – Москва, 2016.
2. Казакова, И. С. Реконструкция зданий и сооружений: учебное пособие / И. С. Казакова. – Вологда: ВоГТУ, 2011. – 106 с.
3. Казакова, И. С. Реконструкция зданий и сооружений: учебное пособие / И. С. Казакова. – Ч. 2. – Вологда: ВоГТУ, 2013. – 82 с.
4. Маклакова, Т. Г. Проектирование жилых и общественных зданий: учеб. пособие для вузов / под ред. Т. Г. Маклаковой, С. М. Нанасова, В. Г. Шарапенко. – Москва: ВШ, 1998. – 400 с.
5. Мальганов, А. И. Оценка состояния и усиление строительных конструкций реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. И. Полищук. – Томск: Томский ЦНТИ, 1991. – 309 с.
6. Буроинъекционные сваи ЭРТ как железобетонная заглубленная конструкция для оснований повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов, П. Ю. Федоров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2020. – №3. – С. 43–49. – DOI 10.25686/2542-114X.2020.3.43. – EDN TIQSLV.
7. Соколов, Н. С. Геотехнические технологии приспособления застраиваемых зданий к условиям старой застройки / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2017. – №3. – С. 62–67. ISSN 0044-4472.
8. Соколов, Н. С. Использование заглубленных железобетонных конструкций повышенной несущей способности с целью обеспечения надежной эксплуатации существующих объектов / Н. С. Соколов // Научно-исследовательские публикации. – 2024. – №2. – С. 63–67. ISSN: 2308-1732
9. Соколов, Н. С. Справочное пособие. Геотехника / Н. С. Соколов. – Москва, 2023.

10. Швец, В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В. Б. Швец, В. И. Феклин, Л. К. Гинзбург. – Москва: Стройиздат, 2007. – 240 с.

11. Смелов, Д. С. Строительство каркасных жилых домов из монолитного и сборно-монолитного железобетона / Д. С. Смелов, В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 года) / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2022. – С. 64–67. – EDN MGNRYC.

12. Common mistakes made under facility construction in cramped conditions / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, V. V. Maguskin, L. I. Malyanova // Journal of Physics: Conference Series : 2, Perm, 26–28 мая 2021 года. – Perm, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/1928/1/012022. – EDN BEKMIL.

Сведения об авторах:

Вдовенков Сергей Павлович – магистрант ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, инженер-геолог ООО «ГИИЗ», [spvdovenkov.ru@gmail.com](mailto:spvdovenkov.ru@gmail.com)

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТИФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, [ns\\_sokolov@mail.ru](mailto:ns_sokolov@mail.ru)

Vdovenkov Sergey Pavlovich – postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia, geological engineer of ООО «ГИИЗ», [spvdovenkov.ru@gmail.com](mailto:spvdovenkov.ru@gmail.com).

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulyanov Chuvash State University», Director of ООО НПФ «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, [ns\\_sokolov@mail.ru](mailto:ns_sokolov@mail.ru)

Для цитирования:

Вдовенков, С. П. Геотехнические технологии пристройки к зданиям и встройки при реконструкции зданий / С. П. Вдовенков, Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 22–29.

Citation:

Vdovenkov S.P. Geotechnical technologies of building extensions and extensions during the reconstruction of buildings / S.P. Vdovenkov, N.S. Sokolov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 22–29.

УДК 624.15

## АНАЛИЗ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗАБИВНЫХ СВАЙ СО СВЕРХНОРМАТИВНЫМИ ОТКЛОНЕНИЯМИ

*А.В. Глушков*

*В.Е. Глушков*

*И.С. Глушкова*

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
технологический университет»

г. Йошкар-Ола, Россия

*В.И. Глушкова*

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный  
университет» (НИУ МГСУ)

г. Москва, Россия

*И.В. Глушков*

ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет», ФГАОУ ВО «ПНИПУ»,

г. Пермь, Россия

***Аннотация:** представлены результаты анализа напряженно-деформированного состояния свай. Сваи заданы в расчетной схеме с учетом их фактического сверхнормативного отклонения в плане и по высоте. Инженерно-геологические условия взяты по фактически выполненным изысканиям. Получены значения осадки кустов свай, внутренних силовых факторов железобетонных конструкций, распределения напряженно-деформированного состояния основания.*

***Ключевые слова:** сваи, геотехника, фактическое расположение свай, напряженно-деформированное состояние основания.*

## ANALYSIS OF THE BEARING CAPACITY OF DRIVEN PILES WITH EXCESS DEVIATIONS

***Abstract:** the results of the analysis of the stress-strain state of piles are presented. Piles are specified in the design scheme considering their actual excess deviation in plan and height. The geological conditions are taken from the surveys actually performed. The values of the precipitation of pile cluster, internal force factors of reinforced concrete structures, and the distribution of the stress-strain state of the basis are obtained.*

***Keywords:** piles, geotechnics, actual location of piles, stress-strain state of the basis.*

### Введение

При устройстве фундаментов из забивных висячих свай регламентированы допустимые отклонения верха свай по горизонтали.

Отклонения положения в плане забивных свай кустов и лент с расположением свай в два и три ряда крайних свай поперек оси свайного ряда не более  $\pm 0,2d$ , остальных свай и крайних свай вдоль свайного ряда не более  $\pm 0,3d$ .

Отклонения по вертикали от проектного положения могут приводить к изменению несущей способности сваяч свай из-за недостаточного заглубления острия в несущий слой.

В результате анализа исполнительной документации забивных сваяч свай на нескольких объектах установлены значительные отклонения свай в кусте от проектного положения: по горизонтали до 45 см (1,5d). Возникла необходимость в оценке напряженно-деформированного состояния основания, оценке несущей способности грунта в основании и деформаций свайных фундаментов.

Для оценки напряженно-деформированного состояния основания, осадок свайных фундаментов решена пространственная задача с использованием геотехнического комплекса Plaxis 3d, реализующего метод конечных элементов.

В результате анализа свайного поля при согласовании с Заказчиком выбраны свайные кусты, в которых отмечаются наибольшие отклонения свай от проектного положения. Для каждого свайного куста разработана объемная расчетная схема с приближенным к реальному расположению грунтов в основании.

В качестве преобладающей расчетной модели для грунтов основания принята модель Мора-Кулона с использованием физических, прочностных и деформационных характеристик, взятых из результатов инженерно-геологических изысканий на объекте. Сваи в расчетной области заданы как железобетонные упругие элементы с интерфейсом взаимодействия с окружающим грунтом, исключающим полное прилипание бетона к грунту. Расчетная нагрузка принята по схеме вертикальных нагрузок на уровне обреза фундамента (низа колонн, пилонов).

В результате расчетов получены данные о распределении напряжений и деформаций в основании свайных фундаментов.

На рассчитываемых площадках абсолютные значения осадок свайных фундаментов оказались меньше предельных осадок для зданий с железобетонным каркасом (п.1 прил. Г1 СП22.13330.2016): наибольшие осадки достигают значений  $S=7,25 \text{ см} < S_u=15 \text{ см}$ .

Изолинии вертикальных напряжений  $\sigma_{zz}$  и вертикальные перемещения в основании  $U_z$  равномерно затухают с глубиной – следствие корректности выбора расчетной схемы.

В результате расчетов установлено, что возникающие в сваях усилия достигают значения  $F_u=914,1 \text{ кН}$  и не превышают несущей способности сваи по материалу  $F_d=1651,12 \text{ кН}$ .

Несущая способность грунтов основания, предусмотренная проектом, по результатам численного моделирования, обеспечена.

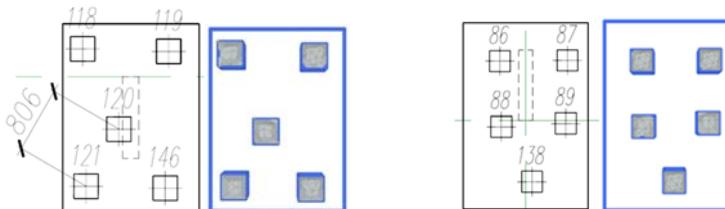


Рис. 1. Схема смещения свай в плане на исполнительной (верх) и в расчетной схеме (низ)

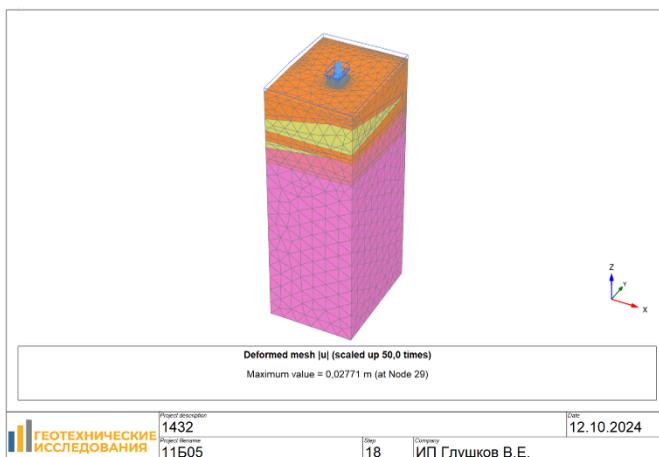


Рис. 2. Расчетная область свайного куста с заданием геологических условий

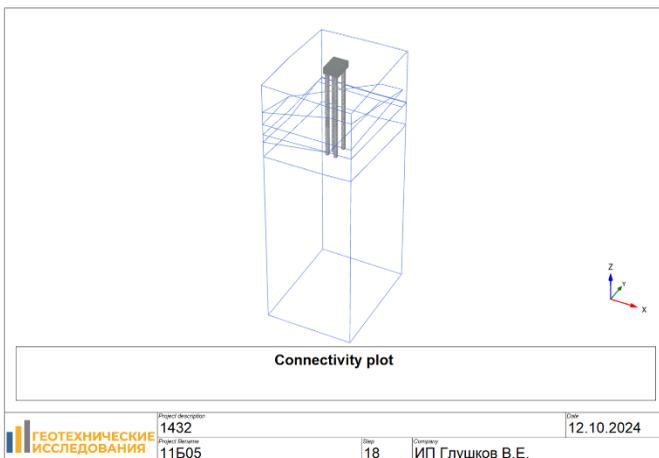


Рис. 3. Расположение свайного куста в расчетной области

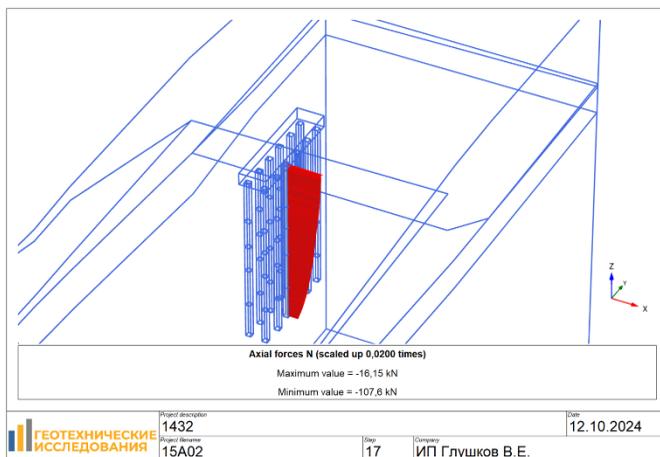


Рис. 4. Эпюра распределения продольной силы N по длине сваи

### Заключение

Выполненные расчеты показывают, что несущая способность и устойчивость свайных фундаментов со сверхнормативным расположением свай при действии расчетных нагрузок может быть обеспечена.

Корректное задание расчетной схемы со фактическим (сверхнормативным) расположением свай позволяет получить значение осадки куста и распределение внутренних усилий в свае.

В процессе строительства и дальнейшей эксплуатации рекомендуется вести регулярный геотехнический мониторинг на основе СП 305.1325800.2017 за состоянием несущих конструкций здания, с использованием геодезических марок и грунтовых реперов с составлением журнала наблюдений.

### Список литературы

1. Бартоломей, А. А. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И. М. Омельчак, Б.С. Юшков. – Москва: Стройиздат, 1994. – 384 с.
2. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. – 3-е изд., доп. и перераб. – Москва: АСВ, 2023. - 1084 с.
3. СП 24.13330.2021 Свайные фундаменты.
4. СП 305.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве.

Сведения об авторах:

Глушков Алексей Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций и водоснабжения ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия, 256289@list.ru

Глушков Вячеслав Евгеньевич – канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций и водоснабжения ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия, 256289@mail.ru

Глушкова Ирина Сергеевна – обучающаяся магистратуры по направлению архитектуры кафедры проектирования зданий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия, ais98@mail.ru

Глушкова Виктория Ильинична – обучающаяся по специальности строительство уникальных зданий и сооружений кафедры механики грунтов и геотехники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), dolcevikka@mail.ru

Глушков Илья Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильных дорог и мостов ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия, givperm@mail.ru

Glushkov A.V. – associate professor of the Department of Building constructions and Water supply in Volga State University of Technology, Candidate of Sciences (Engineering), Yoshkar-Ola, Russia, 256289@list.ru

Glushkov V.E. – associate professor of the Department of Building constructions and Water supply in Volga State University of Technology, Candidate of Sciences (Engineering), Yoshkar-Ola, Russia, Russia 256289@mail.ru

Glushkova I.S. – master's degree student in architecture of the Department of Building Design in Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia, ais98@mail.ru

Glushkova Victoria Ilyinichna – studying in the specialty construction of unique buildings and structures of the Department of Soil Mechanics and Geotechnics of the National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), dolcevikka@mail.ru

Glushkov I.V. – associate professor of the Department of Highways and bridges in Perm National Research Polytechnic University, Candidate of Sciences (Engineering), Perm, givperm@mail.ru

Для цитирования:

Анализ несущей способности забивных свай со сверхнормативными отклонениями / А. В. Глушков, В. Е. Глушков, И. С. Глушкова [и др.] // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 30–34.

Citation:

Analysis of the bearing capacity of driven piles with excess deviations / A.V. Glushkov, V.E. Glushkov, I.S. Glushkova [et al.] // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 30–34.

УДК 624.157

**ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ  
СПОСОБНОСТИ И ОСАДОК ФУНДАМЕНТА  
МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С РАЗВИТОЙ  
ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТЬЮ**

*Д.М. Нуриева,  
И.И. Юнусов*

ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
архитектурно-строительный университет»  
г. Казань, Россия

***Аннотация:** в работе проведены численные исследования несущей способности и осадок фундамента многоэтажного каркасного жилого дома с развитым подземным паркингом в г. Казани. Здание запроектировано при выполнении магистерской работы по направлению подготовки 08.03.04 «Строительство». Особенность заключается в применении фундамента глубокого заложения с использованием технологии «стена в грунте», позволяющей включать в работу по восприятию нагрузок от здания грунты, расположенные не только под подошвой фундамента, но и по его боковой поверхности. Такой подход позволяет получить наиболее эффективное и экономичное конструктивное решение подземной части здания.*

***Ключевые слова:** фундамент глубокого заложения, ФГЗ, стена в грунте, напряженно-деформированное состояние, многоэтажное монолитное жилое здание, подземный паркинг.*

**NUMERICAL STUDIES OF BEARING CAPACITY  
AND SETTLEMENT OF THE FOUNDATION  
OF A MULTISTORY RESIDENTIAL BUILDING  
WITH A DEVELOPED UNDERGROUND PART**

***Abstract:** the work carried out numerical studies of the bearing capacity and settlement of the foundation of a multi-storey residential building with a 2-level underground parking. The building was designed as part of a master's thesis in the field of preparation 03.08.04 "Construction". A special feature is the use of a deep foundation using the "wall in soil" technology, which makes it possible to include soils located not only under the base of the foundation, but also along its side surface in the work of absorbing loads from the building. This approach allows us to obtain the most effective and economical design solution for the underground part of the building.*

***Keywords:** deep foundation, FGZ, wall in soil, stress-strain state, multi-storey monolithic residential building, underground parking.*

### Введение

В наши дни освоение подземного пространства, как в России, так и за рубежом, считается одним из важнейших и развиваемых направлений в строительстве. Наиболее широко строительство подземных и заглубленных сооружений ведется на территориях крупных городов и мегаполисов. Основными факторами, способствующими необходимости использования подземного пространства, являются, как нехватка свободных территорий в условиях исторически сформировавшейся застройки, так и требования развития городской инфраструктуры. Сегодня подземное пространство городов используется не только для размещения инженерных коммуникаций и объектов транспортного строительства, но также и для строительства многоэтажных подземных гаражей и автостоянок, как самостоятельных сооружений, так и в составе комплексов общественно-бытового назначения, предприятий торговли, жилых и офисных зданий.

Объектом проектирования и исследования в данной работе стал многоэтажный жилой дом с монолитным железобетонным каркасом в городе Казани, предусматривающий устройство двух подземных этажей для устройства автопарковки. Для принятия конструктивного решения заглубленной части здания предварительно был проведен анализ отечественного и мирового опыта строительства зданий с развитой подземной частью [2–8]. Одним из наиболее ярких примеров стало здание Лахта-центра в городе Санкт-Петербурге. Основу здания составляет коробчатый фундамент, нижняя плита которого расположена на отметке -17.650 и имеет толщину 3,6 м. Верхняя плита толщиной 2,0 м расположена на отметке -4.650. Совместную работу нижней и верхней плит коробчатого фундамента обеспечивают 10 диафрагм жесткости толщиной 2,5 м, расходящихся от ядра здания в радиальных направлениях. По мнению авторов проекта, такой фундамент обладает высокой жесткостью и успешно справляется с неравномерными деформациями, связанными с неравномерной передачей нагрузок от надземной части здания. В целом фундамент опирается на свайное основание из 264 свай диаметром 2,0 м, длиной 55 и 65 м [5; 7]. В теории фундаментостроения такой коробчатый фундамент может быть отнесен к фундаментам глубокого заложения (ФГЗ) [4]. Он представляет собой единую систему, включающую монолитные плиты перекрытий, внутренние стены (диафрагмы жесткости), колонны подземной части здания, днище в виде толстой фундаментной плиты на грунтовом или свайном основании, а также ограждающую конструкцию, выполненную методом «стена в грунте». Устройство «стены в грунте» производится путем предварительной разработки узкой траншеи в грунте по периметру будущей конструкции, которая армируется и заполняется бетоном. Использование «стены в грунте» позволяет при устройстве подземной части не нарушать структуру окружающего грунта и при последующей эксплуатации здания осуществлять передачу нагрузки на грунтовое основание не только днищем, но и всей своей боковой поверхностью подобно большеразмерной свае. Такой фундамент, обладает большой несущей способностью, и, одновременно, позволяет получить более экономичное конструктивное решение многоэтажных зданий с повышенными нагрузками по сравнению с традиционными плитными и плитно-свайными фундаментами, устраиваемыми в открытых котлованах. Конструктивное решение в виде фундамента глубокого заложения и было принято за основу при проектировании здания в предлагаемой работе.

### Материал и методы исследований

Объектом исследования является двухсекционный девятнадцатизэтажный жилой дом с двухуровневым подземным паркингом в городе Казани. На первом этаже предусматриваются офисные помещения, остальные 17 этажей запроектированы жилыми. Девятнадцатый этаж является техническим. Объёмно-планировочное решение здания представлено на рисунках 1–3. В качестве несущей системы выступает железобетонный каркас, включающий в себя монолитные колонны и пилоны, безбалочные, безкапитальные плиты перекрытий и покрытия, а также монолитные ядра жёсткости лестничных клеток и лифтов. Вся подземная часть здания представляет собой единый монолитный железобетонный фундамент глубокого заложения, в состав которого вошли: днище в виде большеразмерного плитного фундамента толщиной 1200 мм, «стена в грунте» толщиной 800 мм и внутренние стены, колонны и перекрытия -1 и -2 этажей. Учитывая, что подземный паркинг имеет размеры более развитые по сравнению с надземной частью здания, зоны перепада высот были усилены монолитными железобетонными диафрагмами. Как отмечалось ранее, обладая значительной жесткостью и большой площадью, такой фундамент позволяет снизить давление от здания на грунты основания и перераспределить неравномерные деформации, связанные с неравномерной передачей нагрузок.

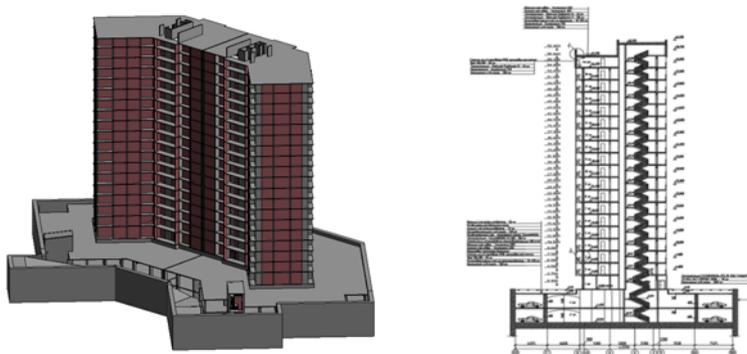


Рис. 1. 3D-модель и архитектурный разрез здания.



Рис. 2. План типового надземного этажа

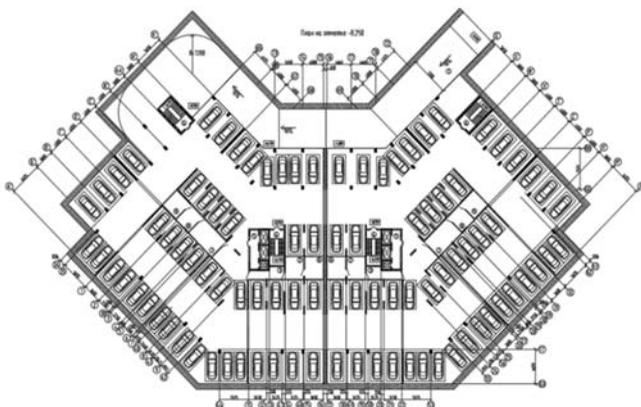


Рис. 3. План подземной парковки

Геологический разрез и характеристики грунтов, залегающих в пределах строительной площадки, представлены на рисунке 4 и в таблице 1.

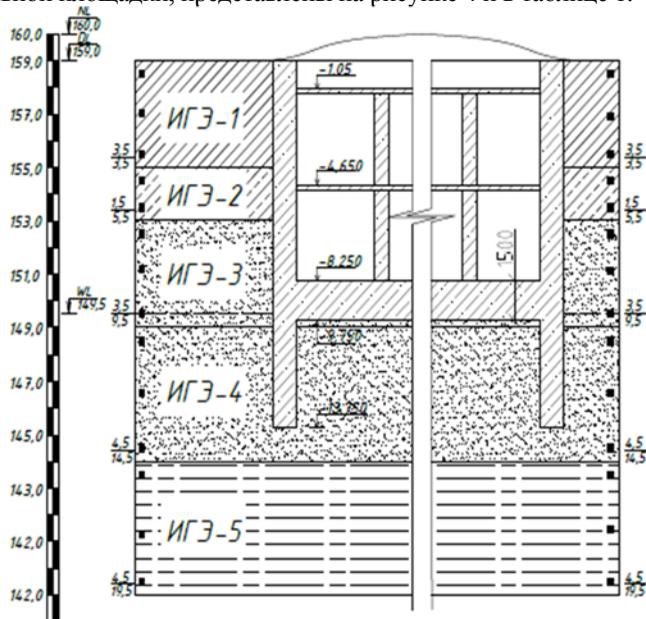


Рис. 4. Инженерно-геологический разрез

Таблица 1

Характеристики грунтов строительной площадки

№ ИГЭ	Наименование грунта	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$I_l$	$e$	$\phi$ , град	$c$ , кПа	$E_s$ , МПа
ИГЭ-1	Суглинок тугопластичный	17,5	0,27	0,87	23	30	12
ИГЭ-2	Супесь пластичная	20,0	0,33	0,61	23	10	20
ИГЭ-3	Песок ср. крупности, ср. плотности влажный	18,6	-	0,667	37	1	30
ИГЭ-4	Песок пылеватый, ср. плотности, насыщенный водой	19,5	-	0,71	28	2	15
ИГЭ-5	Глина полутвердая	20,0	0,17	0,675	23	28	25

В рамках данной работы был проведен расчет здания и получена нагрузка на фундамент. Проверка несущей способности фундамента глубокого заложения при этом производилась исходя из условия:

$$N_{зд} < N_d / \gamma_c \quad (1)$$

Проверка грунтового основания по деформациям – из условия:

$$S \leq [S]. \quad (2)$$

Здесь,  $N_{зд}$  – общая расчетная нагрузка от здания на уровне подошвы фундамента;  $N_d$  – несущая способность ФГЗ на вертикальную нагрузку;  $\gamma_c = 1,4$  – коэффициент надежности по грунту;  $S$  – осадка фундамента,  $[S]$  – предельно-допустимое значение осадки.

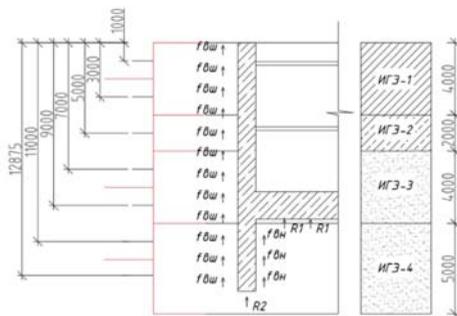


Рис. 5. Расчетная схема к определению несущей способности ФГЗ

Для определения несущей способности фундамента  $N_d$  принята модель, разработанная на кафедре «Основания, фундаменты, динамика сооружений и инженерной геология» Казанского государственного архитектурно-строительного университета (рис. 5) [9]. Согласно данной модели несущая способность ФГЗ включает в себя две составляющие: сопротивления грунта под плитным днищем ФГЗ и сопротивления грунта по боковой поверхности «стены в грунте». Определяется  $N_d$  по формуле:

$$N_d = \gamma_c (\gamma_{cR1} R_2 A_1 + \gamma_{cR2} R_2 A_2 + u^{\text{внеш}} \sum \gamma_{cfi} f_i h_i + u^{\text{внутр}} \sum \gamma_{cfi} f_i h_i) \quad (3)$$

здесь  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы фундамента;  $\gamma_{cR1}$ ,  $\gamma_{cR2}$  – коэффициенты условий работы грунта под днищем ФГЗ и под нижним концом «стены в грунте»;  $\gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы грунта по боковой поверхности «стены в грунте»;  $R_1$  – расчетное сопротивление грунта под днищем ФГЗ;  $R_2$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом «стены в грунте»;  $A'$  – площадь дна фундамента;  $A_2$  – площадь поперечного сечения «стены в грунте»;  $u^{\text{внутр}}$  – ширина внутреннего расчетного участка стены, соприкасающегося с грунтом;  $u^{\text{внеш}}$  – ширина внешнего расчетного участка стены, соприкасающегося с грунтом;  $f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта по боковой поверхности стены;  $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью стены.

Расчет осадки фундамента производился методом линейно деформируемого полупространства, согласно СП.22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».

### Результаты и проблематика

Для рассматриваемого здания нагрузка на фундамент с учетом веса подземных конструкций составила  $N_{зд} = 864000$  кН. Несущая способность фундамента глубокого заложения при заданных грунтовых условиях составила  $F_d = 1032408,2$  кН. То есть, было выяснено, что несущая способность ФГЗ обеспечена. При этом большая часть нагрузки от здания воспринимается грунтом под днищем фундамента (63 %) и оставшиеся 37% воспринимается грунтом по боковой и лобовой поверхности «стены в грунте». Поэтому дальнейший расчет осадок (S) производился от доли нагрузки, воспринимаемой только днищем ФГЗ. Расчет проводился согласно [1] по формуле:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} h_i}{E_{e,i}} \quad (4)$$

Расчетная осадка составила  $S = 3,4$  см, что значительно меньше допустимого значения  $[S] = 15$  см, регламентированного сводом правил [1].

### Заключение

Применение в строительстве фундамента глубокого заложения с использованием технологии «стена в грунте» позволяет в значительной степени увеличить несущую способность и снизить осадки фундаментов многоэтажных зданий и сооружений с развитой подземной частью, создавая, тем самым наиболее экономичное их конструктивное решение.

### Список литературы

1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений».
2. Варибрус, Д. С. Особенности проектирования и строительства уникальных фундаментов высотного здания «Бурдж Халифа» / Д. С. Варибрус, Р. Б. Абакумов. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 1.
3. Проект фундамента высотного здания «Меркурий-Сити-Тауэр» в г. Москве и анализ результатов мониторинга за его напряженно-деформированным состоянием / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, К.С. Борчев, Б.Ф. Кисин. – Москва: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014. – С. 2–3.

4. Горбунов-Посадов, М. И. Основания, фундаменты и подземные сооружения (Справочник проектировщика): для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов; под общ. ред. Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова. – Москва: Стройиздат, 1985. – 480 с. – EDN WBHEMX.

5. Конструктивные решения высотного здания «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге / Е. Илюхина, С. Лахман, А. Миллер, В. Травуш // АCADEMIA. Архитектура и строительство. – (3), 110–121. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-110-121>

6. Нуриева, Д. М. Анализ опыта проектирования и строительства подземных сооружений с применением «стены в грунте»/ Д. М. Нуриева, И. В. Агафонов // Известия КГАСУ. – 2023. – №4 (66). – С. 61–72. DOI: 10.52409/20731523\_2023\_4\_61, EDN: EREYGS

7. Мирсаяпов, И. Т. Геотехнический мониторинг здания при реконструкции памятника истории и архитектуры / И. Т. Мирсаяпов, Р. Р. Хасанов, Д.Р. Сафин // Известия КГАСУ. – 2016. – №4 (38). – С. 270–276.

8. Хохлов, А. А. Анализ технологий, применяемых при сооружении оснований и фундаментов Лахта-Центр в Санкт-Петербурге / А. А. Хохлов, И.Р. Салагор. – Томск: ТГАСУ, 2018.

9. Хасанов, Р. Р. Учебно-методическое пособие к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Новые технологии выполнения работ при возведении подземных частей зданий» для направления 08.04.01 «Строительство». – Казань, КГАСУ, 2016. – 26 с.

Сведения об авторах:

Нуриева Дания Мансуровна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Основания фундаменты, динамика сооружений и инженерная геология» ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия, danm\_n@mail.ru

Юнусов Ильнур Ильдусович – студент ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия, ilnur-yunusov-2001@mail.ru

Nurieva D.M. – associate professor of «Bases, foundations, dynamics of structures and engineering geology» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Kazan State University of Architecture and Engineering», candidate technical sciences, associate professor, Kazan, Russia, danm\_n@mail.ru

Yunusov I.I. – student in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «Kazan State University of Architecture and Engineering», Kazan, Russia, ilnur-yunusov-2001@mail.ru

Для цитирования:

Нуриева, Д. М. Численные исследования несущей способности и осадок фундамента многоэтажного жилого здания с развитой подземной частью / Д. М. Нуриева, И. И. Юнусов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 35–41.

Citation:

Nurieva D. M. Art Numerical studies of bearing capacity and settlement of the foundation of a multistory residential buildings wish a developed underground part / D. M. Nurieva, I.I Yunusov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 35–41.

УДК 69.059.32

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ МЕТОДОМ ЦЕМЕНТАЦИИ

*А.Л. Прохоров*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

ООО «ГИИЗ»

г. Чебоксары, Россия

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** основания сложенные слабыми грунтами часто вынужденное и безальтернативное проектное решение в строительстве. Возможность реализации проектов строительства с опиранием фундаментов на слабые основания, искусственно улучшенные методом “цементации” одна из важнейших задач строительства. В статье рассматриваются существующие передовые технологии закрепления слабых оснований методом цементации: струйная цементация, инъекционная цементация, механическая цементация, делается предварительный анализ применимости в зависимости от грунтовых условий. Рассматривается один свежий пример из практики строительства закрепления слабых оснований реализованный в городе Чебоксары.

**Ключевые слова:** грунтоцементный элемент, цементация грунтов, струйная цементация, инъекционная цементация, механическая цементация.

## APPLICATION OF GEOTECHNICAL TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION OF FIXING WEAK FOUNDATIONS BY CEMENTATION

**Abstract:** foundations built with weak soils are often a forced and untested design solution in construction. The possibility of implementing construction projects based on foundations on weak foundations artificially improved by the method of “cementation” is one of the most important tasks of construction. The article discusses the existing advanced technologies for fixing weak foundations by cementation: jet cementation, injection cementation, mechanical cementation, a preliminary analysis of applicability is made depending on ground conditions. One recent example from the practice of building the consolidation of weak foundations, implemented in the city of Cheboksary, is considered.

**Keywords:** *soil cement element, soil cementation, jet cementation, injection cementation, mechanical cementation.*

### **Введение**

В геотехнической практике проектирования и строительства особый интерес представляют неустойчивые грунты слабых оснований. К этой категории относятся грунты, способные быстро деформироваться и давать большую осадку. С точки зрения механизма деформации эти грунты характеризуются малым углом распространения давления в стороны. Согласно СП 34.13330.2021 к слабым грунтам относят связные грунты имеющие прочность на сдвиг в условиях природного залегания менее 0,075 МПа (при испытании прибором вращательного среза) или модуль осадки при нагрузке 0,25 МПа более 50 мм/м (модуль деформации ниже 5 МПа). Типичными представителями неустойчивых грунтов являются: грунты органического происхождения, рыхлые насыпные грунты, лёссы, суглинки и глины от мягко- до текучепластичной консистенции.

Цель выполнения технологий закрепления слабых оснований методом цементации – создание предсказуемых свойств грунтоцементного элемента с заданными характеристиками удовлетворяющих требованиям строительства возводимых конструкций. Для понимания цели необходимо раскрыть определения цементации грунтов и грунтоцементного элемента.

Цементация грунтов: изменение физико-химических характеристик грунтов с помощью цементных растворов, нагнетаемых в грунт.

Грунтоцементный элемент – массив грунта, укрепленный цементным вяжущим раствором методами цементации грунтов [1–6].

### **Материалы и методы исследований**

Технологии цементации грунтов на слабых основаниях имеет ряд направлений применения:

1. Повышение прочности грунта: Укрепленные грунтовые слои основания обладают высокой способностью противостоять различным нагрузкам в слабых и неоднородных грунтовых условиях.

2. Предотвращение деформаций: Цементация способствуя сохранению геометрической стабильности при реконструкции существующих зданий, а также при ремонте аварийных фундаментов.

3. Улучшение гидроизоляционных свойств: Цементационные растворы образуют непроницаемый барьер для влаги включает различные варианты устройства горизонтальных и вертикальных противодиффузионных завес, предотвращая проникновение воды в конструкции и подвальные помещения.

4. Возможность устройства грунтоцементных колонн в качестве элементов ограждающих конструкций – подпорных стен для повышения устойчивости откосов, ограждений бортов котлованов.

Учитывая виды грунта подпадаемые под определение слабые (насыпные грунты, торфы, илы, сапропели, суглинки и глины от мягко- до текучепластичной консистенции) можно их объединить общими специфическими характеристиками, как правило это связные грунты с низкими фильтрующими свойствами (кф. фильтрации от 0.01-0.70 м/с), что определяет специфические требования к методам цементации в виде

применения высокой энергии воздействия струи с целью разрушения структурных связей грунта с механическим с перемешиванием на месте и последующим затвердеванием грунтоцементной смеси.

В зависимости от характеристик грунта, особенностей проекта и требований к результату, могут применяться различные методы цементации:

**Струйная цементация.** При струйной цементации используется высоконапорная подача цементного раствора в грунт. Сущность технологии заключается в использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивании грунта с цементным раствором в режиме «mix-in-place» (перемешивание на месте). Этот метод позволяет создавать в грунте грунтоцементные элементы различной формы и размера, обеспечивая высокую прочность и однородность укрепленного массива.

Существуют три варианта струйной цементации.

1. Однокомпонентная технология (Jet1). В этом случае разрушение грунта производят струей цементного раствора. Давление нагнетания раствора составляет 400–600 атм. В процессе размыва грунта происходит его перемешивание с цементным раствором.

2. Двухкомпонентная технология (Jet2). В этом варианте для увеличения длины водоцементной струи используют энергию сжатого воздуха. Для раздельной подачи в монитор цементного раствора и сжатого воздуха применяют двойные концентрические полье штанги. По внутренним штангам подают цементный раствор, а по внешним – сжатый воздух.

3. Трехкомпонентная технология (Jet3). Этот вариант отличается от предыдущих тем, что водовоздушная струя используется исключительно для размыва грунта и образования в нем полостей, которые впоследствии заполняются цементным раствором.

Преимуществом данного варианта применения технологии цементации является получение колонн из чистого цементного раствора.

По сравнению с традиционными технологиями инъекционного закрепления грунтов струйная цементация позволяет укреплять практически весь диапазон грунтов – от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов. Другим важным преимуществом технологии является чрезвычайно высокая предсказуемость результатов укрепления грунтов. Это дает возможность на этапе проектирования достаточно точно рассчитать геометрические и прочностные характеристики будущей подземной конструкции (свая, участок подпорной стенки и т.д.), а соответственно – трудозатраты, материалы и стоимость работ.

Недостатки струйной цементации:

- дороговизна и сложность технологического оборудования (необходимость иметь несколько синхронно работающих очень мощных насосов), особенно по схеме (Jet2 и Jet3);

- необходимость утилизации избыточного цементного раствора – пульпы отхода производства (по технологии Jet2);

- ввиду применения высокого давления нагнетания возможны локальные деформации и подвижки грунта – что ограничивает применение при усилении конструкций и фундаментах.

**Инъекционная цементация** в режиме гидроразрыва. Этот метод предполагает введение цементных смесей в грунт через специально

пробуренные скважины или опущенные в них инъекторы с нагнетаемым через них поинтервальным давлением цементной смеси (10–20 атм). Раствор проникает в поры и пустоты грунта, укрепляя его структуру и повышая прочность. Инъекционная цементация методом гидроразрыва способ позволяющий неоднократно и в любой последовательности обрабатывать зоны (интервалы) в массиве грунта особенно эффективна при усилении фундаментов существующих зданий и устранении смещений грунта.

Производство работ выполняется в следующей последовательности:

- 1) подготовительные и вспомогательные работы;
- 2) бурение и оборудование инъекционных скважин;
- 3) установка манжетных колонн;
4. нагнетание растворов в грунты;
5. ликвидация инъекционных скважин

Преимущества метода заключаются в возможности качественного усиления грунтов основания фундаментов существующих зданий (без избыточных воздействий). В случае необходимости в возможности повторного проведения цементации грунтов. Практически отсутствуют отходы производства в виде пульпы.

Недостатки инъекционной цементации заключаются:

- в продолжительном и многоэтапном выполнении процесса цементации, сроком вплоть до нескольких лет;

- материалоемкость – как правило инъекторы, используемые при цементации, остаются и бетонируются в скважине.

- секторность закрепления – грунтоцементный элемент формируется только вблизи стационарно закрепленных форсунок оставляя слепые зоны в грунте.

**Механическая цементация (глубинное перемешивание).** В этом случае происходит погружение смесительного инструмента до проектной отметки с одновременной подачей цемента под давлением при которой осуществляется размельчение и перемешивание грунта. При извлечении инструмента из скважины осуществляется повторное смешивание грунта и суспензии, а также её уплотнение.

Производство работ выполняется в следующей последовательности:

- бурение скважины расчетного диаметра на проектную глубину с промывкой или без водой или цементным раствором;

- подъем с вращением бурового инструмента с инъекцией раствора вяжущего и формирование элемента закрепленного грунта за счет перемешивания грунтового шлама с цементным раствором.

Преимущества метода – универсальность, заключается в отсутствии требований к фильтрационной способности грунтов. Методом глубинного перемешивания закрепляют, слабые текучие и текучепластичные глинистые грунты и лессы, получая требуемые параметры/показатели закрепления. Также к преимуществам метода относят скорость выполнения работ и меньшая технологическая сложность работ (не требуется инъекторов и несколько видов мощных насосов).

Недостатки метода: невозможность закрепления торфов и сапропелей, сложности соблюдения однородности свойств при наклонном бурении с перемешиванием, сложность получения мелко однородной фракции грунтоцементного элемента.

Ниже рассмотрим случай усиления основания фундаментов нового строительства многоэтажного жилого дома поз. 14/1 методом укрепления

грунтов инъекцией цементного раствора в режиме гидроразрыва. Строящийся жилой дом расположен в микрорайоне 2«А» р-на «Грязевская стрелка» г.Чебоксары

Метод укрепления грунтов инъекцией цементного раствора в режиме гидроразрыва в г. Чебоксары был реализован застройщиком ООО «СЗ «СК «Центр» по проекту ООО «Мосфундаментпроект».

Выбор проектных решений по закреплению грунтов методом инъекционной цементации объясняется сильно неоднородным залеганием в разрезе лессовых просадочных суглинков (rIII) перекрытых сверху насыщенными грунтами (tIV) заполняющими долину засыпанного оврага. Кроме того, при технико-экономическом анализе применение метода инъекционной цементации стоимость работ оказалась в 2,75 раза выгоднее применения традиционного свайного фундамента.

Предварительно перед цементацией грунтов в пределах запроектированного жилого дома была выполнена инженерная подготовка территории, включающая в себя расчистку древесно-кустарниковой растительности, организацию дренажной сети по днищу оврага, послойную засыпку с трамбовкой насыпных грунтов долины ручья.

Метод укрепления грунтов инъекцией цементного раствора в режиме гидроразрывов основан на инъекционном уплотнении массива грунта локально направленными гидроразрывами, в результате чего происходит армирование грунтового массива неизвлекаемыми стальными инъекторами и линзами отвердевшего цементного раствора, повышение плотности и связности грунтов, улучшение механических свойств слабых грунтов как за счет уплотнения, так и за счет образования жестких включений в грунтовом массиве.

Работы по усилению грунтов основания дома выполняются в 3 цикла:

1 цикл. Подготовительные работы (установка оборудования, организации стройплощадки, изготовление инъекторов и др.);

2 цикл. Устройство вертикального защитного экрана по периметру контура фундаментных плит секций дома и подземной автостоянки

3 цикл. Устройство жестко-армированного массива в основании фундаментных плит секций дома и подземной автостоянки.

Инъекторы изготавливались из труб диаметром 32,0×3,2 мм с высотой перфорированной части от 1,5 м до 6,0 м. Отверстия в перфорированной части внутренних инъекторов грунтоцементной плиты круглые располагаются в четырех направлениях под углом 90°.

Проектом предусмотрено применение неизвлекаемых (оставляемых в грунте после нагнетания уплотняющего раствора) инъекторов, используемых в качестве элементов вертикального армирования грунтового массива.

Учитывая сложные инженерно-геологические условия площадки строительства в точках инъектирования предусмотрено применение одного или двух (парных) инъекторов с различной длиной перфорированной части (в различных интервалах по глубине закрепляемой толщи) – для обеспечения возможности выполнения замачивания лессовидных грунтов только в определенном интервале глубин закрепляемой толщи, а также для возможности подачи цементного раствора в грунтовой массив

поинтервально. Предварительное замачивание лессовых грунтов делается для устранения просадочных свойств.

Нагнетание раствора производят под давлением с постепенным его повышением до значения 15 атм. Подача раствора в грунтовый массив прекращается при одновременном достижении следующих обоих параметров режима инъектирования: проектного объема закачки цементного раствора в иньектор и предельного значения давления нагнетания раствора в иньектор, равного 15 атм.

Мощность усиливаемой толщи грунтового массива в основании секций дома от 2,0 до 10,0 м и от 5,5 до 10,0 м – в основании подземной автостоянки от низа бетонной подготовки под плитными фундаментами.

Проект предполагает организацию заказчиком систематического инструментального наблюдения за деформациями основания и фундаментов строящегося дома и состоянием строительных конструкций в течение всего периода производства работ по укреплению грунтов и после него. В период проведения работ по укреплению грунтов периодичность геодезических наблюдений должна составлять не реже 2-х раз в неделю. В дальнейшем, в течение 1-го года, - не реже 1 раза в месяц в течение 1-го квартала и не реже 1 раза в квартал в последующий период. В качестве метода контроля качества формируемой грунтоцементного массива проектом предусмотрено выполнение статического и динамического зондирования грунтов.

При анализе приведенной проектной документации замечены несколько принятых сомнительных проектных решений для изучаемого дома, которые могут вызвать в будущем негативные проявления.

1. В качестве основного метода определения качества грунтоцементного массива определен метод статического и динамического зондирования, который сложно применять внутри строящегося здания, ограниченного конструктивными элементами и через рабочую несущую монолитную плиту. Переносные существующие установки статического и динамического зондирования не обладают достаточной мощностью – способной продавить грунтоцементные элементы на требуемую глубину, а установки на грузовом автомобильном шасси не способны заехать в стесненные помещения строящегося здания.

2. Сомнительна технология предварительного замачивания лессовых просадочных грунтов П- типа, где через монолитную несущую плиту будущего здания в инъекционные скважины проводилось замачивание лессов, которые неминуемо вызовут неравномерные неконтролируемые осадки плитного фундамента. Не понятны и дальнейшие способы их устранения.

3. Не понятно состояние и степень сохранности дренажного коллектора проложенного частично под контуром здания, которое могло подвергнуться разрушительному влиянию давления инъекционной цементации и способы контроля герметичности сооружения.

В настоящий момент объект находится в стадии строительства и дальнейшего изучения.

### **Результаты и проблематика**

По мере вовлечения в строительный оборот ранее «неудобных» территорий сложенных слабыми грунтами (поймы рек, заболоченные

территорий, областей с залеганием большой мощности лессовых просадочных грунтов, техногенные отвалы и др.), освоение которых финансово затратно и технологически сложное, приводятся наиболее перспективные и зарекомендовавшие себя технологии закрепления слабых грунтов методами цементации наиболее применимые и отвечающие поставленной цели.

В данной статье также приводится пример из практики строительства многоэтажного жилого дома с закреплением грунтов методом инъекционной цементации на территории сложенной слабыми грунтами (насыпь, лессы, аллювий) – склоны и пойма отвешка долины р. Кайбулка в г. Чебоксары, являющейся наиболее типовой из сложных к освоению территории данного региона. Делается предварительный анализ принятых проектных решений

### Заключение

Таким образом можно сделать вывод: основания, сложенные слабыми грунтами, должны проектироваться с учетом их специфических особенностей, заключающихся в возможной значительной неоднородности по видам и составу этих грунтов, неравномерной сжимаемости, возможности самоуплотнения от собственного веса грунтов, гидрогеологических условий, замачивания, разложения органических включений.

Типичными представителями неустойчивых грунтов являются грунты органического происхождения, рыхлые насыпные грунты, лёссы.

В зависимости от характеристик грунта, особенностей проекта и требований к результату, могут применяться различные методы цементации: струйная цементация, инъекционная цементация, механическая цементация.

Проектирование методами цементации грунтов зависит от множества факторов, особенностей и условий конкретного объекта включая особенности геологического строения, анализа требований к проектируемому объекту, обоснование выбора схемы укрепления на основании оценки конструктивной и экономической эффективности, определения и назначение расчетных нормируемых показателей качества укрепленного массива грунта.

Метод укрепления грунтов инъекцией цементного раствора в режиме гидроразрыва в г. Чебоксары был реализован застройщиком ООО «СЗ «ИСК «Центр» по проекту ООО «Мосфундаментпроект» на строительстве объекта: «Многokвартирный жилой дом со встроенно-пристроенными объектами обслуживания и подземной автостоянкой поз. 14/1 мкр. 2 «А» центральной части города Чебоксары «Грязевская стрелка». Проект предусматривает укрепление техногенных и просадочных грунтов.

Сделан предварительный анализ возможных рисков возникновения негативных опасных последствий применения технологии инъекционной цементации в режиме гидроразрыва.

При анализе приведенной проектной документации замечены несколько принятых непроработанных проектных решений для изучаемого дома, которые могут вызвать в будущем негативные проявления.

### Список литературы

1. СП 291.1325800.2017 «Конструкции грунтоцементные армированные. Правила проектирования» (Приказ Минстроя России от 15 мая 2017 г. №785/пр).
2. СТО НОСТРОЙ 2.3.18.2011 «Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве» Разработан Филиалом ОАО ЦНИИС «НИЦ «Тоннели и метрополитены». – Москва, 2012.
3. Методическое пособие по укреплению грунтов методами струйной цементации, глубинным перемешиванием, инъекции растворами на основе микроцементов, манжетной инъекцией в режиме гидроразрывов. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под ред. канд. техн. наук И. В. Кальбина, канд. техн. наук О.А. Шулятьева; ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». – Москва, 2020
4. Соколов, Н. С. Справочник строителя геотехника / Н.С. Соколов. – Москва; Вологда: Инфа-Инженерия, 2024.
5. Малинин, А. Г. Струйная цементация грунтов / А.Г. Малинин. – Москва: Стройиздат, 2010. –165 с.
6. 302-1-КР5 Проектная документация по укреплению грунтов (УГ) основания фундаментных плит многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенными объектами обслуживания и подземной автостоянкой поз. 14/1 мкр. 2 «А» центральной части города Чебоксары «Грязевская стрелка» ООО «Мосфундаментпроект». – Москва, 2022.

#### Сведения об авторах:

Прохоров Андрей Леонидович – магистрант ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, главный специалист ООО «ГИИЗ», geolog.a@mail.ru

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТИФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Prohorov Andrey Leonidovich – postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia, Chief Specialist of ООО «ГИИЗ», geolog.a@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulyanov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

#### Для цитирования:

Прохоров, А.Л. Применение геотехнических технологий в строительстве закрепления слабых оснований методом цементации / А. Л. Прохоров, Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 42–49.

#### Citation:

Prokhorov A.L. Application of geotechnical technologies in the construction of fixing weak foundations by cementation/ A.L. Prokhorov, N.S. Sokolov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 42–49.

УДК 624.1

## РАДИОГИДРОРАЗРЫВ С ПОМОЩЬЮ СВЧ ИЗЛУЧАТЕЛЯ КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ИМПУЛЬСНЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

*С. С. Теславский*

ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в современных реалиях гражданского строительства, стесненные условия, являются одним из осложняющих факторов, предъявляющим определенные требования к возведению здания. Инвестор в лице заказчика, что встречается довольно часто, на рынке гражданского строительства, особенно касаясь многоквартирных домов, стремится добиться максимальной прибыли с квадратного метра эксплуатируемой территории застройки. В связи с ограниченной площадью и высокой стоимостью земли, выделенной под строительство, строительный объект получает распространение в вертикальной плоскости относительно поверхности, как над уровнем земли, так и под (магазины, парковки, технические помещения). Соответственно, основание возводимого объекта, является наиболее ответственной и трудной в исполнении частью многоэтажных домов. Так же при возведении многоквартирных домов, в стесненных условиях, необходимо учитывать распространение динамических нагрузок на соседние объекты. Что бы предотвратить их разрушение не рекомендуется применение ударных методов устройства фундаментов. Поэтому, за частую, применяются такие способы устройства фундаментов как "стена в грунте", ЭРТ технологии по устройству буроинъекционных свай, буронабивные сваи и т.д. Статья является обзорной и рассматривает некоторые виды устройства буронабивных и буроинъекционных свай, а также в ней приводится пример нового радиогидравлического метода как альтернативу существующим.*

***Ключевые слова:** буронабивные сваи, буроинъекционные сваи, основания и фундаменты, радиогидравлический метод, электроразрядная геотехническая технология, уплотнение стенок скважин.*

## RADIOHYDRAULIC FRACTURING WITH MICROWAVE EMITTER AS ONE OF THE TYPES OF IMPULSE GEOTECHNOLOGIES FOR BORED-INJECTION PILE INSTALLATION

***Annotation:** in modern realities of civil construction, cramped conditions are one of the complicating factors that impose certain requirements to the construction of the building. The investor in the person of the customer, which is quite common in the market of civil construction, especially concerning apartment buildings, strives to achieve maximum profit per square meter of the*

*exploited area of the building. Due to the limited area and high cost of the land allocated for construction, the construction object is spread in the vertical plane relative to the surface, both above and below (stores, parking lots, technical premises). Accordingly, the base of the erected object, is the most responsible and difficult to execute part of multi-storey buildings. Also, when erecting apartment buildings, in cramped conditions, it is necessary to take into account the spread of dynamic loads on neighboring objects. In order to prevent their destruction, it is not recommended to use impact methods of foundation construction. Therefore, often such methods of foundation construction as "wall in the ground", ERT technologies of bored-injection pile construction, bored piles, etc. are used. The article is a review and considers some types of bored piles and bored-injection piles, and it gives an example of a new radio-hydraulic method as an alternative to the existing ones.*

**Keywords:** *bored piles, bored-injection piles, foundations and piles, radio-hydraulic method, electrodischarge geotechnical technology, borehole wall sealing.*

### Введение

С каждым годом количество зданий и сооружений, требующих усиления фундамента растет, так как в условиях плотной городской застройки возможность расширения здания в горизонтальной плоскости стремится к нулю. В связи с этим остается только один выход — это строительство дополнительных площадей, расположенных ниже нулевой отметки или возведение верхних дополнительных этажей. Чтобы осуществить данные мероприятия необходимо обязательное усиление фундамента.

Также к возведению фундаментов зданий и сооружений в стеснённых условиях предъявляются определенные требования: «Производить бетонные работы необходимо в зависимости от уровня стесненности строительной площадки, глубины заложения и конструкции запроектированных фундаментов, геологических условий, высоты помещения, ширины пролеты, шага колонн, несущих стен, доступности высотной отметки и оси при бетонировании. При устройстве свайных фундаментов предпочтение следует отдавать безударному способу, поскольку при забивке свай в непосредственной близости от существующих зданий наблюдались осадки, деформации. Рекомендуется максимально использовать буронабивные сваи» [6].

То есть в стесненных условиях необходимо учитывать то, что ударные методы устройства свай применять не стоит, в связи с возможной критической деформацией оснований, приводящей к разрушению или аварийному состоянию, близ лежащих зданий и сооружений. Так же необходимо отметить, что в большинстве крупных агломераций, по оценке специалистов, площадь освоения подземного пространства может занимать до 87% площади застройки города. «Практически все современные здания строятся с учетом формирования подземной инфраструктуры - автостоянок, объектов соцкультбыта, подземных пешеходных зон между отдельными объектами. В условиях плотной городской застройки основным критерием планировки становится не расстояние между объектами, а фактор доступности, что обеспечивается созданием подземной инженерно-транспортной инфраструктуры - транспортных линий метрополитенов,

автомобильных и железнодорожных тоннелей, транспортно-пересадочных узлов и др.» [2].

В зависимости от грунтовых условий применяются различные способы упрочнения и кольматации скважин такие как: 1) цементация; 2) смолизация; 3) силикатизация; 4) способ глинизации; 5) горячая битумизация; 6) электрохимическое уплотнение; 7) термическое уплотнение; 8) замораживание; 9) термохимическое уплотнение.

Из всех перечисленных методов наиболее часто используются: цементация, глинизация, термическое и электрохимическое уплотнение.

### **Материалы и методы исследований**

На данный момент широкое применение получил электроразрядный метод устройства буроинъекционных свай. Н.С. Соколов разработал новую технологию устройства буроинъекционных свай – РИТ (разрядно-импульсная технология): «Эта геотехническая проблема успешно решается при устройстве буро-инъекционных свай с помощью электроимпульсной установки. Технология включает: 1) бурение скважины; 2) подачу в нее мелкозернистого бетона; 3) уплотнение мелкозернистого бетона и грунта стенок скважины с помощью высоковольтных электрических разрядов с перемещением зоны возбуждения снизу-вверх. Бурение скважины осуществляется шнековым забурником. На нем размещен с возможностью выдвижения электрический разрядник. Подача бетона в скважину осуществляется по ребрам шнекового снаряда. При достижении забурником устья скважины его поднимают без вращения в скважине на высоту 0,8-1,5 диаметра скважины. После заполнения образовавшегося объема непрерывно подаваемым мелкозернистым бетоном выдвигается разрядник и осуществляется электрический разряд. Далее операции подъема снаряда и электрических разрядов повторяются до заполнения скважины на всю глубину заглубленной конструкции (сваи-ЭРТ).

После каждого подъема забурника производится вращение снаряда в противоположном бурению направлении до заполнения мелкозернистым бетоном образовавшейся после подъема пустоты. Момент заполнения контролируется прекращением поглощения бетона.

О.В. Галимурова также приходит к выводу, что РИТ технология достаточно эффективна в условиях плотной городской застройки. Эта технология позволяет значительно сократить время выполнения работ по укреплению фундамента, а также уменьшить затраты на строительные материалы. Кроме того, она применима в самых различных условиях, включая сложные грунтовые условия, необходимость выполнения работ в труднодоступных местах и т.д.

В процессе исследования были проведены эксперименты, которые показали, что сваи, устроенные по разрядно-импульсной технологии не только эффективны, но и безопасны для окружающей среды. Она не вызывает никакого вреда окружающей среде и не требует особой подготовки рабочего места. Таким образом, можно заключить, что свая, устроенная поразрядно-импульсной технологии, является эффективным и безопасным способом укрепления фундамента и подземных частей зданий и сооружений, который может быть использован в самых различных условиях и при различных грунтовых условиях [1; 17].

Этот способ совмещает в себе сразу несколько известных способов уплотнения стенок скважин, таких как:

- 1) цементация;
- 2) электрохимическое уплотнение;
- 3) термическое уплотнение.

В связи с этим метод разрядно импульсной технологии можно отнести к термическому способу уплотнения стенок скважины. Данная технология довольно нова и широко применяется в крупных городах таких как Казань, Нижний Новгород, Чебоксары и т.д.

При применении СВЧ излучателя с устройством контролируемых многоместных уширений в режиме радиогидро разрыв, термоуплотнение стенок скважины будет производиться с помощью специальной установки, которая будет регулировать мощность СВЧ излучения для контроля температуры оперируемой зоны, давление цементирующего раствора в режиме радиогидро разрыв, а также шаг с которым будет производиться устройство уширений.

Технология включает в себя образование лидерной скважины, размещение в ней излучателя СВЧ-энергии, тепловое воздействие на окружающей скважину массив грунта в два этапа в течение заданного времени, извлечение из скважины и заполнение ее материалом, причем на первом этапе теплового воздействия ведут нагревание грунта до температуры, равной  $150,0^{\circ}\text{C}$ , с наименьшей мощностью излучения (15,00-17,25) кВт, а на втором – при наибольшей мощности излучения (50,0 кВт) с нагревом грунта до температуры, равной  $1000,0^{\circ}\text{C}$ .

### Результаты и проблематика

Наиболее близкий к предлагаемому методу по технической сущности и достигаемому эффекту является способ термического укрепления, преимущественно в виде сваи, включающей образование лидерной буровой скважины, размещение в ней излучателя СВЧ-энергии, тепловое воздействие на окружающий скважину массив грунта в два этапа в течение заданного времени, извлечение излучателя из скважины и заполнение материалом. Однако в этом способе нагревание массива грунта от внешнего контура производят при частоте 500,0 МГц, что вызывает, нагрев до  $350,0\text{--}400,0^{\circ}\text{C}$ . В этом случае происходит резкое удаление воды из пор грунта, что может привести к нарушению целостности скважины. Кроме того, в этом способе излучатель СВЧ-энергии в процессе воздействия на грунт через стенки скважины полем СВЧ-энергии остается неподвижным, что значительно уменьшает равномерность и скорость нагрева массива. [3, с. 354–368].

Термоуплотнение стенок лидерной скважины с помощью СВЧ излучателя и устройством контролируемых многоместных уширений в режиме радиогидро разрыв это технология, которая позволит улучшить качественные характеристики скважины, снизить риск ее деформации и повысить несущую способность. Она заключается в том, что стенки скважины позволяют создать плотный контакт с мелкозернистым бетонным заполнителями стенками скважины, улучшает гидроизоляцию, а также препятствовать образованию засорений и окислов.

### Заключение

Таким образом, термоуплотнение стенок лидерной скважины с помощью СВЧ излучателя и устройством контролируемых многоместных уширений в режиме радиогидро разрыв является сложной и

высокотехнологической процедурой, которая позволяет улучшить качество и снизить риск деформации свай что способствует устойчивости основания возводимого сооружения. Важно учесть все особенности процесса и подготовить максимально комплексную программу профилактики и обслуживания, чтобы в долгосрочной перспективе обеспечить безопасность и качественную работу.

По первичному анализу данный метод будет эффективен и востребован за счет возможности работать в стесненных условиях, значительно меньшего использования мелкозернистого бетона и обладать высокой несущей способностью.

### Список литературы

1. Галимнурова, О. В. Эффективности использования свай разрядно-импульсной технологии при реконструкции зданий и сооружений / О.В. Галимнурова // Вестник Евразийской науки. – 2019. – Т. 11. №2. – URL: <https://esj.today/PDF/103SAVN219.pdf>.
2. Технологическая эффективность использования городских подземных сооружений двойного назначения / В. Н. Макишин, П. Г. Козлов, Р. С. Федюк [и др.] // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2019. – №1. – DOI.org/10.5281/zenodo.2578712 УДК 622.22:624.1.
3. Технология управляемого воздействия радиогидравлических ударов при СВЧ процессах для устройства буроинъекционных свай / Н. С. Соколов, С. С. Телславский, П. Ю. Федоров, И. П. Федосеева // VI Международная (XII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022. – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 354–368.
4. Соколов, Н. С. Электроразрядная технология для устройства буроинъекционных свай / Н. С. Соколов, Е. Н. Кадышев // Вестник Чувашского университета. – 2017. – №3. – С. 159–164.
5. Табабилов, Р. Р. Прогноз увеличения во времени несущей способности свай / Р. Р. Табабилов. // Молодой ученый. – 2019. – №21 (259). – С. 148–150. – URL: <https://moluch.ru/archive/259/59701/> (дата обращения: 02.05.2023).
6. Чебанова, С. А. Организационно-технологические решения строительства в стесненных городских условиях / С. А. Чебанова, В. Г. Поляков, О.В. Бурляков // Инженерный вестник Дона. – 2018. – №1. – URL: <https://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4802>.
7. Соколов, Н. С. Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – № 5. – С. 3–8. – EDN XQKXEL.
8. Соколов, Н. С. Электроразрядная технология для устройства буроинъекционных свай / Н. С. Соколов, Е. Н. Кадышев // Вестник Чувашского университета. – 2017. – №3. – С. 159–164. – EDNZGQAIT.
9. Патент № 2282936 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов : № 2005102864/09 : заявл. 04.02.2005 : опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ». – EDN UIVGRH.
10. Патент № 2318960 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ введения набивной свай : № 2005140716/03 : заявл. 26.12.2005 : опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин, В. А. Абрамушкин. – EDN VITWSV.

11. Соколов, Н. С. Разрядное устройство для изготовления буровой набивной сваи / Н. С. Соколов, С. С. Викторова // Вестник Чувашского университета. – 2017. – №3. – С. 152–158. – EDN ZGQAIJ.

12. Соколов, Н. С. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им. К.В. Иванова / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2023. – №3. – С. 70–76. – DOI 10.31659/0044-4472-2023-3-70-76. – EDN VCOODS.

13. Исследование и разработка установки для электрогидравлической обработки бетона буровых свай / Н. С. Соколов, Г. Н. Алексеева, С. С. Викторова [и др.] // Вестник Чувашского университета. – 2018. – №1. – С. 69–78. – EDN YTFIWX.

14. Соколов, Н. С. Опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ при ликвидации аварийной ситуации общественного здания / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №12. – С. 31–36. – EDN XHFMLL.

15. Патент № 2250957 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Способ изготовления набивной сваи : № 2003121751/03 : заявл. 14.07.2003 : опубл. 27.04.2005 / В. Ю. Таврин, Н. С. Соколов, В. А. Абрамушкин; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ». – EDN YPKDCB.

16. Применение свай ЭРТ для ликвидации предаварийной ситуации при строительстве фундамента / Н. С. Соколов, Н. С. Никифорова, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Геотехника. – 2016. – №5. – С. 54–61. – EDN XETLCZ.

17. Соколов, Н. С. Случай усиления основания заглубленного сооружения / Н. С. Соколов, П. Ю. Федоров, С. С. Теславский // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции (Чебоксары, 12 декабря 2023 года). – Чебоксары: Среда, 2023. – С. 134–143. – EDN LYIMRF.

Сведения об авторах:

Теславский Сергей Сергеевич – аспирант кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова» г. Чебоксары, Россия, e-mail: sergeyteslavsky@mail.ru

Teslavsky S.S. – Postgraduate student of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Construction Economics I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia.

Для цитирования:

Теславский, С. С. Радиогидро разрыв с помощью СВЧ излучателя как один из видов импульсных геотехнологий при устройстве буроинъекционных свай / С. С. Теславский // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 50–55.

Citation:

Prokhorov A.L. Application of geotechnical technologies in the construction of fixing weak foundations by cementation/ A.L. Prokhorov, N.S. Sokolov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 50–55.

УДК 69.058

## ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

*С.В. Сергеев*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

*А.В. Зинченко*

ОАО «ВИОГЕМ»

г. Белгород, Россия

*Е.В. Павлунина*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** формирование напряженно-деформированного состояния подземных строительных конструкций зависит от множества факторов, учитывать которые не всегда представляется возможным. Применение длительных натурных наблюдений позволяет выявить особенности формирования нагрузок на конструкцию. В существующих конструкциях оценку их напряженного состояния производят методами оперативной диагностики, основными из которых являются методы разгрузки.*

***Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние (НДС), ограждающие подземные конструкции, диагностика бетонных ограждений, репер, крепь, нагрузка, струнный деформометр.*

## DIAGNOSTICS OF THE CONDITION OF UNDERGROUND ENCLOSING STRUCTURES

***Abstract:** the formation of the stress-strain state of underground building structures depends on many factors, which are not always possible to take into account. The use of long-term in-kind observations allows us to identify the features of the formation of loads on the structure. In existing structures, their stress state is assessed using operational diagnostic methods, the main ones being unloading methods.*

***Keywords:** stress-strain state (SSS), enclosing underground structures, diagnostics of concrete enclosures, benchmark, support, load, string strainmeter.*

### Введение

Многие дефекты и повреждения в подземных ограждающих конструкциях связаны со спецификой строительства и эксплуатации. Это обусловлено рядом проблем, которые не всегда учитываются при их проектировании. Они требуют подробного изучения на основании опыта натурных наблюдений.

Существует два основных типа ограждающих конструкций:

- 1) Заглубленные удерживающие конструкции, например, на склонах это подпорные стены [1];
- 2) Подземные подпорные конструкции (крепи), которые используются для стабилизации давления массива грунта при разработке полезных ископаемых.

### Материал и методы исследований

Многие дефекты и повреждения в подземных ограждающих конструкциях требуют подробного изучения на основании опыта натуральных наблюдений. При этом особое внимание необходимо уделять исследованию факторов, определяющих их долговечность и надежность. На рис. 1 показан характер разрушения подземной ограждающей конструкции.



Рис. 1. Фото участка ограждающей конструкции с нарушениями

Проблему обеспечения безопасности подземных ограждающих конструкций можно решать при помощи информационно-измерительной системы мониторинга. Она предназначена для своевременного обнаружения на ранней стадии негативных изменений в напряженно-деформированном состоянии конструкций. Такая методика мониторинга была разработана в НИИ «ВИОГЕМ» [2]. Она предполагает непрерывный контроль за напряженно-деформированным состоянием конструкций в период их эксплуатации. Мониторинг производится с использованием струнных деформометров конструкций Гидропроекта. Датчики устанавливаются перед бетонированием ограждений. Типы основных примененных нами струнных датчиков: ПЛДС-400, датчики порового давления ПДС-30. На рис. 2 показана схема расположения приборов перед бетонированием конструкций. Измерения показаний в вертикальном и горизонтальном направлениях производится дистанционно. Затем по тарировочным характеристикам датчиков определяются деформации конструкций.

На одном из объектов, наблюдение за ограждающими конструкциями производилось на ОАО «Комбинат «КМАруда» на шахте им. Губкина в течение 25 лет [3].

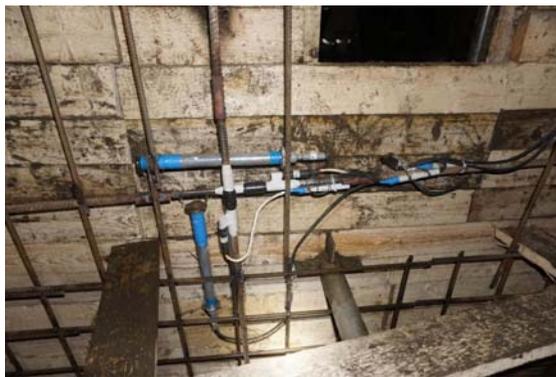


Рис. 2. Схема расположения струнных деформометров перед бетонированием железобетонной ограждающей конструкции

### Результаты и проблематика

Анализ результатов наблюдений показывает, что повреждения ограждающих конструкций в период эксплуатации в основном связано с деформированием массива под влиянием неустойчивых грунтов.

Например, в зоне вечномерзлых грунтов причиной появления критических нагрузок, как правило, является давление неравномерно оттаявших пород за конструкциями.

Внешние признаки появления предельных состояний для бетонных конструкций проявляются в виде трещин различной ориентации и раскрытия.

В ранее установленных ограждающих конструкциях, где напряжения не определялись, применяются методы оперативной диагностики [4-7].

При этом опыт натурных наблюдений показывает, что наиболее надёжными являются определения напряжений, полученные методами полной разгрузки. Он основан на измерениях возникающих при разгрузке упругих деформаций.

Определяются следующие параметры:

- 1) геометрические размеры;
- 2) упругие характеристики бетона;
- 3) определение коррозионной активности бетона;
- 4) определение напряжений в конструкциях в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Упругие характеристики бетона определяются в конструкциях с применением акустических методов. Определение коррозионной активности бетона производится исследованием состояния цемента. При этом коррозия цементного камня заключатся в постепенном выщелачивании гидроксида кальция, обладающего наибольшей растворимостью. Когда удалится его значительная часть, начинается гидролиз гидросиликата кальция с

выделением  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . По мере снижения его концентрации, в воде соприкасающиеся с цементным камнем, происходит разрушение (гидролиз) других гидратов. При снижении концентрации менее 0,05 г/л силикаты полностью разрушаются: в твердой фазе остается только гель  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . При этом цемент, а, следовательно, бетон теряет прочность и разрушается.

Выявление ресурса цементного камня производится через определение фазового состава гидратных новообразований. Методами рентгенофазового и дифференциально-термического анализа. Эта методика позволяет оценивать состояние бетона любой подземной бетонной конструкции.

Определение напряжений производится методом щелевой разгрузки.

При этом в стенке бетонных ограждений устанавливается пара реперов в вертикальном и горизонтальном направлениях. Индикаторами часового типа измеряют расстояние между ними (рис. 3). Затем с помощью дисковой камнерезной пилы создают прорез (щель) в форме полудиска радиусом  $R_{щ}$  и измеряют смещение реперов при разгрузке.

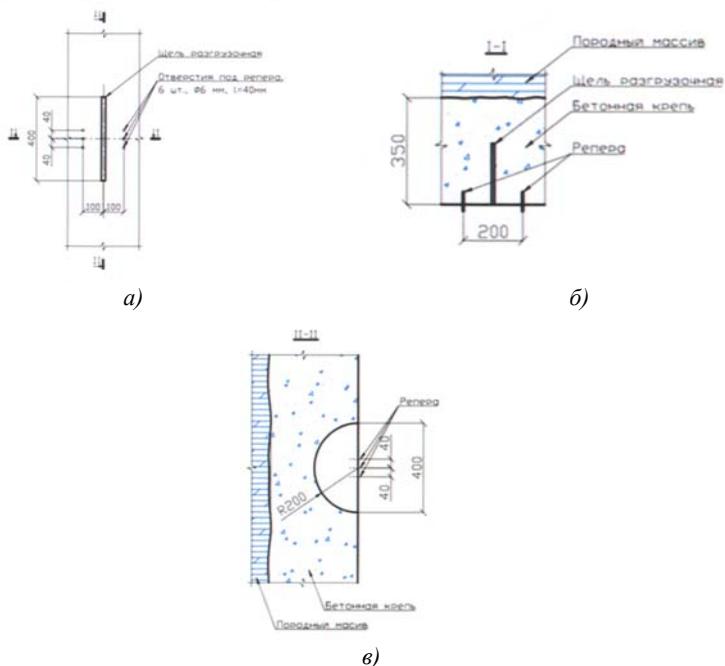


Рис. 3. Схема определения напряжений методом щелевой разгрузки  
 а) общий вид, б) горизонтальный разрез I–I, в) вертикальный разрез – II–II

В качестве примера, в таблице 1 приведены результаты определения напряжений в бетонной ограждающей конструкции на руднике «Таймырский» ПАО «ГМК Норильский никель».

Таблица 1  
Сводная таблица результатов обследования состояния бетонной крепи ствола

Глубина от поверхности, м	Класс бетона	Измеренные максимальные тангенциальные напряжения, МПа
98	B22,5	10,8
196	B22,5	9,3
306	B20	8,9
404,6	B20	12,6
488,3	B20	14,3
591	B18	17,3

Установлено, что напряжения в бетонной конструкции не превышают допустимые.

### Заключение

Предложенные методики диагностики состояний подземных ограждающих конструкций апробированы на многих предприятиях горной промышленности. Например, в Норильском ГМК, Курской магнитной аномалии (КМА), на Закарпатском соляном руднике и других объектах. Наблюдения, проведенные на этих объектах, позволили провести корректировки параметров подземных строительных конструкций. Это обеспечивало повышение безопасности при производстве подземных работ.

### Список литературы

1. Соколов, Н. С. Геотехническая практика строительства на неустойчивых склонах / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2024. – №3. – С. 48–52.
2. Казикаев, Д. М. Диагностика и мониторинг напряженного состояния крепи вертикальных стволов / Д. М. Казикаев, С. В. Сергеев. – М.: Горная книга, 2011. – 244 с.
3. Сергеев, С. В. Особенности деформирования бетонных перемычек при гидрозакладке отработанных камер на шахте им. Губкина / С. В. Сергеев, А. В. Зинченко, А. Л. Сергеев // Известия ТулГУ. Науки о земле. – 2013. – Вып. 3. – С. 123.
4. Влох, Н. П. Управление горным давлением на подземных рудниках / Н. П. Влох. – Москва: Недра, 1994. – 206 с.
5. Сергеев, С. В. Обследование ствола шахты, эксплуатируемого в сложных инженерно-геологических условиях / С. В. Сергеев, Е. Д. Воробьев, Н. В. Фролов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – №2. – С. 63–67. – DOI 10.12737/23818. – EDN XTBMNL.
6. Monitoring Potentially Hazardous Areas at Korobkovo Deposit of the Kursk Magnetic Anomaly / V. V. Adushkin, S. B. Kishkina, V. I. Kulikov [et al.] // Journal of Mining Science. – 2018. – Vol. 53. No. 4. – P. 605–613. – DOI 10.1134/S1062739117042596. – EDN OYQTRJ.
7. Сергеев, С. В. Информационно-измерительная система мониторинга напряженно-деформированного состояния несущих строительных конструкций и элементов / С. В. Сергеев, Е. Д. Воробьев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2017. – №25 (274). – С. 116–122. – EDN ZXHHBL.

Сведения об авторах:

Сергеев Сергей Валентинович – д-р техн. наук, профессор кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, sergey.sergeev.v@mail.ru.

Зинченко Алексей Владимирович – канд. техн. наук, ст. науч. сотр. ОАО «ВИОГЕМ», г. Белгород, Россия, aleksey.zinchenko76@mail.ru.

Павлунина Екатерина Владимировна – лаборант кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, pochta.univ@rambler.ru.

Sergeyev S. V. – doctor of engineering, professor of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, sergey.sergeev.v@mail.ru

Zinchenko A. V. – candidate of technical sciences, senior researcher of JSC «VI-OGEM», Belgorod, Russia, aleksey.zinchenko76@mail.ru

Pavlunina E. V. – laboratory assistant of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, pochta.univ@rambler.ru

Для цитирования:

Сергеев, С. В. Диагностика состояния подземных ограждающих конструкций / С. В. Сергеев, А. В. Зинченко, Е. В. Павлунина // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 56–61.

Citation:

Sergeyev S. V. Diagnostics of the condition of underground enclosing structures / S.V. Sergeyev, A.V. Zinchenko, E.V. Pavlunina // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 56–61.

УДК 624.1

## ПРАКТИКА СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБО СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** проблемы освоения подземного пространства в стесненных условиях существующих производств является сложной геотехнической задачей и требует специфического подхода. При этом наличие слабых инженерно-геологических элементов существенно усугубляет проведение геотехнических работ. Повышения несущей способности основания фундаментов всегда находятся под пристальным вниманием геотехников, проектировщиков и строителей. Использование буронагнеточных свай устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы. Статья является обзорной.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, электрогидравлика, монолитный железобетонный ростверк, буронагнеточные сваи ЭРТ, стесненные геотехнические условия.

## GEOTECHNICAL PRACTICE OF CONSTRUCTION IN CONSTRAINED CONDITIONS

**Abstract:** the problems of developing underground space in the cramped conditions of existing industries is a complex geotechnical task and requires a specific approach. At the same time, the presence of weak engineering-geological elements significantly aggravates the implementation of geotechnical work. Increasing the bearing capacity of foundations is always under the close attention of geotechnicians, designers and builders. The use of drilled injection piles arranged using non-standard physical processes in most cases successfully solves many complex and atypical geotechnical problems. The article is a review.

**Keywords:** geotechnical construction, electrohydraulics, monolithic reinforced concrete grillage, EDT drilled injection piles, constrained geotechnical conditions.

### Введение

К строительству зданий и сооружений в стесненных условиях инженеры строители, инженеры геотехники, инженеры проектировщики всегда уделяют пристальное внимание [1–5]. Особенно такое строительство вызывает неподдельный интерес при возведении объектов внутри

функционирующего технологического процесса как сооружение нового здания дополняющего его [6–24].

В настоящей статье приведен удачно реализованный геотехнический пример вставки объекта.

### Материал и методы исследований

При возведении объектов внутри функционирующего технологического процесса целесообразно устройство буроинъекционных свай с применением электроразрядной геотехнической технологии, это позволяет гармонично устраивать заглубленные железобетонные конструкции в стесненных условиях существующей застройки. В статье рассмотрен и показан реализованный геотехнический пример вставки объекта в вышеуказанных условиях. Так на рис.1 приведен поясняющий поперечный разрез промышленного каркаса с указанием встраиваемых объектов в эксплуатируемое промышленное сооружение.

### Результаты и проблематика

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий площадка строительства относится к III категории сложности грунтовых условий. В геоморфологическом отношении территория изысканий приурочена к северной части Приволжской возвышенности – Чувашскому плато и находится на водораздельной поверхности между безымянными притоками долин р. Малый Цивиль и р. Ута. Инженерно-геологическое строение площадки строительства до исследованной бурением глубины (18,0 м) представлено мощной толщей четвертичных отложений техногенного (*tQh*) и элювиально-делювиального генезиса (*edQh-p*). В гидрогеологическом отношении площадка до исследованной бурением глубины 18,0 м, характеризуются наличием одного безнапорного водоносного горизонта подземных вод, вскрытого во всех скважинах с и приуроченного к четвертичным насыпным грунтам ИГЭ №1 и кровле трещиноватых элювиально-делювиальных глин ИГЭ №2. Водоупором для водоносного горизонта служат, нижележащие более плотные слои глины ИГЭ № 2, 3.

Конструктивная схема встраиваемого объекта в существующий эксплуатируемый корпус представляет собой:

1. ФМ-1. Монолитная железобетонная конструкция, состоящая из перекрытия, стенки, колонн, свайных фундаментов, фундаментов под печь.
2. ФМ-2. Монолитный железобетонный фундамент под бункеры. Основание свайное, по верху буроинъекционных свай ЭРТ объединены монолитным железобетонным ростверком.
3. Монолитные железобетонные подпорные стенки ПС-1, ПС-2 – углового типа на свайном основании.

В качестве заглубленных строительных железобетонных конструкций использованы «микросваи» вертикальные сплошного сечения диаметром бурения 300,0 мм, армированы на всю высоту пространственными арматурными каркасами. Принятая маркировка свай: Ср-13-30 (длина 13,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-15-30 (длина 15,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-16-30 (длина 16,0 м, буровой диаметр 300,0 мм); Ср-17-30 (длина 17,0 м, буровой диаметр 300,0 мм). Анкеровка (арматурный выпуск из головы свай) в монолитный железобетонный ростверк (плиту)

составляет 400,0 мм, а заделка головы (железобетонный оголовок) свай в железобетонный ростверк (плиту) – 50,0 мм.

А. Последовательность устройства буринъекционных свай ЭРТ следующая в нижеприведенных позициях 1-18:

1. Для буринъекционных свай ЭРТ использовался самоуплотняющаяся мелкозернистые бетонные смеси класса по прочности В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4 в соответствии с ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия», приготовленным на строительной площадке или на специализированных бетонных заводах.

2. Бетонная смесь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия».

3. Удобоукладываемость бетонной смеси П4...П5, проверяется по конусу АЗНИИ.

4. Водоотделение бетонной смеси не более 2%.

5. Бетонная смесь не должна иметь включений щебня и гравия размером более 10,0 мм.

6. Для бетонных смесей использовать портландцемент без минеральных добавок марки по прочности не ниже М500.

7. Заполнителем для бетона служит кварцевый песок. Допускается применение чистых мелких песков с модулем крупности не менее 1,7.

8. При изготовлении буринъекционных свай допускается использовать следующие добавки: суперпластификаторы, ускорители твердения, замедлители схватывания, ингибиторы коррозии и противоморозные добавки.

9. Вода для бетонной смеси водопроводная и техническая, не содержащая сахаров и фенолов более 10,0 мг/л, нефтепродуктов и жиров. Водородный показатель ( $pH$ ) от 4,0 до 12,5.

10. Запрещается добавлять в мелкозернистую бетонную смесь воду для увеличения ее подвижности.

11. Подбор состава бетонной смеси с определением состава и количества добавок выполняется строительной лабораторией.

12. Армирование свай предусмотрено на всю длину и выполняется отдельными секциями из пространственных сварных арматурных каркасов. Соединение каркасов между собой выполнять внахлестку с помощью вязальной проволоки.

13. В качестве продольных стержней пространственного арматурного каркаса принята: арматура диаметром 18,0 мм класса А500С; поперечное армирование из арматуры диаметром 10,0 мм класса А240. Защитный слой бетона не менее 30,0 мм.

14. Жесткость пространственного каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 159 мм с толщиной стенки не менее 4,0 мм.

15. Для обеспечения защитного слоя бетона предусмотрены центракторы из стальных полос шириной по 20,0 мм толщиной 4,0 мм в количестве не менее трех в одном поперечном сечении пространственного арматурного каркаса с шагом по длине каркаса не более 2,0 м.

16. Ручная дуговая сварка элементов пространственного каркаса между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А.

17. Для изготовления сварных пространственных арматурных каркасов применять арматуру из стали марки 35ГС запрещается.

18. Бетон тяжелых классов по прочности В20, В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4, морозостойкость F100, удобоукладываемость бетонной смеси П4-П5, проверяется осадкой конуса АЗНИИ.

Б. Последовательность устройства монолитных железобетонных ростверков по оголовкам буроналивных свай ЭРТ следующая:

1. При разработке котлована под монолитные железобетонные конструкции для исключения возможности попадания в него поверхностных вод на основании требований поз. 1.3 СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства» в составе подготовительных работ необходимо выполнить временный водоотвод со строительной площадки посредством планировки территории площадки, обеспечивающий их быстрый отток с помощью постоянных или временных устройств в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

2. Перед бетонированием конструкций горизонтальные поверхности должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега и льда, цементной пленки и др. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности должны быть промыты водой и просушены струей воздуха.

3. Бетонную смесь следует укладывать горизонтальными слоями без технологических разрывов с направлением в одну сторону.

4. При невозможности непрерывного бетонирования допускается устройство рабочих швов с местоположением их по согласованию с авторами рабочего проекта. Контактные поверхности следует очистить от цементной пленки. Цементную пленку следует удалять, как правило, сразу после окончания схватывания цемента (в жаркую погоду через 6-8 часов после окончания укладки, в прохладную - через 12-24 часа). Очистка бетонной поверхности от цементной пленки должна производиться без повреждения поверхности бетона, прочность бетона должна быть в пределах 2,0-3,0 кгс/см<sup>2</sup> при обработке воздушной струей и 15,0-25,0 кгс/см<sup>2</sup> при механической обработке металлической щеткой. Для удаления цементной пленки с поверхности бетона запрещается пользоваться ударными инструментами (отбойными молотками, перфораторами, бетоноломами и т.д.). Подготовленную к укладке бетонной смеси поверхность затвердевших рабочих швов непосредственно перед продолжением бетонирования следует обмазать коллоидным клеем М400 (водоцементное отношение не более 0,35) толщиной не более 5,0 мм.

5. Бетонную смесь уплотнять вибраторами до прекращения оседания и появления на поверхности блеска цементного теста.

6. Запрещается использовать бетонную смесь, потерявшую удобоукладываемость. Добавление воды для повышения подвижности не допускается.

7. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки. Глубина погружения глубинного вибратора в мелкозернистую бетонную смесь должна обеспечивать углубление его в ранее уложенный слой на 5,0-1,0 см. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен

превышать полукруглого радиуса их действия, для поверхностных вибраторов должен обеспечивать перекрытие на 100,0 мм площадкой вибратора границы уже провибрированного участка.

8. В начальный период твердения бетон необходимо защищать от попадания атмосферных осадков или потерь влаги, в последующем поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.

9. Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их твердения, контроль за их выполнением и сроки распалубки конструкций должны устанавливаться ППР.

10. Движение людей по забетонированным строительным конструкциям и установка опалубки вышележащих строительных конструкций допускается после достижения бетоном прочности не менее 1,5 МПа.

11. Засыпку пазух изготовленных конструкций мерзлым грунтом выполнять не допускается.

### Заключение

Проблемы освоения подземного пространства в стесненных условиях существующих производств является сложной геотехнической задачей и требует специфического подхода. Использование буроинъекционных свай устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы, что доказывает рассмотренный в статье удачно реализованный геотехнический пример вставки объекта.

### Список литературы

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Геореконструкция, 2010. 551 с.
3. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geotechnical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Ильичев, В. А. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата / В. А. Ильичев, Н. С. Никифорова, А. В. Коннов // Жилищное строительство. – 2021. – №6. – С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-18-24>.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.

8. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.

9. Тер-Мартirosян, З.Г. Взаимодействие щебеночной свай с окружающим грунтом и ростверком / З. Г. Тер-Мартirosян, А. З. Тер-Мартirosян, Г. О. Анжелю // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2019. – №3. – С. 2–6.

10. Pivar J. Stone columns – determination of the soil improvement factor // Slovak journal of civil engineering. 2011. Vol. XIX. No. 3, pp. 17–21.

11. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буроналивных свай с многоступенчатым уширением / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. 2016. – №10. – С. 54.

12. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them // Periodico Tche Quimica. 2018. T. 15. Special Issue 1. P. 1–11.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроналивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроналивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года) / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

15. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроналивных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

16. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

17. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противоположной подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

18. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

19. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

20. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

21. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буроинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

22. Патент № 2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

23. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – № 11. – С. 20-28. – EDN XCMYPN.

24. Common mistakes made under facility construction in cramped conditions / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, V. V. Maguskin, L. I. Malyanova // Journal of Physics: Conference Series : 2, Perm, 26–28 мая 2021 года. – Perm, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/1928/1/012022. – EDN BEKMIL.

### Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член ПОМГТиФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов Н.С. Практика строительства в особо стесненных условиях // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 62–69.

Citation:

Sokolov N.S. Geotechnical practice of construction in constrained conditions // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 62–69.

УДК 624.1

## ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ НА НЕУСТОЙЧИВЫХ СКЛОНАХ

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** возведение и реконструкция зданий и сооружений на проблемных инженерно-геологических и пересеченных территориях с наличием образцов, неустойчивых склонов является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Она еще усугубляется с наличием в основаниях проектируемых объектов перемежающихся инженерно-геологических элементов со пониженными значениями физико-механических характеристик. Зачастую встречаются линзы, выклинивания слоев слабых грунтов с неустойчивыми физико-механическими свойствами. В статье рассмотрен случай возведения фундаментов с использованием буринъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков под смонтированный напорный трубопровод  $d=1020,0$  мм.

**Ключевые слова:** удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буринъекционная свая ЭРТ, железобетонный ростверк.

## EDT TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION OF ENGINEERING STRUCTURES ON STRUCTURALLY UNSTABLE SLOPES

**Abstract:** the construction and reconstruction of buildings and structures in problematic engineering-geological and rugged territories with the presence of ravines and unstable slopes is an urgent task of modern geotechnical construction. It is further aggravated by the presence in the foundations of the designed objects of intermittent engineering-geological elements with reduced values of physical and mechanical characteristics. Often there are lenses,

*pinching out of layers of soft soils with unstable physical and mechanical properties. The article examines the case of constructing foundations using EDT drilled injection piles and monolithic reinforced concrete grillages for an installed pressure pipeline  $d=1020.0$  mm.*

**Keywords:** retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology EDT, drilled injection pile EDT, reinforced concrete grillage.

### Введение

В настоящее время на территории Российской Федерации становится актуально строительство инженерных сооружений на неустойчивых сильно пересеченных склонах. Из-за сложностей, связанных с обеспечением безопасной эксплуатации этих объектов, перед проектировщиками и строителями возникают сложные инженерные и геотехнические задачи по обеспечению прочности оснований. В статье рассмотрен один из случаев из геотехнической практики строительства напорных водоводов высокого давления на структурно неустойчивом склоне.

### Материал и методы исследований

Строительство инженерных сооружений на неустойчивых сильно пересеченных склонах [1-7] представляет собой сложную инженерную и геотехническую проблему. В связи с этим возникают сложности связанные с обеспечением прочности оснований [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16], а также необходимости геотехнических расчетов устойчивости заглубленных строительных конструкций [11, 12, 13-22]. Необходимо отметить, что основополагающими нормативными документами в геотехническом строительстве являются своды правил СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» и СП 24.13330.2021 Актуализированная редакция СНиП «Свайные фундаменты». Неукоснительное осуществление требований изложенных в них должно являться принципиальным для геотехников и строителей, осуществляющие подобные работы.

Ниже рассматривается один из случаев из геотехнической практики строительства напорных водоводов высокого давления на структурно неустойчивом склоне.

### Результаты и проблематика

Проектируемый водовод начинается от юго-западного угла дома №22к1 по ул. Короленко г. Чебоксары и протягивается в северо-западном направлении через долину овражно-балочной сети р. Сугутка до угла дома №25А по ул. Набережная реки Сугутки.

В геоморфологическом отношении участок работ расположен в долине овражно-балочной сети р. Сугутка. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 76,80-81,0 м в пределах поймы и до 91,0 – 97,80 м на бровке бортов склонов овражно-балочной сети.

Инженерно-геологический разрез на исследуемой площадке до глубины бурения 20,0 м в ходе выполнения буровых работ и лабораторных исследований сложен (сверху-вниз): голоценовыми делювиальными ( $d_{Qh}$ ), плейстоценовыми лессовыми отложениями ( $p_{rQp}$ ) проблематичного генезиса, аллювиальными ( $a_{Qp}$ ), пролювиально-делювиальными ( $d_{pQp}$ )

отложениями подстилаемые верхнепермскими отложениями ( $P_{3s+v}$ ). Сверху данные отложения перекрыты техногенными грунтами ( $t_{Qh}$ ).

На участке строительства объекта с дневной поверхности в пределах бровки овражно-балочной сети и уступа залегают техногенные отложения, представленные суглинками коричневыми, темно-коричневыми, от полутвердой до тугопластичной консистенции, с включением мелкого строительного и бытового мусора (щебень, бетон, бой кирпича, арматура, полиэтиленовые пленки и т.д.) с погребенным почвенно-растительным слоем. Возраст насыпи более 5 лет. Общая мощность техногенных грунтов составляет от 0,6 м в тальвеге овражно-балочной сети, до 8,5 м на бровке правого склона.

Плейстоценовые делювиальные ( $d_{Qh}$ ) и лессовые отложения ( $p_{rQp}$ ) проблематичного генезиса вскрыты в западной части участка работ, на бровке левого склона. Представлены суглинками легкими пылеватыми, коричневыми, светло-коричневыми, полутвердой консистенции, точечно гумусированными, с остатками корневой растительности, трещиноватыми, ожелезненными, с белыми известковыми стяжениями, пористыми. Вскрыты отложения на глубине 1,10 м (абс. отм. 92.50 м), мощностью 12,40 м.

Плейстоценовые пролювиально-делювиальные ( $d_{pQp}$ ) отложения на участке работ представлены: **1.** Суглинками коричневыми, темно-коричневыми, красновато-коричневыми, от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, гумусированными, ожелезненными, опесчаненными, с включением корневой растительных остатков, с гнездами известковистости; **2.** Песками коричневыми, табачно-коричневыми, мелкими, ожелезненными, глинистыми, от влажных до водонасыщенных, с включением алевритов. Вскрыты на глубине 3,50 – 13,90 м (абс. отм. 79.70 – 89.30 м), мощностью 1,50 – 8,80 м.

Условия залегания литологических разновидностей грунтов представлены на инженерно-геологическом разрезе, а послойное описание грунтов приведено в геолого-литологических колонках.

На основании проведенных полевых и лабораторных исследований в соответствии с существующими нормативными документами на площадке строительства выделены шесть инженерно-геологических элементов (см. рис. 1): ИГЭ № 1. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые ( $t_{QIV}$ ); ИГЭ № 2. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые, слабопросадочные ( $d_{Qh}+p_{rQp}$ ); ИГЭ № 3. Суглинки легкие пылеватые, тугомягкопластичные ( $d_{pQp}$ ); ИГЭ № 4. Пески мелкие, влажные – водонасыщенные, средней плотности ( $d_{pQp}$ ); ИГЭ № 5. Суглинки легкие песчанистые, текуче-мягкопластичные ( $a_{Qp}$ ); ИГЭ № 6. Глины легкие пылеватые, полутвердые – твердые ( $P_{3s+v}$ ).

На период проведенных инженерно-геологических изысканий на рассматриваемом участке работ до глубины бурения 20,0 м были вскрыты безнапорные грунтовые воды. В пойменной части долины р. Сугутка (абс. отм. 76.80 м) уровень подземных вод установился на поверхности земли, и на глубине 12,0 – 14,0 м в прибровочной части (абс. отм. 81.6 – 83.8 м). Установившийся уровень подземных вод зафиксирован в аллювиальных (ИГЭ № 5) и пролювиально-делювиальных отложениях (ИГЭ 3, 4).

Питание горизонта подземных вод осуществляется, преимущественно,

в весенне-летний и в осенний периоды путём инфильтрации талых вод и атмосферных осадков в тальвеге овражно-балочной сети, а также будет осуществляться за счет утечек из водонесущих коммуникаций. Подземный фильтрационный поток направлен в сторону овражно-балочной сети долины р. Сугутка, где и происходит разгрузка.

При возведении напорного водовода высокого давления рекомендовано выполнение мероприятий по регулированию поверхностного стока в сторону реки Сугутка для предотвращения образования промоин - эрозии неустойчивого склона. Эти мероприятия особенно необходимо в связи с выявленными обстоятельствами, что по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий геологические и инженерно-геологические процессы, влияющие на условия строительства, выражены в виде просадочности лессовых суглинков ИГЭ №2, вскрытые в западной части участка работ, на бровке левого склона, коэффициент относительной просадочности  $\varepsilon_{sl}$  при замачивании под нагрузкой  $P = 0,2 \text{ МПа}$  составляет  $\varepsilon_{sl} = 0,113$ , начальное просадочное давление  $P_{sl} = 0,005 \text{ МПа}$ , тип грунтовых условий по просадочности – первый. Мощность просадочной толщи составляет  $H_{sl} = 9,80 \text{ м}$ . Данные грунты при замачивании резко теряют свои прочностные и деформационные характеристики. При динамических нагрузках у данных грунтов также могут проявиться тиксотропные свойства.

Опасные геологические процессы на исследованном участке возможны в виде оползня грунтов и промоин в связи с неоднородностью сложения инженерно-геологического разреза с включениями просадочных грунтов правого склона, а также техногенными грунтами, и из-за неорганизованного сброса поверхностного стока по склону в сторону овражно-балочной сети. Также учтены разработанные геотехнические мероприятия, предотвращающие возможное замачивание лессовых грунтов при техногенном подтоплении вследствие нарушений условий стока поверхностных вод и утечек из водонесущих коммуникаций.

На рис. 1 вертикальная привязка буроинъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков по напорный трубопровод  $d=1020,0 \text{ мм}$ , а на рис. 2 приводится схема устройства фундаментов под напорный трубопровод диаметром  $d=1020,0 \text{ мм}$  и узел передачи нагрузки от напорного трубопровода  $d=1020,0 \text{ мм}$  на монолитный железобетонный ростверк.

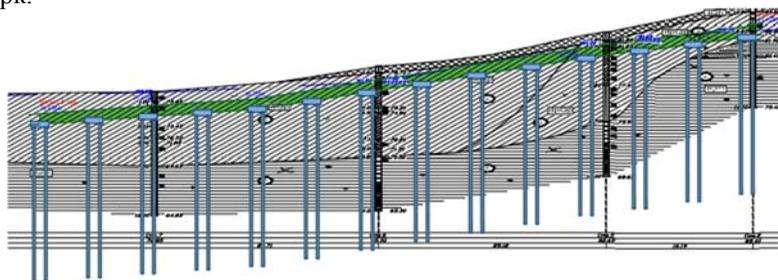


Рис. 1. Вертикальная привязка буроинъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков по напорный трубопровод  $d=1020,0 \text{ мм}$

При этом труба смонтирована методом прокола. Устройство фундаментов производится уже под выложенную трубу в нижеприведенной последовательности методом «сверху-вниз». В качестве заглубленных железобетонных конструкций гармонично подходят буронабивные сваи [8; 10–12] изготовливаемые по электроразрядной технологии – сваи ЭРТ и возводимые по обеим сторонам трубы. По оголовкам свай ЭРТ уже устраиваются монолитные железобетонные ростверки, одновременно волекая возведенный фундамент с инженерным сооружением.

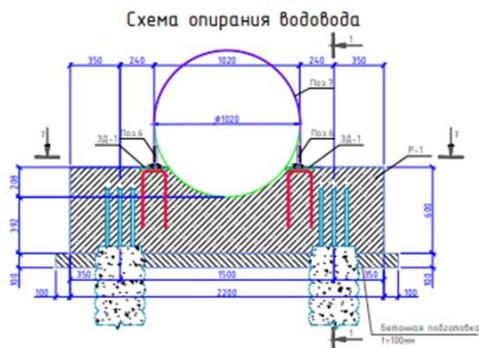


Рис. 2. Узел передачи нагрузки от напорного трубопровода  $d=1020,0$  мм на монолитный железобетонный ростверк

### Заклучение

Неукоснительное осуществление требований изложенных в сводах правил СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений» и СП 24.13330.2021 Актуализированная редакция СНиП «Свайные фундаменты» и д.р., верно проведенные инженерно-геологические изыскания на строительной площадке и т.п. геотехниками и строителями, осуществляющими строительство инженерных сооружений на неустойчивых сильно пересеченных склонах позволяют решить возникающие сложности, связанные с обеспечением прочности оснований.

### Список литературы

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
3. Plichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.

4. Ilchev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.

5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.

7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague. 2003.

8. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буринъекционных свай с многоместными уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.

9. Соколов, Н. С. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2023. – №4. – С. 70–75.

10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. редактор), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 415–420.

11. Расчет буринъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, А. Н. Соколов, С.Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. – С. 20–25.

12. Соколов, Н. С. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Геотехника. – 2016. – №1. – С. 60–65.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года) / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроналивных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

18. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

19. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

20. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буроналивных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

21. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

22. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буроналивных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28. – EDN XCMYPN.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТиФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of OOO NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Геотехническая технология строительства сооружений на неустойчивых склонах / Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 69–76.

Citation:

Sokolov N.S. EDT technology for construction of engineering structures on structurally unstable slopes// VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 69–76.

УДК 624.1

### **СВАИ ЭРТ – В КАЧЕСТВЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ УДЕРЖИВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ**

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной задачей в современном геотехническом строительстве. Она приобретает особую важность при строительстве на склонах, изрезанных оврагами. Как правило, строительство на поверхностях склонов вследствие разгрузок фильтрационных потоков в виде родников всегда является проблематичным мероприятием. Гидрогеологические процессы зачастую приводят пересеченные поверхности, предназначенные для возведения объектов, в неустойчивые состояния, приводя их к оползневоопасным. Тем самым безопасное возведение зданий и сооружений на таких территориях всегда сопровождается с одновременным возведением удерживающих заглубленных строительных конструкций. Наиболее конкурентными удерживающими конструкциями являются монолитные железобетонные уголкового подпорные стены, возводимые на буровых сваях и закрепляемые грунтовыми анкерами. В статье приведены примеры использования бурильно-инъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) и грунтовых анкеров ЭРТ.*

**Ключевые слова:** удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, монолитный железобетонный ростверк.

## DRILLED INJECTION PILES EDT – AS BURNED STRUCTURES TO ENSURE SLOPEN STABILITY

**Abstract:** *the problem of increasing the bearing capacity of foundations is always an urgent task in modern geotechnical construction. It becomes especially important when building on slopes cut by ravines. As a rule, construction on slope surfaces due to unloading of filtration flows in the form of springs is always a problematic undertaking. Hydrogeological processes often lead rough surfaces intended for the construction of objects into unstable states, leading to landslide hazards. Thus, the safe construction of buildings and structures in such areas is always accompanied by the simultaneous construction of retaining buried building structures. The most competitive retaining structures are monolithic reinforced concrete corner retaining walls erected on drilled piles and secured with ground anchors. The article provides examples of the use of EDT drilled injection piles (RIT, FORST, ERST) and EDT ground anchors.*

**Keywords:** *Retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology EDT, drilled injection pile EDT, monolithic reinforced concrete grillage.*

### Введение

Строительные площадки, обустроенные на территориях с сильно пересеченными оврагами, склонами характеризуются и относятся к неустойчивым в связи с тем, что на их наклонных поверхностях происходит разгрузка фильтрационных потоков. При нарушении статического равновесия фильтрационные процессы на склонах в большинстве геотехнических случаях приводят к затоплению строительных котлованов, водонасыщению инженерно-геологических элементов слагающих инженерно-геологические разрезы оснований застраиваемых объектов. В связи с этим в современной геотехнической практике широко внедрены буроинъекционные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) в качестве заглубленных конструкций. Их использование в комплексе с грунтовыми анкерами позволяет обеспечивать устойчивость склонов.

### Материал и методы исследований

В статье рассмотрены примеры капитального строительства сооружений, которые, как и многие в современном строительстве в основной своей массе приурочены к территориям сильно пересеченным оврагами, склонами [1–3]. Как правило, такие строительные площадки характеризуются и относятся к неустойчивым в связи с тем, что на их наклонных поверхностях происходит разгрузка фильтрационных потоков. При нарушении статического равновесия фильтрационные процессы на склонах в большинстве геотехнических случаях приводят [4–7] к затоплению строительных котлованов, водонасыщению инженерно-геологических элементов слагающих инженерно-геологические разрезы оснований застраиваемых объектов.

В случае квалифицированного подхода к инженерной подготовке площадки строительства в таких условиях возможно избежание негативных факторов. Так, например, в современной геотехнической практике широко внедрены буроинъекционные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) в качестве заглубленных конструкций [8–16]. Их использование в комплексе с грунтовыми анкерами позволяет обеспечивать устойчивость склонов [10; 11], включая в их совместную статическую работу уголкового монолитные железобетонные подпорные стены [11–21].

### Результаты и проблематика

В рассматриваемой статье приводится ряд успешно выполненных геотехнических объектов на склонах в различных регионах Среднего Поволжья, осуществленных при непосредственном участии авторов статьи.

**Объект №1.** Монолитная железобетонная уголкового подпорная стена как заглубленная удерживающая конструкция на сваях буроинъекционных ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) на склоне Окского съезда в г. Н. Новгород. Подпорная возведена в связи с расширением в сторону склона правостороннего берега реки Ока двухстороннего автомобильного движения в одностороннюю автомобильную дорогу. В связи с размещением одной полосы прямо на склоне возникла необходимость устройства четырех уголкового монолитных железобетонных подпорных стен (см. рис. 1) на буроинъекционных сваях ЭРТ (рис. 2). Архитектурную изящность подпорных стен можно наблюдать с Комсомольской площади. Все четыре подпорные стены по их верхам выливаются в одну наклонную прямую линию. Надежная эксплуатация подпорных стен указывает на правильность выбора технического решения.

**Объект №2.** Ленточное свайное поле из буроинъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) объединенное монолитным железобетонным ростверком как заглубленное удерживающее сооружение вдоль улицы Пожарской в г. Нижний Новгород (см. рис. 3). Необходимость возведения такой строительной конструкции вызвано в связи со строительством пятиэтажной гостиницы «Москва». Следует отметить, изначально был проект свайного поля из буронабивных свай диаметром  $d=630,0$  мм. В связи с невозможности стесненностью строительной площадки решено было перейти на буроинъекционные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ). Гостиница сдана уже более пяти лет назад и к надежной эксплуатации подпорной стены ни у кого вопросов нет.

**Объект №3.** Заглубленные удерживающие железобетонные конструкции с использованием буроинъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ), грунтовых анкеров ЭРТ и монолитных железобетонных уголкового подпорных стен в г. Чебоксары (см. рис. 4). Необходимость проектирования и устройства монолитных железобетонных уголкового подпорных стен совместно с буроинъекционными сваями ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) и грунтовыми анкерами ЭРТ возникла в связи с горизонтальными перемещениями прислоненного склона и деформациями возведенных на нем объектов. Изначально был осуществлен проект удерживающих конструкций их буронабивных свай диаметром  $d=630,0$  мм в один ряд с устройством монолитного железобетонного обвязочного пояса. При анализе причин деформаций выяснилось несколько огрехов. Во-первых, в качестве заглубленных конструкций использована однорядная схема

устройства свай, что не допустимо с точки зрения соблюдения жесткости конструкции. Во-вторых, она устроена только по основанию склона. Нужно было устроить удерживающие строительные конструкции еще по верху склона. Таким образом, использование на объекте буроинъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) и грунтовых анкеров ЭРТ в комплексе с монолитными железобетонными уголковыми подпорными стенами позволило обеспечить безаварийной эксплуатации прислоненного склона.



Рис. 1. Монолитная железобетонная уголковая подпорная стена как заглубленная удерживающая конструкция на буроинъекционных сваях ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) на склоне Окского съезда в г. Н. Новгород



Рис. 2. Ленточное свайное поле из буроинъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) под монолитную уголковую подпорную стену на Окском съезде в г. Н. Новгород



Рис. 3 Ленточное свайное поле из буронабъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) вдоль улицы Пожарской в г. Нижний Новгород



Рис. 4 Заглубленные удерживающие железобетонные конструкции с использованием буронабъекционных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ), грунтовых анкеров ЭРТ и монолитных железобетонных уголкового подпорных стен в г. Чебоксары

#### **Заключение**

Только в случае квалифицированного подхода к инженерной подготовке площадки строительства, на тех объектах, которые характеризуются и относятся к неустойчивым в связи с тем, что на их наклонных поверхностях происходит разгрузка фильтрационных потоков, возможно избежание негативных факторов.

Для таких условий строительства, а также укрепления и стабилизации оползнеопасных склонов в современной геотехнической практике широко внедрены буронабъекционные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) в качестве заглубленных конструкций. Их использование в комплексе с грунтовыми анкерами позволяет обеспечивать устойчивость склонов, включая в их совместную статическую работу уголкового монолитные железобетонные подпорные стены.

Список литературы

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Hassiotis S, Chamcau J.L., Gunaratne M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 123 (4). Pp. 314–323.
3. Lee J.H., Salgado R. 1999. Determination of pile base resistance in sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 125 (8). 673–683
4. Mandolini A., Russo G., Veggiani C. 2005. Pile foundations: experimental investigations, analysis and design. Ground Engineering 38 (9): 34–38.
5. Nikiforova N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011, tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
6. Petrukhin V. P. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction / V. P. Petrukhin, O. A. Shuljatjev, O. A. Mozgacheva // Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
7. Triantafyllidis Th. Impact of diaphragm wall construction on the stress state in soft ground and serviceability of adjacent foundations / Th. Triantafyllidis, R. Schafer // Proceedings of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid, Spain, 22–27 September 2007. Vol. P. 683–688.
8. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буринъекционных свай с многоступенчатыми уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.
9. Соколов, Н. С. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2023. – №4. – С. 70–75.
10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – 2014. – С. 415–420.
11. Соколов, Н. С. Расчет буринъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н.С. Соколов, А. Н. Соколов, С. Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. – С. 20–25.
12. Соколов, Н. С. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары / Н.С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Геотехника. – 2016. – №1. – С. 60–65.
13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года) / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – № 5. – С. 44-47. – EDN XQONCP.

18. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNVONETL.

19. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

20. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буроинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

21. Патент № 2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

22. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буроинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – № 11. – С. 20-28. – EDN XCMYPN.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТИФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of OOO NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Сваи ЭРТ – в качестве заглубленных удерживающих конструкций обеспечения устойчивости склонов / Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 76–83.

Citation:

Sokolov N.S. Drilled injection piles EDT - as burned structures to ensure slopen stability// VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 76–83.

УДК 624.1

## **СВАИ ЭРТ В КАЧЕСТВЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОГРАЖДЕНИЙ КОТЛОВАНОВ**

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** *проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Она приобретает особую важность при строительстве на оползневоопасных склонах. При этом как проектировщики, так и заказчики допускают непоправимые ошибки при разработке проектной документации удерживающих заглубленных конструкций при возведении объектов на таких участках. Все допускаемые огрехи в основном связаны с отсутствием должного контроля техническим заказчиком на производстве предпроектных работ, в том числе инженерно-геологических изысканий. В настоящей статье описывается отрицательный случай из геотехнической практики проектирования и строительства жилого комплекса на оползневом склоне. Статья является обзорной.*

**Ключевые слова:** *удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, монолитный железобетонный ростверк.*

## **USE OF EDT DRILLED INJECTION PILES AS BURNED BUILDING STRUCTURES FOR PIT FENCES**

**Abstract:** *the problem of increasing the bearing capacity of foundations is always a pressing problem in modern geotechnical construction. It becomes especially important during construction on landslide-prone slopes. At the same time, both designers and customers make irreparable mistakes when developing design documentation for retaining buried structures when constructing objects in such areas. All mistakes made are mainly related to the lack of proper control by the technical customer over the performance of pre-design work, including engineering and geological surveys. This article describes a negative case from geotechnical practice in the design and construction of a residential complex on a landslide slope. The article is a review.*

**Keywords:** *retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology EDT, drilled injection pile EDT, monolithic reinforced concrete grillage.*

### Введение

В реальной практике строительства могут происходить технические сбои связанные с надежной эксплуатацией удерживающих конструкций. Все принимаемые технические и технологические решения по обеспечению устойчивости оснований построенных зданий и объектов окружающей застройки должны быть обоснованными геотехническими расчетами. Зачастую по результатам проведенного мониторинга и изысканий в сложных геотехнических случаях возникает необходимость закрепления уже существующих ограждающих сооружений.

### Материал и методы исследований

В статье рассмотрены и изучены примеры строительства действующих ответственных объектов на пересеченных территориях [1–7] с наличием склонов, оврагов и других неровностях, что предполагает устройство или заглубленных этажей, или возведение удерживающих строительных конструкций. При этом все технические и технологические решения [8–16] по обеспечению устойчивости оснований построенных зданий и объектов окружающей застройки должны быть обоснованными геотехническими расчетами. Зачастую в реальной практике строительства [10–16] происходят технические сбои, связанные с надежной эксплуатацией удерживающих конструкций. В таких сложных геотехнических случаях возникает необходимость закрепления уже существующих ограждающих сооружений.

### Результаты и проблематика

В качестве удерживающих конструкций для таких случаев гармонично подходят буронагрейционные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРТ) изготавливаемые по электроразрядным технологиям [12]. Электроразрядная технология [8–22], обладая рядом технических и технологических преимуществ широко используется в геотехнической практике устройства как свайных полей, так и свай усиления оснований фундаментов, закрепления оснований фундаментов, склонов, при устройстве нагелей и т.д.

Далее приводится опыт использования буронагрейционных свай ЭРТ с грунтовыми анкерами ЭРТ в комплексе с подпорными стенами.

**Объект №1.** Деформированная уголковая монолитная (см. рис. 1) железобетонная подпорная стена поз. 1 в микрорайоне Радужный в г. Чебоксары. Горизонтальное смещение существующей стены достигает 200,0 мм

до 1000,0 мм. Дальнейшие деформации грозили безаварийной эксплуатации существующим инженерным сооружениям. Для стабилизации деформации решено устроить дополнительную удерживающую монолитную железобетонную подпорную стену поз. 2, возводимую на оголовки буронабивных свай ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРТ). Вновь возведенная подпорная стена дополнительно закреплена монолитными железобетонными контрфорсами поз. 3 и грунтовыми анкерами.



Рис. 1. Монолитная железобетонная уголкового подпорная стена с контрфорсами как удерживающая заглубленная строительная конструкция деформированной подпорной стены: 1 – существующая монолитная железобетонная уголкового подпорная стена; 2 – монолитная железобетонная уголкового подпорная стена с контрфорсами 3

**Объект №2.** Деформированная монолитная железобетонная подпорная стена (см. рис. 2) поз. 1 как упор грунта в котловане как упор деформированного ограждения котлована из буронабивных свай поз. 2. Необходимо отметить, что буронабивные сваи служили в качестве ограждения котлована для обеспечения устойчивости восьмиэтажного крупнопанельного жилого дома. Для обеспечения устойчивости существующей стены запроектированы и возведены монолитные железобетонные контрфорсы по монолитным железобетонным ростверкам поз. 4. Основанием ростверков служат буронабивные сваи ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) размещенные под контрфорсами по схеме свайного куста. В настоящее время 15-этажный объект общественного назначения возведен в эксплуатацию.

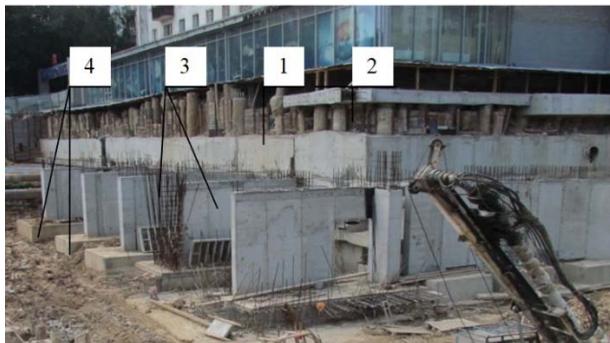


Рис. 2. Монолитные железобетонные контрфорсы на буроинъекционных сваях ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) как упор деформированной подпорной стены в г. Н. Новгород: 1 – существующая монолитная железобетонная подпорная стена как упор деформированного ограждения котлована из буронабивных свай 2; 3 – монолитные железобетонные контрфорсы по монолитным железобетонным ростверкам 4

### Заключение

Приведенный в статье опыт использования буроинъекционных свай ЭРТ с грунтовыми анкерами ЭРТ в комплексе с подпорными стенами показывает положительный опыт использования их в качестве удерживающих конструкций объектов на пересеченных территориях с наличием склонов, оврагов и других неровностях. Их применение позволило обеспечить стабилизацию деформаций оснований и подпорных стен, а также дальнейшую безаварийную эксплуатацию существующим инженерным сооружениям.

### Список литературы

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. *Osnovaniya, fundamente i mekhanika gruntov*. 2012. No. 2, pp. 17–20. (In Russian).
3. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Георекострукция, 2010. – 551 с.
4. Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. *Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov* [Geotechnical Support of Urban Development]. Saint Petersburg: Georeconstruction, 2010. 551 p.
5. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
6. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. *Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering*. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.

7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

8. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.

9. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague. 2003.

10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – 2014. – С. 415–420.

11. Соколов, Н. С. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н.С. Соколов, А. Н. Соколов, С.Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. – С. 20–25.

12. Соколов, Н. С. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Геотехника. – 2016. – №1. – С. 60–65.

13. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов, П. Ю. Федоров // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – №9. – С. 66–70.

14. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

15. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

16. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опубли. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

17. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противоположной подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

18. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

19. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

20. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

21. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буриинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

22. Патент № 2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

23. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буриинъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28. – EDN XCMYPN.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТИФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Сваи ЭРТ в качестве заглубленных строительных конструкций ограждений котлованов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 83–88.

Citation:

Sokolov N.S. Use of EDT drilled injection piles as burned building structures for pit fences// VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 83–88.

УДК 624.1

## СТРОИТЕЛЬСТВО В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** проблемы строительства в стесненных условиях действующих промышленных предприятий является важной геотехнической задачей, требующей от инженеров-строителей, особенно от специалистов геотехников специфического подхода. При этом наличие слабых инженерно-геологических элементов существенно усугубляет проведение геотехнических работ. Любое промышленное предприятие проводит обновление собственного производства, связанное с введением новых технологических линий или возведение дополнительных объектов. Использование буронабивных и буроинъекционных свай с совместным применением грунтовых анкеров устраиваемых с использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы. Рассматриваемая статья является обзорной.

**Ключевые слова:** геотехническое строительство, электрогидравлика, монолитный железобетонный ростверк, буронабивные сваи, особо стесненные геотехнические условия, грунтовые анкера ЭРТ.

## CONSTRUCTION IN CONFINED SPACES

**Abstract:** problems of construction in cramped conditions of existing industrial enterprises is an important geotechnical task that requires a specific approach from civil engineers, especially geotechnical specialists. At the same time, the presence of weak engineering-geological elements significantly aggravates the implementation of geotechnical work. Any industrial enterprise is updating its own production, associated with the introduction of new technological lines or the construction of additional facilities. The use of bored and drilled piles with the combined use of ground anchors arranged using non-standard physical processes in most cases successfully solves many complex and atypical geotechnical problems. The article in question is a review.

**Keywords:** geotechnical construction, electrohydraulics, monolithic reinforced concrete grillage, bored piles, especially constrained geotechnical conditions, EDT ground anchors.

### Введение

Наличие на участке строительства слабых инженерно-геологических элементов существенно усугубляет проведение геотехнических работ, особенно эта проблема актуальна в стесненных условиях существующей застройки. Применение буронабивных и буроинъекционных свай с совместным применением грунтовых анкеров устраиваемых с

использованием нестандартных физических процессов в большинстве случаев успешно решает многие сложные и нетипичные геотехнические проблемы.

### Материал и методы исследований

В статье рассмотрена и изучена проблематика строительства заглубленных объектов в особо стесненных условиях действующего промышленного производства. Строительство в данных условиях требует от инженеров-геотехников [1-10] специфического подхода, которые должны проявить изобретательность и смекалку в использовании современных геотехнических технологий, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объектов существующей застройки, как во время строительства, так и за время эксплуатации вновь возводимого здания или сооружения [11–24].

Объектом исследования является: Рабочая документация «Комплекс по приему, хранению и отгрузке цемента, выполненный ООО «ПКФ» Технострой в 2016 г. По ней предполагается возведение заглубленного инженерного сооружения глубиной 8,0 м от уровня существующего рельефа в особо стесненных условиях промышленного производства железобетонных конструкций и изделий для объектов капитального строительства.

### Результаты и проблематика

Строительство заглубленного склада осуществляется на территории завода железобетонных конструкций ЖБК-1 по Лапсарскому проезду, 19 в гор. Чебоксары. На рис. 1 приведен план участка строительства, где в непосредственной близости от строительного котлована имеются с надземные силосные башни, цементный склад, существующая железнодорожная ветка, бетоносмесительный узел и другие строения.

В инженерно-геологическом строении исследованного участка в процессе буровых, опытных и лабораторных исследований до разведанной глубины 10,2 м выделены (сверху-вниз): почвенно-растительный слой ( $pQ_{IV}$ ), современные образования ( $iQ_{IV}$ ) техногенный грунт, современные делювиальные образования ( $dQ_{IV}$ ), верхнечетвертичные образования проблематичного генезиса ( $prQ_{III}$ ), среднечетвертичные элювиально-делювиальные отложения ( $edQ_{II}$ ) и коренные отложения пермского возраста ( $P_{3t}$ ), покрытые сверху почвенно-растительным слоем мощностью до 0,4 м.

На рис. 2 приведен характерный инженерно-геологический разрез участка капитального строительства.

При экстремальных природных ситуациях (обильные дожди, снеготаяние), а также при возможных утечках из водонесущих коммуникаций, возможно повышение уровня грунтовых вод на 1,0-1,5 м (184,17–186,44 м) и/или образование верховодки.

По условиям формирования и характеру распространения подземных вод участок изысканий относится к району II – Б1 потенциально подтопляемые в результате техногенных воздействий (согласно СП 11-105-97 «Часть 1. Инженерно-геологические изыскания», ч. II, приложению «И»).

Учитывая все вышеприведенные обстоятельства, включая инженерно-геологические и гидрогеологические условия, также наличие строений в непосредственной близости от строительного котлована в качестве наиболее оптимального варианта ограждения строительного котлована приняты буронабивные сваи диаметром 630,0 мм раскрепленные грунтовыми анкерами ЭРТ на двух уровнях. При этом буронабивные сваи приняты по

## Материалы VII Международной (XIII Всероссийской) конференции

схеме бурокасательных, объединенных поверху их монолитным железобетонным обвязочным поясом (см. рис. 3, 4, 5).

Ниже в таблицах 1 и 2 приведены последовательность армирования буронабивной сваи, этапность выполнения геотехнических работ.

В ходе устройства заанкеренной из грунтовых анкеров ЭРТ на двух уровнях подпорной стенки необходимо строго соблюдать нижеследующую этапность выполнения геотехнических работ, приведенных в таблице 2.

Таблица 1

Последовательность армирования буронабивной сваи

1	Сваи вертикальные сплошного сечения диаметром бурения 630,0 мм, выполняется под защитой инвентарных обсадных труб, армированы на всю высоту пространственными арматурными каркасами
2	Принятая маркировка свай: СБН62.166 (длина 16,55 м, буровой диаметр 620,0 мм), СБН62.112 (длина 11,2 м, буровой диаметр 630,0 мм)
3	Анкеровку (арматурный выпуск из оголовка сваи) в монолитный железобетонный ростверк (обвязочный пояс) следует выполнять согласно разработанных рабочих чертежей
4	Заделка оголовка (железобетонный оголовок) сваи в железобетонный ростверк (плиту) 50,0 мм. 1. Для свай использовать бетон тяжелый класса по прочности В30 F200 W8
5	Армирование буронабивных свай предусмотрено на всю длину и выполняется отдельными секциями из пространственных сварных каркасов. Соединение каркасов между собой выполнять на сварке
6	В качестве продольных стержней пространственного арматурного каркаса принята арматура диаметром 22,0 мм и 25,0 мм класса А500С. Поперечное армирование свай принято из арматуры диаметром 10,0 мм класса А240. При этом защитный слой бетона составляет не менее 40,0 мм
7	Жесткость пространственного каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 406,4 мм с толщиной стенки 6,0 мм
8	Жесткость пространственного каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 406,4 мм с толщиной стенки 6,0 мм
9	Для обеспечения защитного слоя бетона предусмотрены центраторы из стальных полос шириной по 20,0 мм толщиной 4,0 мм в количестве не менее 4-х в одном поперечном сечении арматурного каркаса с шагом по длине каркаса не более 1,5 м
10	Ручная дуговая сварка элементов пространственного каркаса между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А
11	Для изготовления пространственных сварных каркасов следует применять арматуру из стали марки 35ГС запрещается

Этапность выполнения геотехнических работ

1	Подготовка площадки, устройство свай ограждения и обвязочной балки
2	1-й этап разработки грунта предусматривает разработку до отметок, указанных в соответствующих сечениях, после устройства свай ограждения котлована
3	Анкеры первого яруса выполняются после первого этапа разработки грунта
4	Преднапряжение анкеров производится в соответствии с ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров»
5	Второй этап разработки предусматривает выемку грунта до проектных отметок грунтовых анкеров второго яруса. Порядок работ по устройству грунтовых анкеров аналогичен работам первого этапа
6	Третий этап предусматривает доработку грунта до проектных отметок дна котлована
7	Приступать к разработке грунта следует только при соответствии прочности возведенной конструкции требованиям настоящего проекта
8	В период перед началом устройства шпунтового ограждения и в течение не менее одного года после завершения строительства вести геотехнический мониторинг за окружающей застройкой
9	В процессе возведения конструкций ниже нулевой отметки подпорной стенки не допускается динамических, вибрационных воздействий

Ниже на рисунке 1 приведена схема вертикальной привязки заглубленных удерживающих конструкций строительного котлована с указанием размещенного технологического оборудования.

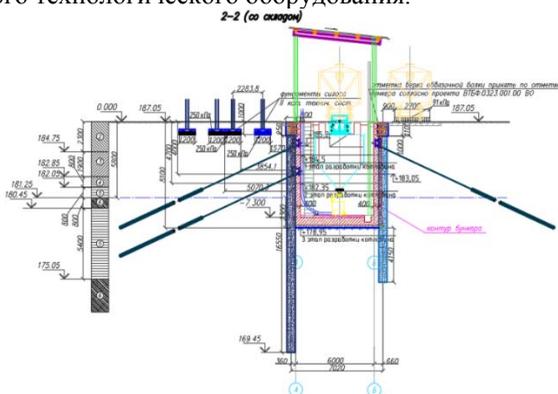


Рис. 1. Схема вертикальной привязки заглубленных удерживающих конструкций строительного котлована

### Заключение

В общем итоге соблюдение последовательности устройства ограждения строительного котлована с использованием бурокасательных буронабивных свай диаметром 630,0 мм и грунтовых анкеров ЭРТ позволило построить надежную подпорную стенку, обеспечивающую надежную эксплуатацию объектов существующей застройки.

**Список литературы**

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Георекострукция, 2010. – 551 с.
3. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation tranches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
5. Ильичев, В. А. Прогноз изменения температурного состояния основания здания в условиях потепления климата / В.А. Ильичев, Н.С. Никифорова, А.В. Коннов // Жилищное строительство. – 2021. – №6. – С. 18–24. DOI: <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-6-18-24>.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
8. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
9. Тер-Мартirosян, З. Г. Взаимодействие щебеночной свай с окружающим грунтом и ростверком / З. Г. Тер-Мартirosян, А. З. Тер-Мартirosян, Г.О. Анжелю // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2019. – № 3. – С. 2–6.
10. Pivar J. Stone columns – determination of the soil improvement factor // Slovak journal of civil engineering. 2011. Vol. XIX. No. 3, pp. 17–21.
11. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буринъекционных свай с многоступенчатыми уширениями / Н. С Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.
12. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them // Periodico Tche Quimica. 2018. T. 15. Special Issue 1. Pp. 1–11.
13. Соколов Н.С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Отрицательный опыт геотехнических расчетов и устройства удерживающих заглубленных конструкций / Н.С. Соколов, С. Н. Соколов, А.Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2023. – №5. – С. 42–46.

15. Соколов, Н. С. Технология устройства монолитного железобетонного ростверка в стесненных условиях функционирующего объекта / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2023. – №7.

16. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции, Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

17. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

18. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опублик. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

19. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

20. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

21. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

22. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

23. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буроинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

24. Патент № 2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

25. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буринъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – № 11. – С. 20-28. – EDN XСМУРN.

26. Common mistakes made under facility construction in cramped conditions / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, V. V. Maguskin, L. I. Malyanova // Journal of Physics: Conference Series : 2, Perm, 26–28 мая 2021 года. – Perm, 2021. – P. 012022. – DOI 10.1088/1742-6596/1928/1/012022. – EDN BEKMIL.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТиФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Строительство в стесненных условиях / Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 89–95.

Citation:

Sokolov N.S. Construction in confined spaces // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 89–95.

УДК 624.1

## ФУНДАМЕНТ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВАИ-ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ)

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** возведение фундаментов с повышенными значениями несущей способности является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Особенно оно востребовано при строительстве объектов в стесненных условиях и сооружений повышенной этажности. Часты случаи использования буронабивных свай, что по технико-экономическим соображениям не всегда целесообразно. Буроинъекционные сваи-ЭРТ с множественными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.*

***Ключевые слова:** несущая способность, буронабивная свая, ростверк, сваи-ЭРТ, множественные уширения, инъекции.*

## FOUNDATION OF INCREASED LOAD-LOADING CAPACITY USING DRILLED INJECTION PILES WITH MULTIPLE EXTENSIONS

***Abstract:** the construction of foundations with increased values of bearing capacity is an urgent task of modern geotechnical construction. It is especially in demand during the construction of facilities in cramped conditions and high-rise buildings. There are often cases where the use of bored piles is not advisable for technical and economic reasons. In this case, drilled injection piles-EDT with multiple widenings are in maximum demand.*

***Keywords:** load-bearing capacity, bored pile, grillage, EDT piles, multiple widening, injections.*

### Введение

В современном геотехническом строительстве существуют различные технологии устройства фундаментов повышенной несущей способности. Особенно повышение несущей способности необходимо при строительстве объектов в стесненных условиях и сооружений повышенной этажности. Буроинъекционные сваи-ЭРТ с множественными уширениями в этом случае оказываются максимально востребованы.

### Материал и методы исследований

В статье произведен анализ целесообразности применения в современном геотехническом строительстве буронабивных свай-ЭРТ с многослойными уширениями.

Одним из нормативных документов ТСН-306-2005 «Основания и фундаменты повышенной несущей способности» разработанным Министерством строительства, архитектуры и ЖКХ Ростовской области устанавливаются положения по улучшению строительных свойств грунтов оснований зданий и сооружений способами инъекции химических растворов, армирования основания через направленные гидроразрывы, армирования сваями-инъекторами и буронабивными элементами. Инъекции химическими растворами актуальны только для структурно-неустойчивых грунтов. Поэтому в современном геотехническом строительстве широко востребованы буронабивные сваи.

### Результаты и проблематика

Возведение подземной части любого сооружения требует особого внимания [1–15] со стороны геотехников. Любое внедрение в основание элементов в виде строительных конструкций, а также извлечение из него грунта изменяет сложившееся в течение длительного геологического периода напряженно-деформированное состояние основания (НДС). Также извлечение из него грунтов приводит к его разуплотнению. При этом, чем больше диаметр рабочего органа буровой установки, тем значительны негативные последствия на основание как следствие вынуженного грунта из него. Для сведения отрицательных влияний к минимуму с целью восстановления существовавшего НДС при производстве буровых свай необходимо использовать технологии способствующие восстановлению структуры грунтов основания.

Проектные организации, как правило, при нагрузках на сваи чаще всего проектируют буронабивные сваи диаметром = 600 мм и более.

Практически любой инженер-строитель знает, что чем больше диаметр сваи, тем больше ее несущая способность. Можно назначить буронабивную сваю любого диаметра. Но основным критерием окончательного назначения типа (величины диаметра и длины) буронабивной сваи является кроме технической целесообразности также экономическая эффективность.

Инвестор всегда вкладывает денежные средства в наиболее экономичный и в то же время надежный тип фундамента. Таким образом, для случая свайного фундамента экономическая эффективность рассматривается совместно со стоимостью свайного поля и ростверков [5–21].

Для доказательства вышесказанного ниже приводятся выкладки доказывающие преимущества буронабивных свай, изготовленных по

разрядно-импульсной технологии (сваи-ЭРТ) по сравнению с буронабивными сваями.

Определение несущей способности  $F_d$  производится по формуле (7.11) СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты»

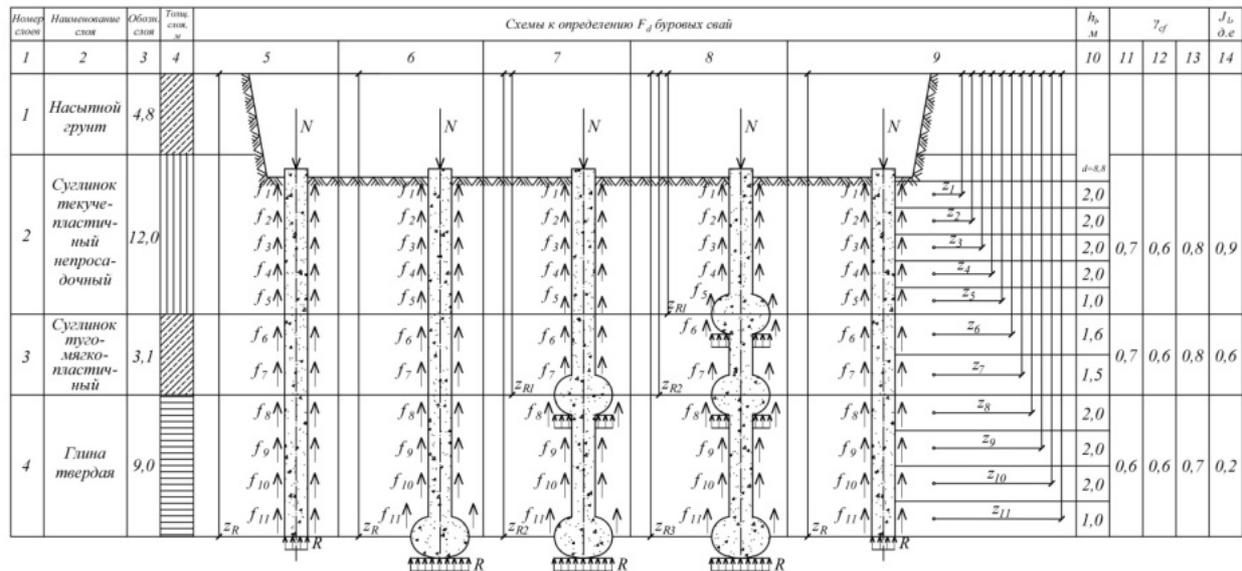
$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \sum (\gamma_{cf} f_i h_i)), \quad (1)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;  $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа (тс/м<sup>2</sup>), принимаемое по табл. 7.2 СП 24.13330.2021;  $A$  – площадь опирания сваи на грунт, м;  $u$  – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;  $f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, кПа (тс/м<sup>2</sup>), принимаемое по СП 24.13330.2011;  $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;  $\gamma_{cf}$  – коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и по боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на значения расчетного сопротивления грунта и принимаемые по табл. 7.6 свода правил СП 24.13330.2021;  $\gamma_{cR}$  – коэффициент условий работы под нижним концом сваи согласно позиции 7.26 СП 24.13330.2021.

По формуле (1) произведены расчеты несущей способности  $F_d$  по грунту различных типов буровых свай прорезающих текучепластичный суглинок с  $I_L = 0.9$ , мягкопластичный суглинок с  $I_L = 0.6$ . Пята свай заделана в полутвердую глину. В качестве типов буровых свай использованы: 1) буроинъекционные сваи-ЭРТ без уширений и с уширениями под пятой и вдоль ствола; 2) буронабивные сваи Ø 600, 800, 1000 мм, изготавливаемые в обсадных трубах, под защитой тиксотронной глины, а также укладываемые с помощью глубокой вибрации. Результаты расчетов  $F_d$  по приведённым схемам на рис. 1 сведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п.п.	Тип сваи	Позиция	Несущая способность, кН	Расчетная нагрузка	Примечания	Объем сваи, м <sup>3</sup>	Удельная несущая способность, кН/ м <sup>3</sup>	Удельная расчетная нагрузка, кН/ м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Буроабивная свая Ø600 A=0,2826 м <sup>2</sup>	1	2330,0	1665,0	Буроабивная свая в обсадных трубах	5,6	416,0	297,3
		2	2300,0	1640,0		5,6	410,7	293,0
		3	2465,0	1760,0		5,6	440,2	314,3
2	Буроабивная свая Ø800 A=0,50 м <sup>2</sup>	1	3760,0	2685,0		10,0	376,0	268,5
		2	3725,0	2660,0		10,0	372,5	266,0
		3	3935,0	2810,0		10,0	393,5	281,0
3	Буроабивная свая Ø1000 A=0,785 м <sup>2</sup>	1	5540,0	3960,0		15,7	352,9	252,2
		2	5500,0	3930,0		15,7	350,3	250,3
		3	5770,0	4120,0		15,7	367,5	263,4
5	Буроабивная свая Ø2000 A=6,28 м <sup>2</sup>	1	19400,0	13860,0		125,6	154,4	110,3
		2	19850,0	14180,0		125,6	158,0	112,9
		3	19860,0	14200,0		125,6	158,2	113,0
6	Буроинъекционные сваи-ЭРТ Ø350 A=0,10 м <sup>2</sup>	4	1515,0	1080,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ без уширений	2,0	757,5	540,0
		5	1680,0	1200,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой	2,0	840,0	600,0
		6	1880,0	1340,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и вдоль ствола	2,0	940,0	670,0
		7	1930,0	1380,0	Буроинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола сваи	2,0	965,0	690,0



Примечания по столбцам: 5 – буруинъекционная свая-ЭРТ без уширений; 6 – буруинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой; 7 – буруинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и стволу; 8 – буруинъекционная свая-ЭРТ с уширениями под пятой и двумя уширениями вдоль ствола свай; 9 – бурунабивные сваи диаметром 600, 800, 1000 мм; 11 – коэффициенты  $\gamma_{cf}$  для буровых свай поз. 3 а табл. 7.6 СП 13330.2011; 12 – коэффициенты  $\gamma_{cf}$  для буровых свай поз. 3 б табл. 7.6 СП 13330.2011; 13 – коэффициенты  $\gamma_{cf}$  для буровых свай поз. 3 в табл. 7.6 СП 13330.2021.

Рис. 1. Схемы к определению несущей способности  $F_d$  буровых свай

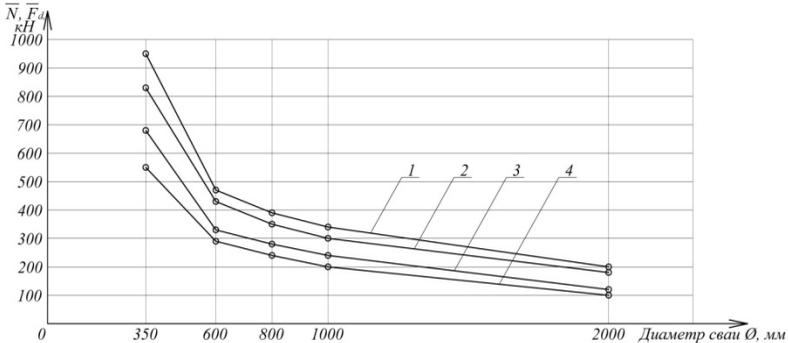


Рис. 2. Графики зависимости  $f(\varnothing, \bar{N})$  и  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$

Здесь  $\bar{F}_d$  – удельная несущая способность [кН],  $\bar{N}$  – удельная расчетная нагрузка [кН]; 1 и 2 – графики  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$ ; 3 и 4 – графики  $f(\varnothing, \bar{N})$ ).

*Примечания:* 350 – диаметр свай-ЭРТ; 600, 800, 1000, 2000 – диаметры буронабивных свай [мм].

Для оценки величин несущей способности свай и расчетных нагрузок на них в табл. 1 имеются величины удельных значений, это удельная несущая способность  $\bar{F}_d$  соответствующая  $\bar{F}_d = \frac{F_d}{V_c}$  и удельная расчетная нагрузка  $\bar{N}$  соответствующая  $\bar{N} = \frac{N}{V_c}$ , где  $V_c$  – объем рассматриваемой сваи.

Наиболее характерны графики зависимости  $\bar{N}$  и  $\bar{F}_d$  от диаметра и типа свай приведенные на рис. 2. Ярко прослеживается преобладание  $\bar{N}$  и  $\bar{F}_d$  для свай-ЭРТ с многоместными уширениями. Оно превышает в 2,5÷6,5 раз значений  $\bar{N}$  и  $\bar{F}_d$  для буронабивных свай. При этом с увеличением диаметра свай графики функции  $f(\varnothing, \bar{F}_d)$  и  $f(\varnothing, \bar{N})$  приобретают ниспадающий линейный характер.

#### Заключение

Выбор застройщиком и проектантом оптимального устройства заглубленных сооружений для конкретного объекта влечет за собой не только увеличение эксплуатационных характеристик объекта, но и позволяет эффективно использовать ресурсы на каждом этапе жизненного цикла сооружения.

**Список литературы**

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
3. Тер-Мартirosян, З. Г. Механика грунтов / З. Г. Тер-Мартirosян. – Москва: АСВ, 2009. – 550 с.
4. Ухов, С. Б. Механика грунтов, основания и фундаменты / С. Б. Ухов. – Москва: Высшая школа, 2007. – 561 с.
5. Улицкий, В. М. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям) / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург, 2012. – 284 с.
6. Соколов, Н. С. Применение буроинъекционных свай при закреплении склонов / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов // Материалы Пятой Всероссийской конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2005) – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2005. – С. 292–293.
7. Соколов, Н. С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции» (НАСКР-2014) – 2014. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета. – С. 407–411.
8. Соколов, Н. С. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // ОФиМГ. – 2015. – №1. – С. 10–13.
9. Соколов, Н. С. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоступенчатыми уширениями с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Геотехника. – 2016. – №2. – С. 28–34.
10. Соколов, Н. С. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоступенчатыми уширениями / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Геотехника. – 2016. – №3. – С. 60–66.
11. Соколов Н. С. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Жилищное строительство. – 2016. – №9. – С. 11–14.
12. Соколов, Н. С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2017. – №5. – С. 34–38.
13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года) / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет

им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал бурионъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТиФ и ISSMGE, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Фундамент повышенной несущей способности с использованием свай-ЭРТ (РИТ, ФОРСТ, ЭРСТ) / Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 96–103.

Citation:

Sokolov N.S. Foundation of increased load-loading capacity using drilled injection piles with multiple extensions // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 96–103.

УДК 624.1

## ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ ОПЫТ РАСЧЕТОВ И УСТРОЙСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»  
г. Чебоксары, Россия

*С.С. Викторова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Она приобретает особую важность при строительстве на оползневоопасных склонах. При этом как проектировщики, так и заказчики допускают непоправимые ошибки при разработке проектной документации удерживающих заглубленных конструкций при возведении объектов на таких участках. Все допускаемые огрехи в основном связаны с отсутствием должного контроля техническим заказчиком на производство предпроектных работ, в том числе инженерно-геологических изысканий. В настоящей статье описывается отрицательный случай из геотехнической практики проектирования и строительства жилого комплекса на оползневом склоне. Статья является обзорной.*

***Ключевые слова:** удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буринъекционная свая ЭРТ, неустойчивые склоны, грунтовые анкера ЭРТ.*

## EXPERIENCE IN CALCULATIONS AND DEVICES OF RETAINING BURNED STRUCTURES

***Abstract:** the problem of increasing the bearing capacity of foundations is always a pressing problem in modern geotechnical construction. It becomes especially important during construction on landslide-prone slopes. At the same time, both designers and customers make irreparable mistakes when developing design documentation for retaining buried structures when constructing objects in such areas. All mistakes made are mainly related to the lack of proper control by the technical customer over the performance of pre-design work, including engineering and geological surveys. This article describes a negative case from geotechnical practice in the design and construction of a residential complex on a landslide slope. The article is a review.*

***Keywords:** retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology EDT, drilled injection pile EDT, unstable slopes, EDT soil anchors.*

### Введение

Строительство объектов на неустойчивых склонах [2–21] представляет собой сложную инженерную и геотехническую задачу, связанную с обеспечением устойчивости всего склона, а также безаварийной эксплуатации объектов существующей застройки, а также зданий и сооружений нового строительства.

### Материал и методы исследований

В статье произведен анализ случая из геотехнической практики проектирования и строительства заглубленных удерживающих конструкций при возведении жилого массива на оползневом склоне.

Необходимо отметить, что основополагающим нормативным документом в геотехническом строительстве является свод правил *СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\** «*Основания зданий и сооружений*».

### Результаты и проблематика

Согласно *СП 22.13330.2016 [1]* в разрабатываемом рабочем проекте должны быть удовлетворены все позиции, утверждающие необходимость обеспечения безопасной эксплуатации 1) объектов существующей застройки, 2) вновь возводимых зданий и сооружений. В случае капитального строительства на склонах свод правил *СП 22.13330.2016 [1]* дополнительно требует обеспечить устойчивость склона со всеми существующими и дополнительно приложенными на нем внешними нагрузками.

В рассматриваемом разработанном рабочем проекте устройства заглубленных удерживающих строительных конструкций отсутствуют многие позиции, гарантирующие обеспечения нормативной работы объектов вновь возводимых и существующей застройки, а также самого склона обязательных позиций, вследствие отсутствия:

1. Геотехнических расчетов устойчивости склонов по заранее разработанным ГИПом и утверждаемым техническим заказчиком инженерно-геологическим разрезам начиная от плато до поймы.

Примечания к поз. 1.

1.1. Вследствие отсутствия в техническом задании на изыскания на проектных инженерно-геологических разрезах отсутствуют буровые скважины и нет сведений об инженерно-геологических напластованиях на всей территории застраиваемого склона.

1.2. Инженерно-геологические разрезы имеются только вдоль дорог (верхний и нижний улицы).

2. Геотехнические расчеты, проведенные проектным институтом, относятся к локальным и не учитывают всего многообразия факторов, гарантирующих надежность эксплуатации как склона, так и объектов существующей застройки, а также нового строительства.

На основании вышесказанного напрашивается закономерный вывод о том, что следовало бы проектной организации подойти к такой геотехнической проблеме более ответственно. Поэтому необходимо тщательно переработать проектную документацию на удерживающие заглубленные строительные конструкции с учетом вышеприведенных замечаний.

Ниже вкратце приведено конструктивные решения разработанных конструкций подпорных стен.

В базовом рабочем проекте устройства удерживающих конструкций для обеспечения целостности земляного полотна и целостности проектируемой автомобильной дороги проектом предусмотрено устройство подпорных стен. Протяженность подпорных стен составляет: на верхней улице (ВУ) Уч1-29 – 914,2 м, на нижней улице (НУ) Уч1-17 – 749,4 м, в зоне отдыха (ЗО) Уч1-9 – 300,2 м. Все подпорные стены расположены в плане на кривых различных радиусов (см. рис.1). Максимальная высота подпорных стен от отметок автомобильной дороги составляет 11,0 м. Железобетонные подпорные стенки Верхней улицы устраиваются из буронабивных свай из бетона В30 F200 W6, диаметром  $\varnothing 800,0-1000,0$  мм, объединенных монолитным железобетонным ростверком размерами  $0,5 \times 1,2 \times 6,6$  м из бетона В30 F300 W8. Подпорные стенки на участках 5–7, 9–11, 13–26 устраиваются в обсадных трубах диаметром  $\varnothing 1020,0$  мм с толщиной стенки  $t=14,0$  мм (обсадные трубы не извлекаются!), между всеми буронабивными сваями на данных участках устраиваются грунтовые анкера свай с тягой из трубчатых винтовых штанг «Титан» либо аналогов. Со стороны дороги между всеми буровыми столбами устраивается вертикальный дренаж. В буровых столбах бурятся отверстия и вклеиваются арматурные анкера. Монтируются плоские арматурные сетки, и устраиваются деформационные швы и дренажные устройства. Стенка облицовывается железобетонной панелью толщиной  $t=200,0$  мм (В30).

Железобетонные подпорные стенки Нижней улицы и зоны отдыха устраиваются из буронабивных свай из бетона В30 F200 W6, диаметром  $\varnothing 800,0-1000,0$  мм, объединенных монолитным ростверком размерами  $0,5 \times 1,2 \times 6,6$  м из бетона В30 F300 W8 (см. рис. 2, 3). Обратная засыпка подпорных стен на всей протяженности выполняется грунтом с углом внутреннего трения  $\varphi$  не менее  $35^\circ$  с послойным уплотнением до  $K_{упл}=0,98$ . Со стороны дороги между всеми буровыми столбами устраивается вертикальный дренаж. В буровых столбах бурятся отверстия и вклеиваются арматурные анкера. Монтируются арматурные сетки, и устраиваются деформационные швы и дренажные устройства. Стенка облицовывается железобетонной панелью толщиной  $t=200,0$  мм (В30). Отвод фильтрационной (дренажной) воды из-за конструкции подпорных стен осуществляется через дренажные трубки диаметром 80,0 мм, находящиеся в щебеночной призме, обернутой геотекстильным материалом «КАНВАЛАН МФ 25» плотностью  $500,0$  г/м<sup>2</sup> (или аналог). Для защиты лицевой стороны поверхности подпорной стены от подтеков ливневой воды, следует предусматривать устройство козырька со «слезником».

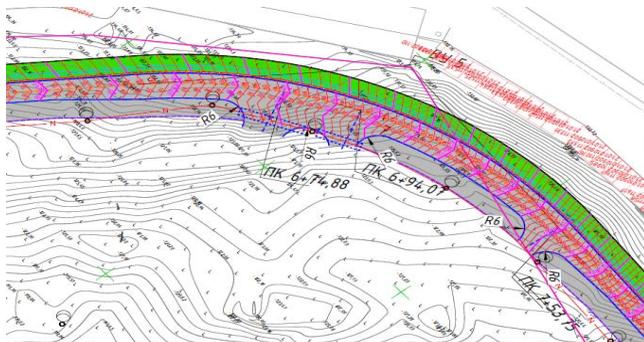


Рис. 1. Фрагмент вертикальной планировки автомобильной дороги по верхней улице

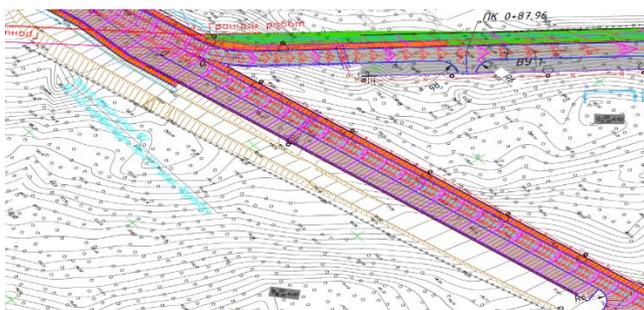


Рис. 2. Фрагмент вертикальной планировки автомобильной дороги стыка верхней и нижней улиц в районе плато

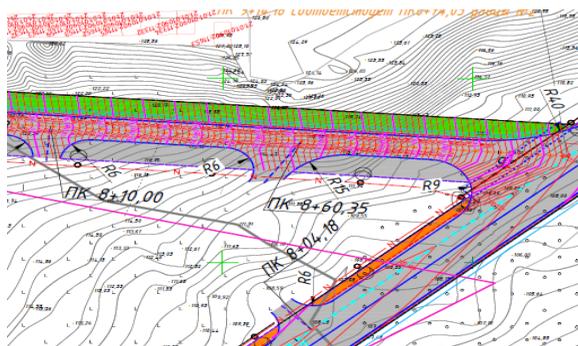


Рис. 3. Фрагмент вертикальной планировки стыка автомобильной дороги верхней и нижней улиц в районе поймы

### Заключение

Необходимо отметить, что разработанный проект заглубленных удерживающих конструкций оказался технически нецелесообразным и самое главное экономически неэффективным. В связи с этим заказчик вынужден был рассматривать альтернативный вариант.

Выдвинутое нами предложение решения по оптимальному проектированию и устройству заглубленных удерживающих конструкций в соответствии с технико-экономическими показателями заказчиком было одобрено. При этом использование буроинъекционных свай устраиваемых по электроразрядным технологиям (буроинъекционные сваи ЭРТ) в качестве альтернативы таким конструкциям дало возможность сэкономить в несколько раз.

### Список литературы

1. СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений».
2. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
3. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
4. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering, April 3–17. New York, 2004, pp. 5–24.
5. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation tranches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2, pp. 581–585.
6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
7. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, pp. 338–342.
8. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Prague, 2003.
9. Sokolov N.S., Viktorova S.S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them //Periodico Tche Quimica. 2018. T. 15. Special Issue 1. Pp. 1–11.

10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буронабивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – 2014. – С. 415–420.

11. Соколов, Н. С. Расчет буронабивных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, А. Н. Соколов, С. Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. – С 20–25.

12. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буронабивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 года) / ред. колл.: Н.С. Соколов (отв. ред.), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь), А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, В.Ф. Богданов, В.И. Тарасов. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

13. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буронабивных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

14. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03: заявл. 01.07.2015 опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

15. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

16. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47. – EDN XQONCP.

17. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27. – EDNBOHETL.

18. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 года). – Киев: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72. – EDNZXKNEF.

19. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буринъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292. – EDN XNCKKT.

20. Патент № 2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте : № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». – EDN WTSTSX.

21. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буринъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – № 11. – С. 20–28. – EDN XСМУРN.

Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГГиФ и ISSMGE, г. Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Sokolov N.S., Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Геотехнический опыт расчетов и устройства заглубленных конструкций / Н. С. Соколов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 104–110.

Citation:

Sokolov N.S. Experience in calculations and devices of retaining burned structures // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 104–110.

УДК 624.1

## ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТА

*Н.С. Соколов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

ООО «Научно-производственная фирма «ФОРСТ»

г. Чебоксары, Россия

*Р.А. Сметанкин,*

*В.Е. Ельцов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** задача обеспечения надежной эксплуатации объектов существующей застройки является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Как правило, фундаменты любого здания и сооружения вследствие их эксплуатации в сложных условиях подвержены воздействию подземных вод, промораживанию и оттаиванию и другим негативным воздействиям. С целью снижения отрицательных воздействий на них, как правило, рабочим проектом предусматриваются горизонтальная и вертикальная гидроизоляции. По истечении времени эти элементы часто выходят из строя, частично или полностью прекращая первоначально заданные параметры по исключению замачивания фундаментов. Особенно это актуально для объектов культурного наследия (ОКН), потому как требования по безаварийной эксплуатации повышены. Статья является обзорной и в ней рассматривается один из случаев технического обследования фундаментов здания Чувашского драматического театра.

**Ключевые слова:** цементация, отсечная гидроизоляция, портландцемент, скважина, пакер-кондуктор, ликвидационный тампонаж, дренаж.

## APPROACH TO ENSURING RELIABLE OPERATION OF THE FACILITY

**Abstract:** the task of ensuring reliable operation of existing buildings is a pressing issue in modern geotechnical engineering. As a rule, the foundations of any building and structure are exposed to groundwater, freezing and thawing, and other negative impacts due to their operation in difficult conditions. In order to reduce negative impacts on them, as a rule, the working project provides for horizontal and vertical waterproofing. Over time, these elements often fail, partially or completely ceasing the initially specified parameters to prevent foundations from soaking. This is especially true for cultural heritage sites (CHS), because the requirements for trouble-free operation are increased. The article is a review and it considers one of the cases of technical inspection of the foundations of the Chuvash Drama Theater building.

**Keywords:** *cementation, cut-off waterproofing, Portland cement, well, packer-conductor, liquidation plugging, drainage.*

### Введение

Наиболее ответственным конструктивным элементом объекта [1–13] является фундамент. Особые требования по эксплуатации предъявляются к бутовым фундаментам. При этом как горизонтальная, так и вертикальная гидроизоляции должны быть в нормативном состоянии на весь срок службы здания и сооружения.

С целью обследования фундаментов и цоколя было намечено и выполнено шесть шурфов, исследовались участки цокольной части колонн портика для решения следующих инженеринговых задач.

1	Обмеры для проверки соответствия фундаментов проектной документации
2	Выявление заглубленных участков стен с применением кирпича пустотного
3	Выявление и фиксация дефектов и повреждений заглубленных участков стен, определение технического состояния фундаментов здания
4	Проверка наличия и состояния гидроизоляции
5	Инструментальная проверка влажности заглубленных конструкций
6	Инструментальное определение прочностных характеристик заглубленных конструкций
7	Отборы проб грунта для последующих лабораторных определений физико-механических характеристик
8	Оценка несущей способности фундаментов

### Материалы и методы исследований

Ниже приведены краткие описания технического состояния тела фундаментов в шурфах.

**Шурф №1** выполнен с уровня пола подвала. Проходка шурфа выполнена на глубину 60,0 см ниже подошвы фундамента. Грунты тяжело поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

По результатам обмеров фундамент заглублен ниже проектной отметки и соответствует исполнительной документации, габариты фундаментов соответствуют проектной документации. Фундамент из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм. На поверхности бетона имеются раковины, образовавшиеся в результате некачественного уплотнения бетонной смеси и не превышают 5,0 % поверхности монолитного бетона. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено.

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта.

С целью определения физико-механических свойств грунтов геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурного и инструментального обследования оценивается как работоспособное.

**Шурф №2** выполнен с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 41,0 см ниже подошвы фундамента. Грунты тяжело

поддаются разработке, вертикальные откосы шурфа устойчивые, вода в шурфе не обнаружена. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Порезультатов обмеров габаритные размеры фундамента соответствует проектной и исполнительной документации. Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм. Монолитный фундамент поднимается выше уровня пола на 420,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте и цоколе не обнаружено.

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта. По результатам выборочного контроля зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет 0,0 % (допустимое значение 2,0 %). С целью определения физико-механических свойств грунтов геологами произведен отбор проб грунтов для последующих лабораторных исследований.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования оценивается как работоспособное. Категория технического состояния цоколя по результатам натурального и инструментального обследования оценивается как работоспособное.

**Шурф №3** отрыт с уличной стороны. Проходка шурфа выполнена на глубину 137,0 см ниже поверхности асфальтобетонного покрытия. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Фундамент возведен из монолитного бетона на известковом щебне, с консолью 150,0 мм под цокольную часть кладки. Бутовая кладка заглублена в грунт на 540,0 мм. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Штукатурный слой в увлажненном состоянии и разрушается. Кирпичная кладка в увлажненном состоянии.

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 14,5% до 19,3%, выше асфальтобетона на 250,0 мм - 3,6-7,0%, на уровне перекрытия в пределах от 0,0 до 2,3%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния цоколя по результатам натурального и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное.

**Шурф №4** выполнен с уличной стороны. Проходка шурфа осуществлена на глубину 10,0 см ниже подошвы фундамента. Вертикальные откосы шурфа устойчивые, грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Порезультатов обмеров габаритные размеры фундамента

соответствует проектной и исполнительной документации. Фундамент из монолитного бетона на известковом щебне, с консолью 140,0 мм под цокольную часть кладки. Железобетонная лента монолитная высотой 400,0 мм. Кладка заглублена в грунт на 360,0 мм. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. Кирпичная кладка под гранитной облицовкой в увлажненном состоянии. Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на уровне асфальтобетона составляет от 2,9% до 6,4%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния цоколя по результатам натурального и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное.

**Шурф №5** отрыт с уровня цокольного этажа. Проходка шурфа выполнена на глубину 111,0 см от уровня пола. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено.

Фундамент выполнен из монолитного бетона на известковом щебне. Между кирпичной кладкой и фундаментом предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений в фундаменте не обнаружено. На внутренней поверхности стены в штукатурки имеются следы замачивания, но сама стена сухая. Кирпичная кладка не увлажнена.

Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта. По результатам выборочного контроля внутренней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе составляет от 0,0 % до 0,5%. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе на 350,0 мм выше асфальтобетона от 4,4% до 10,2%, на 900,0 мм выше асфальтобетона 0,0-1,5%, на уровне перекрытия в пределах от 0,8 до 1,8%.

Категория технического состояния фундамента по результатам натурального и инструментального обследования с учетом имеющихся трещин оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния цоколя по результатам натурального и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное.

**Шурф №6** отрыт на уровне цокольного этажа с уличной стороны. Расположен на участке входа инженерных коммуникаций. Грунтовые воды в шурфе не обнаружены. Опасных физико-геологических явлений, размывов и провалов грунтового основания, заболачивания и эрозии грунтов не выявлено. Бутовая кладка выполнена из одинарного керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. В кирпичной кладке предусмотрена горизонтальная гидроизоляция из двух слоев рубероида. Трещин, ослаблений, разрыхлений и других разрушений не обнаружено. Кирпичная кладка в сухом состоянии. Имеются участки с выпадением кирпича. По результатам выборочного контроля внешней поверхности стены

зондовым датчиком влажность кирпича в цоколе равна 0,0%.

Категория технического состояния цоколя по результатам натурного и инструментального обследования оценивается как ограниченно работоспособное. С целью восстановления гидроизоляции, заполнения трещин и пустот, обеспечения монолитности конструкций фундаментов разработан проект отсечной цементации.

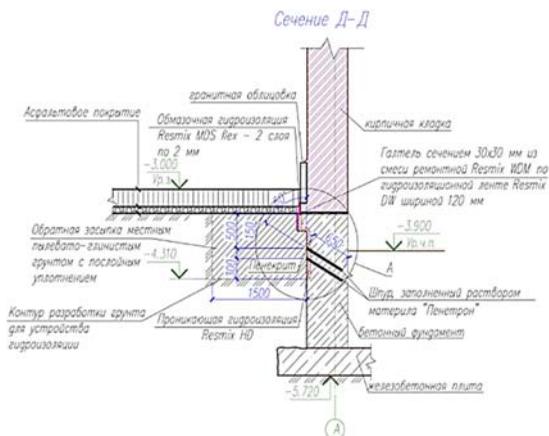


Рис. 1. Схема устройства инъекционных скважин по оси «А»

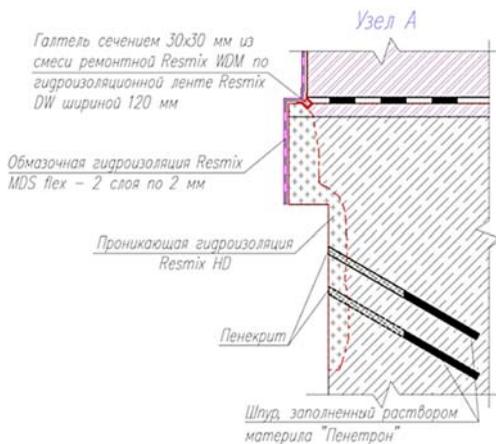


Рис. 2. Схема устройства инъекционных скважин (для устройства проникающей гидроизоляции)

Сечение 2–2, 13–13, 14–14

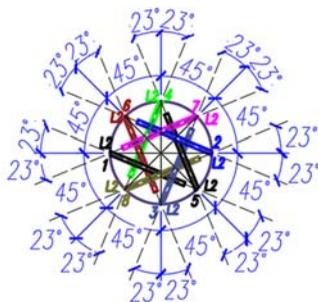


Рис. 3. Схема устройства инъекционных скважин (план в осях «Б» и «М»)

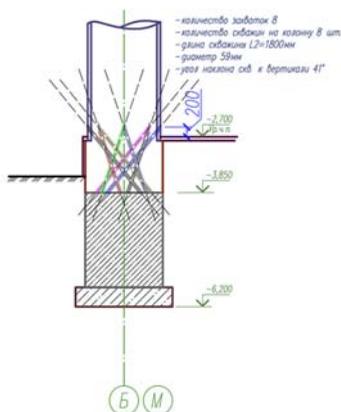


Рис. 4. Схема устройства инъекционных скважин (разрез в осях «Б» и «М»)

### Заключение

1. Целью проведения настоящего технического обследования является определение действительного технического состояния элементов здания (цокольной части стены и фундаментов), получение количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, влажности и др.) в объеме необходимом и достаточном для разработки научно-проектной документации на проведение работ по капитальному ремонту цоколя и фундаментов.

2. Сведения об объекте культурного наследия регионального (республиканского) значения «Здание Чувашского государственного академического театра им К.В. Иванова, 1961 г.» расположенное по адресу: Чувашская Республика, г. Чебоксары, Красная площадь, д.7, включенный в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации в качестве объектов культурного наследия регионального (республиканского) значения приказом Минкультуры Чувашии от 10 июля 2020 г. № 01-07/377.

3. В ходе натурального и инструментального обследования технического состояния строительных конструкций выявлены дефекты и повреждения.

4. По результатам неразрушающего контроля материала бетона стен и фундаментов определена фактическая прочность. Прочность материала строительных конструкций удовлетворяет требованиям проекта.

5. Эксплуатационная влажность наружных поверхностей цоколя кирпичных стен превышает нормативные значения. Эксплуатационная влажность внутренних поверхностей кирпичных стен в пределах нормы.

6. Категория технического состояния фундаментов и цоколя внутренних стен, а также цоколя наружных стен по осям 2, 4, В, Л оценивается как работоспособное. Категория технического состояния цоколя остальных наружных стен оценивается как ограниченно работоспособное. Категория технического состояния кладки цоколя колонн портика центрального входа оценивается как недопустимое. Категория технического состояния фундаментов ограниченно работоспособное. Категория технического состояния внутренних стен трюмовых помещений со сценической коробкой оценивается как ограниченно работоспособное.

7. Согласно выполненным расчетам среднее давление под подошвой фундаментов не превышает расчетного сопротивления грунтов в естественном состоянии.

8. С целью недопущения снижения эксплуатационных качеств и технического состояния конструкций здания выполнить мероприятия по приведению цоколя колонн портика центрального входа и цоколя наружных стен в работоспособное техническое состояние.

9. На момент обследования активных деформаций оснований фундаментов не выявлено. Осадочные трещины на фасадах проходят в тех же местах, что и выявлены в ранее выполненных работах с 1990 г. Организовать геодезические наблюдения за осадками здания с целью контроля за деформациями стен и недопущения ухудшения эксплуатационных качеств строительных конструкций в условиях проявления просадочности специфических грунтов, неполного усиления оснований фундаментов газовой силикатизацией, наличием осадочных трещин в стенах и планируемой реконструкции сценического пространства. В качестве основных стеновых марок использовать сохранившиеся, остальные установить заново, репера использовать ранее установленные и новые. В условиях эксплуатации здания геотехнические наблюдения следует проводить не реже через полгода, а в условиях капитального ремонта, реставрации и приспособления – через месяц.

#### **Список литературы**

1. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений/НИИСК. – Москва: Стройиздат, 1989.

2. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск, 1990.

3. Гроздов В.Т. Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / В.Т. Гроздов. – Санкт-Петербург: Издательский дом KN+, 2000.

4. Cai, F., Ugal, K. 2000. Numerical analysis of the stability of a slope reinforced with piles. *Soils and Foundations* 40 (1): 73–84.

5. Hassiotis, S, Chamcau, J.L., Gunaratne, M. 1997. Design method for stabilisation of slopes with piles. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 125 (4). 314–323.
6. Lee, J.H., Salgado, R. 1999. Detervation of pile base resistance in sands. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 125 (8). 673–683.
7. Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Opyt osvoeniya podzemnogo prostranstva Rossijskikh megapolisov [Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space]. *Osnovaniya, fundamentey i mekhanika gruntov* [Soil Mechanics and Foundation Engineering], 2012, no. 2, pp. 17–20.
8. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Георекострукция, 2010. – 551 с.
9. Ilichev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilyichev, P. A. Kononov, N. S. Nikiforova, L. A. Bulgakov // *Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York, 2004. P. 5–24.
10. Nikiforova, N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // *The pros, of the 7th Int. Symp. "Geotechnical aspects of underground construction in soft ground"*, 16–18 May, 2011, te28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.
11. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure // *Key Enginiring Materials*. 2018. P. 76–81.
12. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction // *Key Enginiring Materials*. 2018. P. 70–74.
13. Sokolov N.S. One of Geotechnological Technologies for Ensuring the Stability of the Boiler of the Pit // *Key Enginiring Materials*. 2018. P. 56–69.

### Сведения об авторах:

Соколов Николай Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», член РОМГТиФ и ИССМГЕ, г.Чебоксары, Россия, ns\_sokolov@mail.ru

Сметанкин Роман Андреевич – магистрант ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия, smetankin-roma@mail.ru

Ельцов Валерий Евгеньевич – магистрант ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, valerich170@mail.ru

Sokolov N.S. – Head of the Department of «Construction technologies, geotechnics and construction economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Director of ООО NPF «FORST», Candidate of Sciences (Engineering), Docent, member of RSSMGE, Cheboksary, Russia, ns\_sokolov@mail.ru

Smetankin R. A. – postgraduate student of the Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, smetankin-roma@mail.ru

Yeltsov V. E. – master's student of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, valerich170@mail.ru

Для цитирования:

Соколов, Н. С. Подход к обеспечению надежной эксплуатации объекта / Н. С. Соколов, Р. А. Сметанкин, В. Е. Ельцов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 111–119.

Citation:

Sokolov N.S. Approach to ensuring reliable operation of the facility / N.S. Sokolov, R.A. Smetankin, V.E. Yeltsov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 111–119.

УДК 624.131.35

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА МЕТОДОМ БУРОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

*Д.А. Умникова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** в статье рассмотрена технология исследования физико-механических характеристик грунтов методом бурового зондирования. Описана возможность использования величин механической мощности и удельной энергии для выделения слоев грунта с различной прочностью и определение модуля деформации грунтов.

**Ключевые слова:** буровое зондирование, модуль деформации грунтов, сила сопротивления сдвигу, механическая мощность, вращательная нагрузка.

## **INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL BY DRILLING SOUNDING**

**Abstract:** the article considers the technology of studying the physical and mechanical characteristics of soils by drilling sounding. The possibility of using the values of mechanical power and specific energy to isolate soil layers with different strengths and determine the modulus of soil deformation is described.

**Keywords:** drilling sounding, soil deformation modulus, shear strength, mechanical power, rotational load.

### Введение

В настоящее время исследование физико-механических свойств грунта является основной задачей в сфере строительства. Существует множество геотехнических методов исследования характеристик грунтов, но, по нашему мнению, самым перспективным методом полевых исследований является метод бурового зондирования.

Как показывает практика, метод бурового зондирования зарекомендовал себя с положительной стороны по многим причинам. С помощью него можно с легкостью провести анализ характеристик грунтов даже в районах со скальным грунтом.

### Материал и методы исследований

#### Метод бурового зондирования.

Данный метод успешно применяется при проведении инженерно-геологических изысканий в России и за рубежом.

Метод бурового зондирования позволяет определить модуль деформации грунтов и силу сопротивления сдвигу [1; 9] без использования корреляционных зависимостей [6]. Использование корреляционных зависимостей позволяет исследовать другие характеристики грунтов, так как корреляционные связи находят из результатов модельных испытаний на стенде и в приборах трехосного сжатия. Также его можно использовать в глинистых, песчаных, скальных и мерзлых грунтах, что дает большое преимущество над другими методами.

Чаще всего МБЗ применяют для выделения слоев природных дисперсных грунтов и определения характеристик грунтов.

При методе бурового зондирования бурится скважина сплошным или полым шнеком, тем самым проводятся испытания грунтов путем измерения некоторых параметров, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Параметры измеряемые методом бурового зондирования

Наименование измеряемого параметра	Размерность	Диапазон	Точность измерения, % от диапазона
Крутящий момент	кНм	0-0,5	1,0
Усилие подачи	кН	0-50	1,0
Усилие подъема/ вес буровой колонны с грунтом на ребордах	кН	0-50	1,0
Скорость вращения	об./мин.	0-300	1,0
Глубина	м	0-4	0,5
Отклонение от вертикали	град.	0-10	0,5

В одной из статей было описано вычисление, методом бурового зондирования, механической мощности вращательной нагрузки на глубине, рассчитывавшегося по формуле:

$$A = M \times 2\pi\omega,$$

где  $M$  – текущий крутящий момент,  $H \times \mu$ ;  $\omega$  – частота вращения бурового инструмента,  $c^{-1}$ .

Параметр характеризует работу, затрачиваемую в единицу времени при бурении скважины.

В 1965 году Р. Тиль [11] предложил использовать для контроля процесса бурения скважин параметр удельной энергии. Удельная энергия – величина работы, необходимая для бурения единичного объема грунта:

$$E = \frac{(Q \times v + M \times \omega) \times \frac{S}{v}}{A \times s} = \frac{Q}{A} + \frac{M \times \omega}{A \times v},$$

где,  $Q$  – осевая сила, приложенная к инструменту в забое скважины,  $\kappa H/m$ ;  $A$  – поперечное сечение скважины,  $m^2$ ;  $M$  – крутящий момент,  $\kappa Hm$  (принимаемый равным моменту по верху буровой колонны);  $\omega$  – скорость вращения,  $rad/c$ ;  $v$  – скорость поступательного движения бурового инструмента,  $m/c$ .

Показатель удельной энергии используется для оптимизации скорости погружения в породу буровой головки при проходке глубинных вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин. Скорость погружения (пенетрации) зависит от нескольких факторов, включая: нагрузку на инструмент, скорость вращения, градиента давления в забое скважины, давления бурового раствора, прочность породы и др. Однако в области инженерно-геологических изысканий показатель удельной энергии практически не используется несмотря на то, что также выполняется бурение скважин, но только меньшей глубины.

Впервые, показатель механической мощности вращения был применен в ПНИИС в 1989 году с целью выделения мощности слоев с различной прочностью. Позднее в работах [1; 2; 7] была показана возможность применения данного метода не только для выделения инженерно-геологических элементов, но и для определения модуля деформации.

#### **Технология бурового зондирования.**

Метод бурового зондирования может применяться несколькими способами: бурение сплошным и полым шнеком, колонковым зондированием.

Преимущество бурения полыми шнеками заключается в том, что одновременно с зондированием возможно отбирать монолиты грунта для лабораторных испытаний с целью нахождения корреляционных связей между испытаниями методом бурового зондирования и лабораторными испытаниями. Технология отбора монолитов при бурении полыми шнеками применяется в США [10]. Объединение процессов зондирования бурением и отбора монолитов исключает проходку дополнительных скважин с целью отбора монолитов, что неизбежно при исследовании грунтов методом статического зондирования.

Технология исследования грунта методом бурового зондирования выглядит следующим образом. В патрон бурового станка вставляется устройство для измерения параметров бурения, выполненного в виде цилиндра с шестигранными хвостовиками по торцам. Один конец оборудования соединяется с приводом буровой машины, а ко второму присоединяется шнек. На устройстве включаются датчики для измерения характеристик грунтов. Полученные данные преобразуются в цифровой ряд и передаются на компьютер. Глубина бурения контролируется с помощью датчика, который соединен с портом компьютера.



Рис. 1. Шнеки, применяемые при бурении скважин: а – сплошной шнек с трехперьевым долотом, б – полые шнеки.

Буровая установка может работать непрерывно без участия специалиста. Процедура испытаний грунтов методом бурового зондирования с отбором монолитов грунта должна включать дополнительные операции: прекращение бурения; извлечение устройства для измерения параметров бурения; присоединение к буровым штангам тонкостенного пробоотборника и его погружения, на глубину ниже забоя скважины; извлечение пробоотборника на поверхность и замена его устройством для измерения параметров бурения; продолжение процесса бурения.

Для того чтобы определить модуль деформации применяются следующая последовательность работы с устройством: на заданной глубине испытаний прекращается бурение скважины; буровая колонна при помощи привода бурового станка поднимается вверх на 10–20 см над забоем скважины и прокручивается для снятия сил трения между стенкой скважины и шнеком; буровая колонна опускается в забой скважины, включается вращение и долото погружается в грунт на 20–30 см ниже забоя скважины; используя устройство, выполняется пошаговое задавливание шнека в грунт с измерением его осадки и давления; используя решение, приведенное в ГОСТ 20276-2012 и зависимость «осадка-давление» находится модуль деформации грунта на заданной глубине.

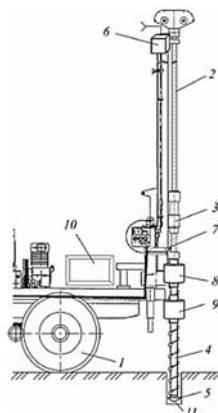


Рис. 2. Схема установки для бурового зондирования. 1 – Шасси автомобиля; 2 – мачта; 3 – привод бурового станка; 4 – шнек; 5 – долото; 6 – лазерный дальномер; 7 – отражатель дальномера; 8 – устройство для измерения параметров бурения; 9 – устройство осевого нагружения; 10 – компьютер; 11 – скважина

### Результаты и проблематика

В настоящее время инструменты зондирования были значительно усовершенствованы – внедрены беспроводные системы передачи данных измерений на поверхность грунта, системы непрерывного наращивания штанг, контроль технического состояния зонда и др.

Метод бурового зондирования обладает рядом преимуществ перед другими методами полевых испытаний грунтов:

- высокую производительность (скорость погружения до 3 м/мин.);
- большую глубину зондирования (до 100 м);
- высокую защищенность средств измерения – датчики не погружаются в грунт и не страдают от столкновения с твердыми включениями (щепень, галька, обломки бетона);
- высокую защищенность средств измерения позволяют проводить зондирование в акваториях;
- отсутствие необходимости применять буровые станки с большой массой;
- возможность исследования не только дисперсных, но и скальных и мерзлых грунтов.

### Заключение

Метод бурового зондирования имеет ряд преимуществ при исследовании не только дисперсных, но и мерзлых и скальных грунтов. Для выделения слоев с различной прочностью могут быть применены такие определяемые при буровом зондировании показатели, как механическая мощность вращательной нагрузки в забое скважины или удельная энергия.

### Список литературы

1. Болдырев, Г. Г. Полевые методы испытаний грунтов (в вопросах и ответах) / Г. Г. Болдырев. – Саратов: ПАТА, 2013. – 356 с.
2. Метод бурового зондирования грунтов / Г. Г. Болдырев, Р. Г. Кальбергенов, Л. Г. Кушнир, Г. А. Новичков // Инженерные изыскания. – 2012. – №12. – С. 38–42.
3. Сравнение методов лабораторных и полевых испытаний грунтов / Г. Г. Болдырев, А. В. Мельников, Е. В. Меркульев, Г. А. Новичков // Инженерные изыскания. – 2013. – №14. – С. 28–46.
4. Рьжков, И. Б. Статическое зондирование грунтов / И. Б. Рьжков, О. Н. Исеев. – Москва: АСВ, 2010. – 496 с.
5. ASTM D 6151. Standard practice for using hollow-stem augers for geotechnical exploration and soil sampling. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International, 2015.
6. Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Marchetti B. Acquisition, processing and evaluation of down hole data for monitoring efficiency of drilling processes // Journal of Petroleum Science Research. 2013. V. 2. №2. P. 49–56.
7. Cardu M., Oreste P., Pettinau D., Guidarelli D. Automatic measurement of drilling parameters to evaluate the mechanical properties of soils // American Journal of Applied Sciences. 2013. V. 10. №7. P. 654–663.
8. Lunne T., Yang S., Schnaid F. Session report 2: CPT interpretation / Proceedings of the 3-d International symposium on cone penetration testing. Las Vegas, Nevada, USA, 2014. P. 145–164.
9. Methods for estimating the geotechnical properties of the soil. Semi-empirical correlations of geotechnical parameters based on in situ tests. Geostru, 2015. 46 p.
10. Robertson P.K., Cabal K.L. Guide to cone penetration testing for geotechnical engineering. Gregg Drilling & Testing Inc., 2010. 138 p. URL: <http://www.novotech-software.com/downloads/PDF/en/Ref/CPT-Guide-5ed-Nov2012.pdf>.
11. Teale R. The concept of specific energy in rock drilling / International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts. 1965. V. 2. P. 57–73.

#### Сведения об авторах:

Умникова Диана Андреевна – ассистент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», аспирант гр. А-1108-24, направление 1.1.8 Механика твердого деформируемого тела, Чебоксары, Россия, dianau00@mail.ru

Umnikova Diana Andreevna – Assistant of the Department of "Construction Technologies, Geotechnics and Economics of Construction" of the Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», postgraduate student gr. A-1108-24, direction 1.1.8 Mechanics of a solid deformable body, Cheboksary, Russia, dianau00@mail.ru

#### Для цитирования:

Умникова, Д. А. Исследование физико-механических характеристик грунта методом бурового зондирования / Д. А. Умникова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 119–124.

#### Citation:

Umnikova D.A. Investigation of the physical and mechanical characteristics of the soil by drilling sounding // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 119–124.

## ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 338.5:69

### ПОДГОТОВКА К СТРОИТЕЛЬСТВУ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ

*В.Ф. Богданов*

ФБГОУ ВО «Чувашский государственный  
университет им. И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье проведен анализ проблем подготовки строительства с учетом проектной подготовки, организационно – технологической документации. Указаны возможные пути их решения, включая BIM – технологии и цифровизацию.*

***Ключевые слова:** подготовка строительства, объект капитального строительства, проектная подготовка, проект организации строительства, организационно-технологическая документация, застройщик, проектировщик, подрядчик, специалист по организации строительства.*

### PREPARATION FOR CONSTRUCTION OF A CAPITAL CONSTRUCTION PROJECT: PROBLEMS AND PROSPECTS FOR SOLVING THEM

***Abstract:** the article analyzes the problems of construction preparation taking into account design preparation, organizational and technological documentation. Possible solutions are indicated, including BIM technologies and digitalization.*

***Keywords:** construction preparation, capital construction project, design preparation, construction organization project, organizational and technological documentation, developer, designer, contractor, construction organization specialist.*

#### **Введение**

Строительство зданий и сооружений требует предварительной подготовки. Подготовка к строительству производилась и совершенствовалась вместе с развитием строительной отрасли со времен её образования. В дорыночном периоде (до 1991 г.) в строительной отрасли России усилиями НИИ, вузов, проектных институтов и строительных предприятий было выполнено много пионерных разработок по совершенствованию проектного дела, организации строительства и подготовки к строительству [1–4; 13–31]. Названными и многими другими разработками проектировщики и строители пользовались вплоть до актуализации старой и создания новой нормативной базы.

Современный подход к подготовке строительства развивался на основе Свода правил СП 48.13330.2011 [5]. СП постоянно обновлялся. Уточнялись терминология, функции застройщиков, подрядчиков и проектировщиков, содержание проектной подготовки строительства. Совершенствовались перечень, состав и содержание организационно-технологической и исполнительной документации. Всё это в научно-практической интерпретации отражено в ныне действующих СП 48.13330.2019 [6] и Изменении №1 [7] к СП [6] с учетом гармонизации с Градостроительным кодексом [8].

### **Материал и методы исследования**

Материалом для исследования послужили: исходно-разрешительная, проектная, рабочая, организационно-технологическая и исполнительная документация; практика подготовки к строительству, строительство зданий и сооружений. В работе использованы следующие общие и частные методы исследования: ретроспективный анализ подготовок строительства по трудам научно-исследовательских и проектных институтов, вузов. Анализ проектов организации строительства в составе проектной документации и проектов производства работ строительных предприятий. Изучение практического опыта подготовки строительства. Беседы со специалистами строительной отрасли. Анализ и синтез опубликованных работ автора, опыта преподавания курса «Проектная и организационно-технологическая подготовка строительства», продуктов деятельности магистрантов по программе «Промышленное и гражданское строительство: технология и организация строительства», а также изучение деятельности Центра оценки квалификации строителей ООО «Экспертстройцентр» по послевузовской независимой оценке квалификации специалистов строительной отрасли на предмет соответствия их требованиям профессионального стандарта «Специалист по организации строительства».

### **Результаты и проблематика**

В текущей деятельности строительной отрасли в подготовке строительства различают проектную подготовку строительства и организационно-технологическую документацию. Вопросы организации и технологии строительства разрабатываются как в составе проектной подготовки в виде ПОС, так и в составе организационно-технологической документации, в основном, как ППР. ПОС составляет проектная организация, ППР – строительная организация (лицо, осуществляющее строительство). При выполнении застройщиком своих функций, а также функций проектировщика и подрядчика ПОС и ППР разрабатываются застройщиком.

Чтобы начать проектную подготовку необходимо получать, составлять, собирать исходно-разрешительную документацию (ИРД) в составе: Градостроительный план земельного участка, отчеты об инженерно-геологических, инженерно-экологических изысканиях, технические условия владельцев сетей инженерно-технического обеспечения и др. Это длительный процесс, давно идет борьба за его ускорение. Добиваются ускорения строительные предприятия, совмещающие функции застройщика, проектировщика и подрядчика. Такие предприятия начинают подготовку строительства сразу же после получения Градостроительного плана земельного участка. Проектируют строительную площадку и надземную часть объекта капитального строительства, совместив изыскания и сбор

технических условий. По готовности результатов изысканий и технических условий проектируют подземную часть, увязав с надземной частью. При разделении функций застройщика, проектировщика и подрядчика добиться такого же ускорения практически невозможно, так как при работе по такой схеме отношения между управляющим проектом и другими участниками строительства не прямые, а договорные.

При разработке проектной документации (согласно Изменению [7] это начало проектной подготовки строительства) допускается немало ошибок, из-за которых имеет место возврат проектировщику ПД на доработку Государственной или Независимой экспертизой. От поступления ПД на экспертизу до получения ее положительного заключения, равно и до утверждения проектной документации застройщиком, проходит много времени (недели, месяцы, кварталы). Здесь также в контексте с темой статьи целесообразно вспомнить о ПОС, являющимся 6-разделом проектной документации. О ПОС, о его назначении, целях, необходимости написано много, в том числе в работе [9].

Как показал анализ проектов организации строительства, поступающих на Госэкспертизу в составе проектной документации, ПОС по форме соответствует требованиям Постановления [10], а содержание текстовой и графической частей имеет немало недоработок в обосновании принятых решений.

В текстовой части часто используется устаревшая терминология участников строительства, вместо оценки развитости транспортной инфраструктуры обычно описывается, как и откуда на какие расстояния каким видом транспорта перевозятся те или иные строительные материалы и конструкции. Оценка возможности использования рабочей силы переадресуется еще неизвестному к данному моменту подрядчику. Расход воды для пожаротушения на весь период строительства принимается равным 5 л/с и мн. др.

В графической части, особенно в календарном плане строительства, работы и строительство объекта не привязаны к календарному рабочему времени. Вместо того, чтобы обосновать продолжительность строительства (показать сокращение ее за счет применения эффективных организационно-технологических решений), ведется ее привязка к нормативной продолжительности. Отдельно не даются графические документы на подготовительный и основной периоды строительства. Есть и другие погрешности.

Приведенные недоработки свидетельствуют о недостаточной профессиональной подготовке разработчиков ПОС и уровне проверки качества проектной документации экспертными структурами. Необходимость подъема уровня профессионализма видна также из перспективных задач, решаемых в ПОС. В перспективе в ПОС в массовом порядке должны будут решаться более сложные задачи, чем сегодня.

Эти задачи продиктованы объективными обстоятельствами. Среди них: освоение земельных участков, непригодных для другого назначения, кроме строительства (косогоры, овраги, участки с оползневыми явлениями, стесненные и особо стесненные, техногенно-загрязненные территории, подземные пространства и т.п.).

Особенность перечисленных факторов в том, что для многих из них нет нормативной базы. Несмотря на это, в ПОС логично дополнительно учитывать сложность организации строительной площадки и сложность организации санитарно-бытового обеспечения работников, давать перечень мероприятий по обеспечению безопасности действующих зданий и сооружений.

Для нынешнего периода развития национального хозяйства характерно наличие немалых техногенно-загрязненных территорий. Их становится больше из-за разнообразных свалок, отвалов из отходов промышленности, сброса загрязненных стоков и неконтролируемых утечек из технологических трубопроводов производственных предприятий, но больше всего из-за различных аварий и катастроф. Сложность и противоречивость складывающегося положения с техногенностью состоит и в том, что многие достижения научно-технического прогресса, давая средства для решения материальных и социальных проблем приносит и новые трудности и опасности. Например, развитие химических производств породило токсическую опасность, атомной промышленности – радиационную. Использование газа и водорода в разных сферах увеличивает угрозу взрывов. Все более широкое применение газожидкостных энергоносителей повышает риск взрывопожарных явлений крупного масштаба. В отличие от разрушительных взрывов радиационное и химическое поражение обладают долгосрочностью воздействия и способностью к распространению в послеаварийном периоде. То есть возможности техногенного загрязнения расширяются. Однако рассматриваемые территории в большинстве случаев обладают сложившейся инфраструктурой и привлекательны для строительства в связи с ограниченностью земельных ресурсов и возрастающей их стоимостью. Строительство на техногенно-загрязненных грунтах является природоохранным, так как в процессе освоения таких территорий одновременно решаются многие вопросы экологической безопасности и защиты окружающей среды. Чтобы строить на рассматриваемых грунтах их можно заменить, либо очистить и санировать или консервировать, затрачивая много времени и других ресурсов. Например, очистка грунтового массива объемом 1500 м<sup>3</sup> от хлорсодержащих углеводородов производится за 3,5–4 месяца. Грунт очищается до уровня 75–80% чистоты с помощью микроорганизмов и вентиляции за 5 месяцев. Обычно, средства массовой информации извещают население о загрязнениях мгновенно, но о технологиях очистки почти нет. Эти технологии рождаются часто спонтанно, недостаточно исследуются и не дается им должная технико-экономическая оценка. Напрашивается целесообразность планомерного изучения имеющихся и разработки новых надежных технологий очистки, сокращающих время очистки с минимальным потреблением дорогостоящих ресурсов. Нужны типовые многовариантные технологические карты очистки техногенно-загрязненных грунтов с учетом обеспечения безопасности зданий и сооружений в периоде их жизненного цикла [11]. В рассмотренных условиях в ПОС необходимо дополнительно учитывать необходимость ликвидации техногенную загрязненность грунта на отведенном для строительства земельном участке в составе внутриплощадочных работ с документальным оформлением приемки для дезактивации и сдачи очищенных грунтов. В зависимости от масштаба

загрязнения это может затронуть и внеплощадочные подготовительные работы в связи с сетями водоснабжения с водозаборными сооружениями, размещением жилых поселков для строителей и др. Если же будет использован способ консервации «загрязненности», то необходимо решать проблему по защите первоначального природного грунта, грунтовых вод, подземных вод нижележащих горизонтов и других сфер с устройством надежных защитных экранов, других устройств и обдуманных решений. Ведь, если произойдет заражение грунтовых вод, то последствия могут стать почти необратимыми [12]. Есть сведения о том, что для очищения подземных вод естественным путем даже при удалении причин загрязнения потребуется не менее 400 лет.

Не все рассмотренные здесь проблемы решаются с помощью ПОС, но в нем должен быть [10] перечень требований, которые должны быть учтены в рабочей документации, разрабатываемой на основе проектной документации в связи с принятыми методами возведения строительных конструкций и монтажа оборудования с одной стороны, а с другой стороны разработчики и составители ПОС должны видеть рассмотренные выше и другие проблемы усложняющихся процессов строительства и решать их на уровне требований обеспечения экологической безопасности природы, благоприятной среды обитания растений, животных и человека.

Проблемы рабочей документации, разрабатываемой после проектной документации или параллельно с ней, – это многочисленные технические ошибки в изображениях, привязках, отметках, в недостаточном качестве исполнения рабочих чертежей для полного информационного представления объекта капитального строительства. Они должны обнаруживаться при входном контроле РД командой управляющего проектом застройщика и исправляться проектной организацией. Если ошибки РД «просочились» на строительную площадку, то, прежде всего, не выполнили свои функции проектировщик и застройщик. У лица, осуществляющего строительство, нарушается ритм стройки, иногда приостанавливается строительство и может наступить консервация объекта капитального строительства. Есть много других проблем, рожденных ПД и РД, которые проявляются уже потом при составлении строителями организационно-технологической документации (ОТД).

Проблемы ОТД раскрываются в проектах производства работ (ППР). Большой проблемностью обладают календарные планы производства работ (КППР). ПОС является исходным документом для разработки ППР. Формальный подход к календарному планированию строительства (КПС) в составе ПОС имеет место в еще большей степени и при разработке КППР в составе ППР. В практике строительства часто соглашаются тем, что главное, чтобы КППР был, а содержание его мало кого интересует.

Такая ситуация сложилась в рыночных условиях строительства, когда образовалось избыточное количество строительных организаций с малой степенью концентрации производства и в большинстве случаев не способных построить объект капитального строительства в полном объеме. А, следовательно, и не научились проектировать КППР и нет у них таких специалистов, которые раньше при высокой степени концентрации производства разрабатывали ППР, включая КППР, в строительных трестах и проектно-технологических трестах «Оргтехстрой». Даже если КППР

сегодня разрабатывают, то это осуществляется на основе усредненных сметных норм трудоёмкости, машиноёмкости без учета достигнутого в практике строительства фактического уровня этих показателей. Фактические показатели существенно отличаются от сметных усредненных (в среднем в 1,5 раза). На отдельных строительных предприятиях с высоким организационно-технологическим уровнем производства это отличие может быть еще больше. При проектировании КППР исходя из фактически достигнутого уровня трудоёмкости по видам работ (на многих предприятиях нет такого учета) этот почти универсальный документ (один из главных в ППР) может стать лучшей основой и для тактического планирования всей производственной деятельности строительного предприятия, включая оперативное планирование. Существенными недостатками календарного планирования производства являются недооценка научных методов моделирования и редкое применение прогрессивных методов организации строительного производства, кроме вахтового, вахтово-экспедиционного. Имеет место ограниченное применение поточного метода как в непрерывном, так и в долгосрочном и краткосрочном вариантах. Основные причины сложившейся ситуации с использованием этого метода: снижение степени концентрации и комбинирования производства, отсутствие крупных стабильных инвесторов.

Но есть и резервы. Прежде всего, это проектная подготовка строительства на основе BIM-технологий, проводимая поэтапно:

- формирование архитектурной модели для изучения всех аспектов проекта с ее автоматической загрузкой в определенную компьютерную программу;

- расчет систем технического обслуживания и технических характеристик здания;

- разработка строительного проекта, определение продолжительности производства технологических процессов и строительства объекта;

- контроль застройщика за развитием модели, согласование изменений проектных решений;

- проектировщик проверяет соответствие изменений требованиям технических регламентов, осуществляет авторский надзор с использованием данных информационной модели.

Ведется логистика: какие строительные материалы, конструкции, полуфабрикаты и в какой срок будут доставлены на строительную площадку.

После того, как здание построено, введено в эксплуатацию, проводятся и другие действия в рамках информационной модели объекта капитального строительства, в том числе мониторинг за состоянием здания, инженерно-технических систем и сетей. В целом, BIM-технология, как компьютерная модификация объекта, и есть основа для дальнейшего совершенствования проектной подготовки, организационно-технологической документации, строительства и эксплуатации, а также для мониторинга в течение жизненного цикла конечной продукции строительства.

Дальнейшее совершенствование подготовки строительства тесно связано с основной целью строительной отрасли по увеличению объемов производства строительной продукции в ее текущем и стратегическом развитии. Одним из методов достижения этой цели является

цифровизация строительства. Цифровая модель объекта капитального строительства содержит характеристики всех ее элементов, включая геологию и гидрогеологию грунтов основания фундаментов, графики производства работ. Модель позволяет в кратчайшие сроки составлять и корректировать эти графики, а вместе с этим – потребность в ресурсах (материально-технических, рабочей силы) в увязке с логистикой как по отдельным технологическим процессам, так и по объекту в целом.

Овладение знаниями и умениями работать по современным и стратегическим технологиям – одно из направлений повышения качества подготовки строительства.

### Заключение

1. В целом, названные проблемы характеризуют недостаточный организационно-технологический уровень строительства объектов капитального строительства, вызванный прежде всего переходом к новой нормативной базе, недостаточным её практическим освоением, дефицитом специалистов строительной отрасли, в том числе специалистов по технологии и организации строительства.

2. Необходимо реализовывать в строительстве прогрессивные производственные структуры строительных предприятий, повышать квалификационный уровень специалистов по организации строительства в процессе их профессиональной деятельности путем расширения и углубления как теоретической, так и практической базы и независимой оценкой квалификации.

3. Повышать качество подготовки специалистов в вузах с учетом гармонизации образовательных и профессиональных стандартов, информационных моделей и технологий.

### Список литературы

1. СН 47-74. Инструкция по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ. – Москва, 1975 – 50 с.
2. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства. – Москва: Стройиздат, 1985.
3. Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ для жилищно-гражданского строительства / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – Москва: Стройиздат, 1989. – 157 с.
4. Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – Москва: Стройиздат, 1990. – 237 с.
5. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
6. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства СНиП 12-01-2004.
7. Изменение №1 к СП 48.13330.2019 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства». Дата введения 29.04.2022.
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации: текст с изменениями и дополнениями на 2022 год. – Москва: Эксмо, 2022. – 448 с.
9. Носенко, И. Ю. ПОС и его влияние на сметную стоимость / И. Ю. Носенко, Г.И. Арсентьева [и др.]. – СПб.: ИНИК, 2002. – 194 с.

10. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. №87 «О составе проектной документации и требованиях к их содержанию».

11. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. – Москва: Проспект, 2011. – 32 с.

12. Богданов, В. Ф. Эффективность фундаментов из забивных свай с учетом затрат на защиту подземных вод / В. Ф. Богданов, Г. Н. Алексеева // Известия инженерно-технологической академии Чувашской Республики. – 1996. – №3, 4; 1997. – №1, 2.

13. Богданов, В. Ф. Проектирование организации строительства зданий и сооружений в особых природно-климатических условиях / В. Ф. Богданов, А. И. Соколова, И. В. Петрова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 390–395. – EDN XQXYNJ.

14. Петрова, И. В. Особенности технологии устройства узла «колонна-ригель» в сборно-монолитном каркасе в зимних условиях / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов XVIII итоговой научно-практической конференции (Чебоксары, 24 апреля 2020 года). – Вып. 18. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2020. – С. 186–189. – EDN ELCUSU.

15. Bogdanov V. F. Designing the Organization of Buildings and Structures Construction in Special Natural and Climatic Conditions / V. F. Bogdanov, A. I. Sokolova, I. V. Petrova // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. Vol. 197. P. 305–309. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6\_33. EDN YKJCAA.

16. Петрова, И. В. Теория и практика проектной подготовки строительства / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов XXI Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения академика А.Н. Крылова (Чебоксары, 25 апреля 2023 года). – Чебоксары: Московский политехнический университет, 2023. – С. 92–96. – EDN JXZLBL.

17. Петрова, И. В. Формирование информационной модели объекта капитального строительства / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 269–273. – EDN UNTNNG.

18. Смелов, Д. С. Строительство каркасных жилых домов из монолитного и сборно-монолитного железобетона / Д. С. Смелов, В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 года) / ред. колл.: Агафонов А.В. [и др.]. – Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2022. – С. 64–67. – EDN MGNRYC.

19. Петрова, И. В. Особенности строительства в условиях жаркого сухого климата / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе : Сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 года) / ред. колл.: Агафонов А.В. [и др.]. – Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2022. – С. 54–58. – EDN THQVOL.

20. Петрова, И. В. Особенности строительства в условиях жаркого сухого климата / И.В. Петрова, В.Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 года) / ред. коллегия: Агафонов А.В. [и др.]. – Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2022. – С. 54–58. – EDN THQVOL.

21. Трофимова, Е. В. Государственное регулирование строительного комплекса / Е. В. Трофимова, И. П. Федосеева, В. Ф. Богданов // Архитектура. Строительство. Образование: материалы региональной конференции, посвященной 35-летию образования строительного факультета (Чебоксары, 20 декабря 2013 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2013. – С. 86–90. – EDN XNEBEL.

22. Богданов, В. Ф. Проблемы обеспечения технико-экономической сопоставимости проектных решений / В. Ф. Богданов, Н. Ю. Алмазова // Архитектура. Строительство. Образование: материалы региональной конференции, посвященной 35-летию образования строительного факультета (Чебоксары, 20 декабря 2013 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2013. – С. 81–85. – EDN XNEBCH.

23. Трофимова, Е. В. Формирование градостроительного облика региона / Е. В. Трофимова, И. П. Федосеева, В. Ф. Богданов // Архитектура. Строительство. Образование: материалы региональной конференции (Чебоксары, 30 июня 2015 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2015. – С. 37–39. – EDN XNDMZV.

24. Примеры оптимизации сетевых графиков по времени / Г. Н. Алексеева, В. Ф. Богданов, А. И. Соколова, И. П. Федосеева // Архитектура. Строительство. Образование: материалы региональной конференции (Чебоксары, 30 июня 2015 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2015. – С. 32–36. – EDN UOTIBM.

25. Киселев, Н. З. Особенности и проблемы проектирования объектов промышленного и жилищного строительства / Н. З. Киселев, В. Ф. Богданов // Архитектура. Строительство. Образование: материалы региональной конференции (Чебоксары, 29 июня 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 92–95. – EDN XNCTLN.

26. Богданов, В. Ф. Проблемы проектирования объектов промышленного и гражданского строительства и пути их решений / В. Ф. Богданов, Н. З. Киселев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции : материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 265–268. – EDN XMWKZV.

27. Федосеева, Е. В. Градостроительная деятельность как составная часть механизма социально-экономического развития территорий / Е. В. Федосеева, И. П. Федосеева, В. Ф. Богданов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 31–33. – EDN XMVTSP.

28. Индустриализация домостроения как фактор инновационной модернизации жилищного строительства / И. В. Петрова, И. В. Львов, В. Ф. Богданов, Н. Г. Мамаев // Казанская наука. – 2017. – №11. – С. 62–64. – EDN ZXEHJHL.

29. Григорьев, Г. В. Графический метод увязки технологических процессов по наибольшему ритму / Г. В. Григорьев, В. Ф. Богданов // Технические науки: сегодня и завтра: тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции (Чебоксары, 6 января 1998 года). – Чебоксары: Клио, 1997. – С. 86–87. – EDN ZPSRBN.

30. Градостроительство как стратегический инструмент развития региональной экономики / И. П. Федосеева, Е. В. Трофимова, В. Ф. Богданов, Н. Г. Мамаев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2016 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2016. – С. 431–435. – EDN XGMEOZ.

31. Львов, И. В. модернизация потенциала строительного предприятия / И. В. Львов, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов // Казанская наука. – 2014. – №5. – С. 57–59. – EDN SFAWSB.

### Сведения об авторе:

Богданов Василий Филиппович – канд. экон. наук, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Россия, г. Чебоксары, 428015, Московский пр-т, 15; e-mail: Basil1943@gmail.com

Bogdanov V. F. – Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Construction Economics Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Russia, Cheboksary, 428015, Moskovsky Prospekt, 15; e-mail: Basil1943@gmail.com

### Для цитирования:

Богданов, В. Ф. Подготовка к строительству объекта капитального строительства: проблемы и перспективы их решения / В. Ф. Богданов // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 125–134.

Bogdanov V. F. Preparation for construction of a capital construction project: problems and prospects for solving them // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 125–134.

УДК 624.012.4

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

*В.С. Димитриев,*

*А.П. Яковлев*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** статья посвящена современным технологиям производства работ методом «стена в грунте». В ней рассматриваются способы устройства стены, используемая техника и оборудование, а также условия применения «сухой» и «мокрой» технологий возведения. Внимание уделяется принципам возведения сооружений, несущей способности зданий.*

***Ключевые слова:** стена в грунте, фундамент, подземные сооружения, подпорные стены, армирование, бетонирование.*

### MODERN TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF WORKS BY THE METHOD OF "WALL IN THE GROUND"

***Abstract:** the article is devoted to modern technologies for the production of works using the "wall in the ground" method. It discusses the methods of wall construction, the equipment and equipment used, as well as the conditions for the use of "dry" and "wet" construction technologies. The main attention is paid to the principles of construction of structures, the bearing capacity of buildings and technological calculations.*

***Keywords:** wall in the ground, foundation, underground structures, retaining walls, reinforcement, concreting.*

#### **Введение**

Технология «стена в грунте» подразумевает формирование траншеи под защитой глинистого раствора с последующим заполнением ее бетоном, железобетоном или противодиффузионными материалами [1]. Метод используется при строительстве подземных частей зданий и сооружений на глубине до 50 м. Конфигурация стен может быть различной: прямолинейной, криволинейной и ломаной. Преимуществами метода являются совмещение работ по устройству фундаментов и подвалов, минимизация перебросок грунта и упрощение организации работ. Метод применим в различных инженерно-геологических условиях, особенно при высоком уровне подземных вод и при устройстве глубоких сооружений. Однако его использование может быть ограничено наличием грунтов с кавернами и рыхлыми насыпными грунтами. На практике применяются два типа стен: свайные и траншейные.

Технология производства работ методом «стена в грунте» включает следующие этапы:

1. Подготовка траншеи и выемка грунта.
2. Установка каркаса из арматуры.
3. Бетонирование траншеи с использованием труб для вертикального бетонирования и насосных установок.
4. Применение бентонитовой суспензии («мокрого» метода) для защиты вертикальных стенок траншеи.

Для выполнения работ используются фрезы, грейферы, краны, бетоносмесители, вибропогружатели и другое оборудование в зависимости от условий строительства.

Существуют «сухой» и «мокрый» методы возведения стены в грунте. «Сухой» метод подходит в том случае, если почва отличается устойчивостью и нет грунтовых вод в месте строительства. Такая технология считается максимально простой и экономичной, так как не требует использования глинистого раствора. «Мокрый» метод даёт возможность защитить вертикальные стены траншеи посредством жидкого глинистого или бентонитового раствора [2]. Он оптимален для работ в сложных гидрогеологических условиях.

Следует подчеркнуть, что предварительное инженерно-геологическое исследование строительной площадки играет ключевую роль при выборе наиболее подходящего типа стен и технологии строительства. Знание геологических условий позволяет избежать проблем, связанных с прочностью и составом грунта, а также снизить риск изменения уровня грунтовых вод.

Важно также принимать во внимание возможные экологические последствия, поскольку работа с дренажными системами и защитными экранами требует тщательной разработки для минимизации воздействия на окружающую среду. Интегрированный подход к проектированию и реализации процессов обеспечивает успешное выполнение задач и долгосрочную стабильность сооружений.

### **Материал и методы исследований**

Применение несъёмной опалубки из отдельных блоков (модулей). Благодаря этому не требуется использование глинистой суспензии для защиты стенок траншеи от обрушения.

Использование несъёмной опалубки из мягкой геотекстильной ткани. В неё до погружения предварительно устанавливают арматурный каркас, что позволяет исключить прилипание глинистой суспензии к арматурным стержням.

Применение двухслойной панели. На тыльной стороне панели закреплён арматурный каркас, а сверху предусмотрены арматурные выпуски. Это позволяет соединять сборную и монолитную части по всему периметру общим железобетонным армирующим поясом и снижать трудоёмкость работ.

Использование съёмной опалубки с палубами из высокопрочных композитных материалов. Этот способ позволяет усовершенствовать технологию на основе применения съёмной опалубки с палубами из высокопрочных композитных материалов.

Использование открытой сверху мягкой объёмной конструкции из водонепроницаемой геомембраны в качестве несъёмной опалубки. Арматурный каркас внутри этой конструкции образует комбинированный модуль, который затем опускается на всю глубину траншеи с разработанным грунтом, находящимся под глинистой суспензией. Погружение комбинированного модуля происходит одновременно с откачиванием глинистой суспензии, а бетонирование выполняется методом вертикально перемещающейся трубы [3].

Инновационная технология строительства «стена в грунте» предполагает создание подземных железобетонных конструкций, которые служат стенами подвалов зданий или противодиффузионными завесами. Этот метод используется для укрепления откосов, создания противодиффузионных завес и других целей.

Технология «стена в грунте» включает следующие этапы:

- бурение скважин с использованием буровых установок;
- установка арматурного каркаса и бетонирование скважин;
- извлечение бурового оборудования и формирование монолитной железобетонной конструкции.

Преимущества этой технологии заключаются в следующем:

- снижение стоимости строительства за счёт уменьшения объёмов земляных работ;
- сокращение сроков строительства благодаря отсутствию необходимости в дополнительных работах по обратной засыпке;
- повышение качества строительства благодаря использованию современных материалов и технологий.

Инновационная технология «стена в грунте» позволяет эффективно решать задачи подземного строительства и обеспечивать надёжность и долговечность возводимых объектов.

Материалы и методы исследования технологии «Стена в грунте» включают использование глинистого раствора, бентонитовых высокодисперсных глин и местных глин с определёнными характеристиками (плотность, число пластичности, набухание, нижний предел пластичности, диаметр песчаных частиц). Раствор обеспечивает устойчивость стен траншеи и гидростатическое противодействие [4].

Разработка траншей происходит под защитой глинистого раствора вдоль траншеи или поочередно на разных участках. Метод разработки траншеи зависит от инженерно-геологических условий и размера конструкции.

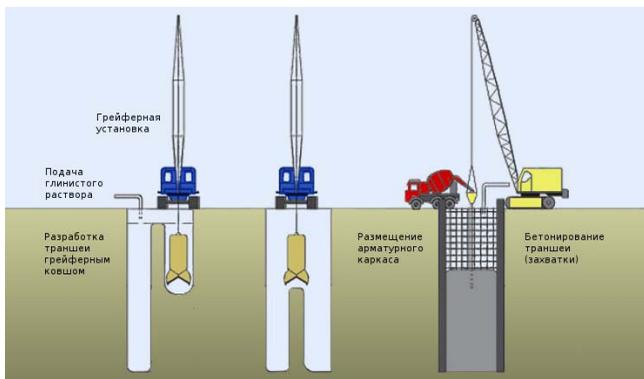


Рис. 1. Технология изготовления стен и фундаментов, возводимых способом «стена в грунте»

### Результаты и проблематика

Преимущества метода:

- подходит для плотной городской застройки [3];
- экономичен, так как не требует использования глинистого раствора;
- позволяет проводить строительство подземных сооружений вблизи зданий;
- обеспечивает равномерное распределение нагрузки на гидроизоляцию;
- обладает низким уровнем шума и скоротечностью выполнения работ.

Недостатки метода:

- ухудшение сцепления арматуры с бетоном из-за налипания частиц глинистого раствора;
- невозможность использования на некоторых типах грунтов и при определённых условиях (например, наличие полуразрушенных каменных кладок, металлических конструкций или железобетонных элементов).

Несмотря на некоторые недостатки, метод «стена в грунте» является эффективным и экономичным способом строительства подземных сооружений в условиях плотной городской застройки [3].

### Заключение

Современные технологии строительства методом «стена в грунте» являются прогрессивными и универсальными. Они позволяют возводить фундаменты и ограждающие конструкции в условиях плотной городской застройки. Метод «стена в грунте» основан на возведении железобетонных или бетонных водонепроницаемых конструкций, которые затем используются для создания подземного сооружения. Разработка грунта осуществляется под защитой бентонитовой суспензии, обеспечивающей устойчивость стен траншеи. Метод «стена в грунте» применяется для сооружения различных типов конструкций, таких как промышленные, транспортные, гидротехнические и жилищно-гражданские объекты.

**Список литературы**

1. Смородинов, М. И. Устройство сооружений и фундаментов способом «Стена в грунте»: учеб. пособие / М. И. Смородинов, Б. С. Федоров. – Москва: Стройиздат, 1986. – 216 с.
2. Голушко, А. Д. Метод «стена в грунте» / А. Д. Голушко, Е. В. Александрова. 2017. – №15 (149). – С. 18–23.
3. Эффективное освоение подземного пространства способом «стена в грунте» / С. Г. Абрамян, Т. А. Сабитова, О. В. Оганесян [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2024. – №4. – С. 3–7.
4. Рыбникова, И. А. Опыт применения усовершенствованной конструкции сборно-монолитной «стены в грунте» / И. А. Рыбникова, А. М. Рыбников, С. Ч. Цаллагов // Молодёжный вестник НФ БГТУ. – 2023. – Т. 03. №01 (09). – С. 13–17.

**Сведения об авторах:**

Димитриев Валерий Сергеевич – студент строительного факультета ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова, г.Чебоксары, Россия, valdim2001@mail.ru

Яковлев Алексей Петрович – канд. экон. наук, доцент ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова, г.Чебоксары, Россия.

Dimitriev Valery Sergeevich, student of the Faculty of Construction of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "CSU named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia.

Yakovlev Alexey Petrovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "CSU named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia.

**Для цитирования:**

Димитриев, В. С. Современные технологии производства работ методом «стена в грунте» / В. С. Димитриев, А. П. Яковлев // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 135–139.

**Citation:**

Dimitriev V. S. Modern technologies for the production of works by the method of "wall in the ground" / V.S. Dimitriev, A.P. Yakovlev // VI International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 135–139.

УДК 69.05

## ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОДСТАНЦИИ 220/20 КВ «САЛАРЬЕВО»

*А.М. Кармаев,  
О.П. Терехова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье рассмотрена технология строительства подстанции ПС 220кВ «Саларьево», общие положения проекта организации строительства и Перечень мероприятий по предотвращению в ходе строительства опасных инженерно-геологических и техногенных явлений, иных опасных природных процессов. Определены недостатки проекта организации строительства подстанции.*

***Ключевые слова:** энергопотребление, модернизация, бетонирование конструкций, буровые и свайные работы, безопасность в строительстве, экология.*

## TECHNOLOGY OF ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION OF 220/20 KV SUBSTATION "SALARIEVO"

***Abstract:** the article considers the technology of construction of the substation 220kV Salarievo substation, the general provisions of the construction organization project and a list of measures to prevent dangerous engineering-geological and man-made phenomena and other dangerous natural processes during construction. The disadvantages of the substation construction project have been identified.*

***Keywords:** energy consumption, modernization, concreting of structures, drilling and piling, safety in construction, ecology.*

### **Введение**

Увеличение энергопотребления и расширение электроэнергетической сети требует обновления и модернизации существующих подстанций, а также строительства новых для обеспечения надежной и стабильной работы электросетей.

Строительство новой подстанции позволит увеличить энергетическую мощность и обеспечить более эффективное распределение и передачу электроэнергии в регионе.

Также новая подстанция может быть необходима для улучшения качества электроснабжения, снижения риска аварий и сбоев в сети, а также для поддержания энергетической безопасности и устойчивости работы электросистемы.

Таким образом, строительство новой подстанции 220/20 кВ является актуальной необходимостью для развития и совершенствования электроэнергетической инфраструктуры в современных условиях [1–8].

### Материал и методы исследований

Основные проектные положения:

Площадь участка в границах ГПЗУ – 20000 м<sup>2</sup>

Территория земельного участка под размещения ПС 220/20кВ «Сарларьево» находится на особо охраняемой зеленой территории.

Земельный участок свободен от застройки и подземных коммуникаций. На отведенной территории произрастают деревья, которые вырубаются и выкорчевываются в границах зон производства работ согласно перечетной ведомости.

Подземные воды на площадке представлены водами sporadicного распространения и надъяурским водоносным горизонтом.

На площадке предусматривается размещение

- здания подстанции ПС 220/20кВ;
- кабельного тоннеля для выхода кабеля с вентиляционной шахтой и входом в кабельный тоннель;
- здания КПП;
- маслосборник для аварийного слива масла из трансформаторов;
- аккумулирующей емкости для ливневых стоков;
- ёмкость автономной хозяйственно-бытовой канализации;
- противотаранное устройство-шлагбаум.

Запроектирован круговой проезд вокруг здания подстанции и шириной 4,50м. Въезд на площадку запроектирован с существующего проектируемого проезда 7029 шириной 5,50м. Вокруг территории предусматривается устройство решетчатое металлическое ограждение высотой 2,50м с устройством на въезде-выезде распашных ворот. По верху ограждения предусмотрено устройство спирального барьера безопасности.

Общие положения и подготовительный период.

Наружные стены запроектированы из монолитного железобетона толщиной 200 мм. С внешней стороны стены утеплены теплоизоляционными

Вытяжные установки включают в себя утепленную заслонку, вентилятор, шумоглушитель на всосе и в напорной части. Проектом предусматривается выделение подготовительного периода, в течение которого выполняется комплекс мероприятий, обеспечивающих планомерное развертывание строительного-монтажных работ.

До начала основного периода необходимо выполнить:

- установка временного ограждения стройплощадки в пределах отведенной территории согласно стройгенплана;
- устройство открытых площадок для складирования строительных конструкций, деталей из сборных железобетонных плит по песчаной подготовке;
- установка временных зданий и сооружений бытового и производственного назначения, поста охраны на въезде/выезде;
- устройство мойки колёс автотранспорта с оборотным водоснабжением при выезде со стройплощадки;

– установка емкости для накопления хозяйственно-бытовых стоков и поверхностного стока;

– Устройство освещения строительной площадки в соответствии с ГОСТ 12.1.046-85

ССБТ. Нормируемая освещенность принимается – в зоне монтажа и бетонирования конструкций 30 лк; в зоне буровых и свайных работ – 10 лк; в зоне автомобильных дорог – 2 лк; в зоне погрузо-разгрузочных работ и земляных работ – 10 лк. Для освещения площадок и дорог устанавливаются прожекторные мачты. Для освещения рабочих мест используются переносные светильники и прожекторы.

– геодезическая разбивка осей с установкой разбивочных знаков и реперов;

– разработка проектов производства работ на строительство новых зданий и сооружений на основе проекта организации строительства;

– согласование проектно-сметной документации и открытие ордера на право производства работ;

– мероприятия по ограждению планируемой территории от поступления поверхностных вод;

– комплектация и транспортировка конструкций, оборудования и материалов от станции разгрузки, до баз укрупнительной сборки.

### **Результаты и проблематика**

Перечень мероприятий по предотвращению в ходе строительства опасных инженерно-геологических и техногенных явлений, иных опасных природных процессов:

Строительство въезда-выезда на территорию подстанции осуществляется с проектируемого проезда №7029.

Проектными решениями предлагается сохранение существующих подземных коммуникаций, попадающих в зону проектных работ по строительству дороги. Из существующих подземных коммуникаций в зону работ попадают: водосток D 500мм, водопровод D 600мм, электрические кабели, телефонные кабели.

Для сохранности существующих подземных инженерных сооружений и коммуникаций производитель работ обязан:

- отшурфовать подземные сооружения и коммуникации по указанию и в присутствии владельца;

- вручить машинистам строительных машин схему производства работ механизированным способом и обозначить на месте границы работ и расположение подземных инженерных сооружений и коммуникаций, сохранность которых должна быть обеспечена.

Производство земляных работ в непосредственной близости от существующих инженерных коммуникаций и пересечений с ними осуществляется в соответствии с требованиями СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87, ППР и нормативных документов эксплуатационных организаций. Указанные работы выполняются под наблюдением производителя работ, на которого оформлено разрешение, а также представителей технического надзора заказчика и эксплуатационных служб, которые на месте определяют границы разработки грунта вручную.

Применение землеройных механизмов, ударных инструментов (ломы, кирки, клинья, пневматические инструменты и др.) вблизи действующих подземных коммуникаций и сооружений запрещается. При разработке траншей и котлованов вскрытые подземные сооружения и коммуникации защищаются специальным коробом и подвешиваются.

При обнаружении, в процессе производства земляных работ, несоответствия фактического расположения действующих инженерных сетей и сооружений, указанному в проектной документации (или указанному представителями эксплуатационных организаций), исключающего возможность реализации проектного решения, а также при обнаружении фрагментов старых зданий и сооружений работы приостанавливаются. На стройплощадку немедленно вызываются представители проектной организации, заказчика, эксплуатационных организаций подземных коммуникаций для фиксации фактического положения и принятия согласованных решений по дальнейшему производству работ.

До начала работ все подземные коммуникации, находящиеся в зоне работ, должны быть вскрыты шурфами с целью уточнения глубины их заложения и расположения в плане в присутствии работников, ответственных за эксплуатацию этих коммуникаций, и отмечены предупредительными знаками. Вскрытые подземные коммуникации должны быть заключены в защитные короба и подвешены по типовым чертежам.

К особенностям проведения работ в условиях данной строительной площадки относится наличие опасных зон от работы кранов и других строительных механизмов. Согласно Приложению №2 таблице 1 «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 ноября 2020 года N 461.

Границы опасных зон в местах, над которыми осуществляется перемещение грузов ПС, а также вблизи строящегося здания должны приниматься от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении согласно таблице 1.

$$L \text{ оп.зоны} = X + Lг + 0,5Вг ,$$

где X – минимальное расстояние отлета груза;

L г – наибольший габарит перемещаемого груза

Вг – наименьший габарит перемещаемого груза

$$L_{\text{оп.зоны}} = 6,3 + 3,0 + 0,4/2 \text{ (щит опалубки)} = 9,5 \text{ м}$$

При соблюдении мероприятий: перемещение груза параллельно опасной зоне в сопровождении веревочных оттяжек, высота подъема груза, а площадке складирования и приема бетона до 4м, опасная зона составит 6,5 м.

Для того, чтобы опасная зона от кранов не выходила за пределы временного ограждения строительной площадки предусматривается перемещение длинномерных грузов параллельно границе опасной зоны с удерживанием от случайного разворота с помощью оттяжек.

Для уменьшения величины опасной зоны на всей территории стройплощадки, на площадках складирования и приема груза с автотранспорта ограничивается зона действия кранов и высота подъема груза до 4,0 м с применением координатной защиты работы крана. Кроме этого, перемещение длинномерных грузов необходимо производить параллельно границе опасной зоны с удерживанием от случайного разворота с помощью оттяжек. Между машинистом крана и стропальщиками должна быть установлена устойчивая радиопереговорная связь.

На период строительства обозначить «ОПАСНУЮ ЗОНУ» для нахождения людей от грузов, перемещаемых кранами, согласно СНИП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве».

Часть 1. Общие требования», п. 6.2, ГОСТ Р 58967-2020 с устройством знаков безопасности и надписей установленной формы, видимых в светлое и освещенных в темное время суток.

Знаки безопасности выполнить по ГОСТ 12.4.026-2015, установить на земле на стойках высотой 2,5 м.

**Недостатки проекта организации строительства**

Одним из главных недостатков проекта организации строительства является отсутствие нормативных значений и детального обозначения требований законодательства в сфере охраны окружающей среды, что немаловажно описывать, не приводя лишь сухие утверждения о соответствии.

Следующим недостатком является отсутствие проекта производства работ, следствием чего является невозможность детального надзора за сроками, порядком и технологией производства работ, для исправления данного недостатка следует разработать соответствующие разделы ППР и технологические карты на отдельные виды работ, так как их отсутствие недопустимо при строительстве таких важных объектов.

### **Заключение**

Таким образом, технология организации строительного производства подстанции «Саларьево» как и других объектов строительства играет ключевую роль в успешной реализации проекта. Детальная проработка всех этапов строительства, правильный выбор оборудования и материалов, а также эффективное планирование рабочих процессов позволят выполнить проект в срок и с минимальными затратами. Грамотное использование технологических инноваций и оптимизация рабочих процессов помогут повысить эффективность строительства и обеспечить высокое качество подстанции. Важно помнить, что успешное выполнение проекта зависит от внимательного подхода к деталям и соответствии всем техническим требованиям.

### **Список литературы**

1. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 23.12.2009 № 384-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2009.
2. ГОСТ 27751-2014 «Межгосударственный стандарт «Надежность строительных конструкций и оснований» от 01.07.2015 // ФГБУ «Институт стандартизации». – 2015.

3. СП 48.13330.2019 «Свод правил. Организация строительства» от 25.06.2020 // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2020.

4. СП 63.13330.2018 «Свод правил «Бетонные и железобетонные конструкции» от 20.06.2019 // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2019.

5. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – Москва: НТЦ «Промышленная безопасность», 2005.

6. Богданов, В. Ф. Проектирование организации строительства зданий и сооружений в особых природно-климатических условиях / В. Ф. Богданов, А. И. Соколова, И. В. Петрова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 390-395. – EDN XQXYNJ.

7. Bogdanov, V. F. Designing the Organization of Buildings and Structures Construction in Special Natural and Climatic Conditions / V. F. Bogdanov, A. I. Sokolova, I. V. Petrova // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – P. 305–309. – DOI 10.1007/978-981-16-6593-6\_33. – EDN YKJCAA.

8. Петрова, И. В. Особенности технологии устройства узла «колонна-ригель» в сборно-монолитном каркасе в зимних условиях / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов XVIII итоговой научно-практической конференции (Чебоксары, 24 апреля 2020 года). – Вып. 18. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет», 2020. – С. 186-189. – EDN ELCUSU.

Сведения об авторах:

Кармаев Алексей Михайлович – студент 2 курса магистратуры ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, karmaev.alleksej@gmail.com

Терехова Ольга Павловна – канд. пед. наук, доцент ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, top0707@mail.ru

Karmaev Alexey Mikhailovich – 2nd year master's student Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, karmaev.alleksej@gmail.com

Olga Pavlovna Terekhova – PhD, Associate Professor of the Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia, top0707@mail.ru

Для цитирования:

Кармаев, А. М. Технология организации строительного производства подстанции 220/20 кВ «Саларьево» / А. М. Кармаев, О. П. Терехова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 140–145.

Citation:

Karmaev A.M. Technology of organization of construction production of the 220/20 kV substation "Salaryevo" / A.M. Karmaev, O.P. Terekhova // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 140–145.

УДК 69.003

## АНАЛИЗ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТВОДОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

*И.В. Николаев,*

*А.П. Яковлев*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
Университет им. И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

*Аннотация:* для выполнения цели были поставлены несколько задач: провести анализ нормативно-технической документации и литературных источников на тему изготовления отводов; расчет наиболее экономически выгодного способа изготовления отводов.

*Ключевые слова:* строительство, капитальный ремонт, линейная часть магистральных газопроводов, гнутые отводы.

## ANALYSIS AND WAYS TO REDUCE THE COST OF MANUFACTURING BRANCHES FOR USE IN THE OVERHAUL OF THE LINEAR PART OF THE MAIN GAS PIPELINE

*Abstract:* to achieve this goal, several tasks were set: to analyze the regulatory and technical documentation and literature sources on the topic of making taps; to calculate the most economically advantageous type and method of making taps and transporting them to the construction site.

*Keywords:* construction, major repairs, linear part of main gas pipelines, branches.

### Введение

Капитальный ремонт технологических трубопроводов линейной части магистральных газопроводов является обязательным условием обеспечения надежности и безопасности этапом в периоде эксплуатации. С учетом растущих требований к эффективности строительства, необходимо провести детальное экономическое обоснование материально-технических ресурсов, в частности были рассмотрены различные методы производства отводов, их экономические показатели, а также сравнительный анализ затрат на разные методы [9–22].

Целью работы является анализ путей снижения затрат при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов

Исходя из цели, сформированы следующие задачи: анализ нормативно-технической документации и литературных источников на тему изготовления отводов; расчет наиболее экономически выгодного способа изготовления отводов.

Результаты исследования направлены на поддержку принятия обоснованных решений в области капитального ремонта газопроводов, что в свою очередь способствует повышению общей эффективности газовой промышленности.

### **Материал и методы исследований**

Отвод – соединительная деталь, предназначенная для поворота оси трубопровода [1]. По форме гнутые отводы относятся к изогнутым металлическим трубам, предназначенные для транспортировки полезных ископаемых, при обслуживании различных технологических станций.



Рис. 1. Гнутые отводы в натуре

Отводы гнутые разных диаметров применяют на бытовых водопроводах, магистральных трубопроводах, служащих для перемещения нефтепродуктов, газа и прочих сред, в системах отопления, автомобильной промышленности, на компрессорных и насосных станциях, и в прочих областях, где используются металлические трубы.

Радиус изгиба гнутых отводов составляет около 2 м, в отличие от крутоизогнутых, обеспечивающий меньший угол поворота. Количество отводов в одном трубопроводе может быть разным, в зависимости от его траектории и особенностей местности, где производится прокладка.

Производство гнутых отводов осуществляется с применением двух методов: горячего или холодного сгибания, в зависимости от того, какой способ применен, различают горячегнутые и холоднугнутые отводы. Холодный способ дает гнутые отводы, ГОСТ на которые включен в соответствующий сборник, горячегнутые отводы производятся согласно техническим условиям. В качестве заготовок для изготовления гнутых отводов применяются отрезки стальных труб соответствующей длины. В ходе производственного процесса деформации подвергается лишь средняя часть трубы, обеспечивая необходимый радиус изгиба, остальная же часть остается в первоначальном состоянии.

Изготовление гнутых отводов может производиться с использованием разных марок сталей, возможна их дополнительная обработка при помощи оцинкованного покрытия, что дает достаточно большой ассортимент этих изделий, различающихся по своим характеристикам и месту использования. Помимо этих характеристик, учитывается и диаметр отвода, который должен соответствовать размеру используемых труб, а также

условия, при которых будет происходить эксплуатация.

Производство отводов позволяет получить высококачественные изделия, которые при надлежащем уровне монтажа будут выполнять свои функции в течение длительного срока.

При горячем методе трехмерного гнутья трубчатая заготовка разогревается в месте деформации индукционным способом (рис. 1) или газовой горелкой. Трубы предварительно зачищаются, проходят дефектоскопию, правку и балансировку. Размечается длина прямых участков и зон изгиба. В процессе деформации контролируется скорость подачи нагревательного элемента, радиус изгиба, объем подачи охлаждающей жидкости и прочие параметры. После этого обрезаются и разделяются под приварку кромки, производится контроль толщины стенки в зоне изгиба с наружной и внутренней стороны. Отводы маркируются, оснащаются полимерными заглушками, при необходимости на внешнюю сторону наносится защитное покрытие. [2]

К недостаткам горячего гнутья отвода относят большое потребление исходного материала и высокую себестоимость. Тем не менее, значительным преимуществом является равномерное распределение металла в зоне изгиба трубы, обладающей большим радиусом, при этом наблюдается минимальное изменение размера и формы внутреннего сечения.

Процесс изготовления отводов горячего регламентируется ТУ 102-488, ОСТ, СП и прочим нижестоящим стандартам.



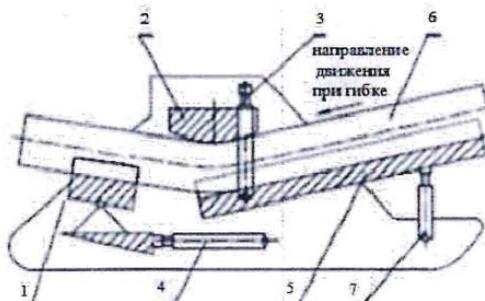
Рис. 2. Процесс горячего гнутья отвода

Для изготовления отводов холодного гнутья следует использовать трубы, соответствующие требованиям СТО Газпром 30-11.3-017-2023, нормативных документов завода – изготовителя труб, согласованных ПАО «Газпром» в установленном порядке. Изготовление отводов холодного гнутья из трубы повторного применения не допускается.

Следует отбирать трубы с заводской маркировкой, на которые имеются документы качества (сертификат качества). Использование труб без документов качества не допускается.

Установка холодной гибки труб располагается на производственной базе, трубу-заготовку располагают на подставке, фиксируют один край трубы, а второй приподнимают. Для того, чтобы достичь равномерного распределения нагрузки на зону изгиба и избежать формирования гофры

и утонения, заполняют трубу сыпучим материалом, а с обоих концов ставят заглушки.



- 1 – ложемент упора; 2 – формирующее лекало; 3 – цилиндр поджимной;  
4 – цилиндр клина; 5 – гибочный ложемент; 6 – трубная заготовка;  
7 – цилиндр гибочный

Рис. 3. Принципиальная схема трубогибного станка

Гибку трубы выполняют в следующей последовательности:

- разжать дорн и пождать внутреннюю полость трубы;
- поднять гибочный ложемент до момента касания трубы гибочного башмака;
- поднять гибочный ложемент, труба изгибается;
- остановить гибочный ложемент в крайнем верхнем положении и нанести метку на шкале индикатора выдвижения штоков гидроцилиндров;
- после выполнениягиба опустить ложементы, и труба должна опуститься на опорные катки станка;
- произвести контроль единичного угла гибки при помощи электронного угломера;
- сжать дорн;
- лебедкой передвинуть трубу на станке на шаг гибки и операции по её гибке повторять до получения заданного угла гибки.

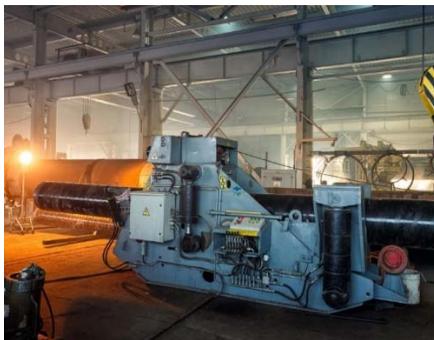


Рис. 4. Процесс холодного гнутья отводов

### Результаты и проблематика

Рассмотрим 5 вариантов получения 50 штук отводов на строительную площадку в г. Чебоксары:

1 вариант. Приобретение готового отвода горячего гнущья с доставкой до строительной площадки;

2 вариант. Приобретение труб-заготовок и оплата работ горячего гнущья с доставкой;

3 вариант. Приобретение готового отвода холодного гнущья с доставкой до строительной площадки;

4 вариант. Приобретение труб-заготовок и оплата работ холодного гнущья с доставкой;

5 вариант. Приобретение труб-заготовок и станка для гнущья с доставкой.

Для расчетов были приняты средние расценки (за единицу):

Труба-заготовка (Труба стальная бесшовная категории С диаметром 325 мм, толщиной стенки 8 мм, класса прочности К48, минимальная температура стенки трубы при эксплуатации минус 20 0С, минимальная температура строительства минус 60 0С, изготовленная по ТУ 14-3Р-137-2015, с наружным антикоррозионным монослойным полиэтиленовым покрытием нормального исполнения по ТУ 1390-012-53570464-2016, толщина изоляции не менее 2,2 мм, на основе материала «Метален ПЭ-21: Труба БШ С – 325х8–К48 – t20/60 – ТУ 14-3Р-137-2015 ПЭПк-М-Н, ТУ 1390-012-53570464-2016) – 78 000 рублей [3];

Отвод горячего гнущья (Отвод ОГ 325х8 с наружным антикоррозионным монослойным полиэтиленовым покрытием нормального исполнения, толщина изоляции не менее 2,2 мм) – 250 000 рублей [4];

Услуги по изготовлению отвода горячего гнущья – 60 000 рублей;

Услуги по изготовлению отвода холодного гнущья – 30 000 рублей;

Станок ГТ532 (Предназначен для холодной гибки в полевых условиях стальных прямошовных и бесшовных труб диаметров 219 - 530 мм длиной от 9 до 12 м) – 2 062 000 рублей [5];

Доставка (Услуги перевозки трубовозом) рассчитывалась на сайте перевозчика [6].

Результаты расчетов заносим в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчетов каждого варианта

Наименование затрат	Вариант				
	1	2	3	4	5
Готовое изделие, тыс. руб.	12 500	-	6750	-	-
Трубы-заготовки, тыс. руб.	-	3 900	-	3 900	3 900
Трубогибочные работы, тыс. руб.	-	3 000	-	1 500	-
Доставка, тыс. руб.	1 023	2 046	1023	2 046	1 423
Станок, тыс. руб.	-	-	-	-	2 062
Сметная себестоимость, тыс. руб.	13 523	8 946	7 773	7 446	7 385
Сметная стоимость, тыс. руб.	15 146	10 020	8 706	8 340	8 271

### Заключение

В результате проведенного расчета пяти вариантов приобретения гнутых отводов для капитального ремонта магистрального газопровода, было установлено, что наиболее экономически выгодным решением является вариант с приобретением собственного станка, но следует учитывать его изначальную большую стоимость, трудности транспортировки в виду массы и габаритов, необходимость обученного персонала для работы и обслуживания. Несмотря на более выгодную цену следует рассмотреть вариант с оплатой услуг холодного гнутья приобретенных труб-заготовок.

Анализ затрат и выгод показал, что выбранный вариант не только соответствует всем техническим требованиям, но и обеспечивает значительную экономию в рамках общей сметы проекта. Кроме того, учитывая сроки поставки и возможность дальнейшего сотрудничества с поставщиком, данный вариант представляет собой наиболее целесообразное решение для обеспечения эффективной эксплуатации линейной части магистрального газопровода.

С экономической точки есть значительный эффект от использования отвода холодного гнутья путем оплаты услуг гнутья приобретенных труб-заготовок. Поэтому необходимо рассмотреть дальнейшее использование именно такого варианта приобретения, учитывая конструкционные особенности отводов холодного гнутья.

Таким образом, результаты исследования могут служить основой для принятия обоснованных решений в области закупок и управления проектами в сфере капитального ремонта газовой инфраструктуры. Рекомендуется учитывать полученные данные при планировании будущих ремонтов и модернизаций систем газоснабжения.

### Список литературы

1. ГОСТ 24950-2019. Отводы гнутые и вставки кривые на поворотах линейной части стальных трубопроводов.
2. СтройНефтеГаз. Отводы гнутые. – URL: <https://sng2000.ru/info/statyi/5840>.
3. Отводы гнутые (ОГ и ГО). – URL: <https://www.polycoat.ru/otvod/otvody-gnutye-og-i-go.html>;
4. АО «Кропоткинский машиностроительный завод» Трубогибочный станок ГТ532. – URL: <https://kremz.ru/trubgt>;
5. ООО «ПЭК» Расчет стоимости. – URL: <https://pecom.ru/services-are/shipping-request/>
6. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные.
7. СТО Газпром 2-4.1-273-2008. Технические требования к соединительным деталям для объектов ОАО «Газпром»;
8. СТО Газпром 2-2.1-249-2008. Магистральные газопроводы.
9. Технопарк «Интеграл» – шаг к практической реализации инновационного развития Чувашской Республики / В. Е. Федоров, С. В. Федоров, О. В. Судакова [и др.] // Интеграл. – 2008. – №1. – С. 48–49. – EDN ILKJJR.
10. Яковлев, А. П. Нарращивание доходной базы местных бюджетов в дотационных регионах / А. П. Яковлев // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – №4. – С. 198–203. – EDN JRFYVX.

11. Яковлев, А. П. Формирование инновационных структур в регионе на основе самокупаемости и самофинансирования / А. П. Яковлев // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №1. – С. 489–493. – EDN NOSZMH.

12. Ефремов, Л. Г. Мониторинг финансов инновационного процесса регионального экономического развития / Л. Г. Ефремов, А. П. Яковлев // Актуальные проблемы экономической теории и региональной экономики. – 2013. – №4 (12). – С. 56–63. – EDN TSZGMT.

13. Яковлев, А. П. Финансы и их роль в экономическом региональном развитии / А. П. Яковлев // Перспективы развития региона: социально-экономические аспекты: сборник материалов научно-практической конференции (с международным участием) (Чебоксары, 13 ноября 2014 года). – Вып. 14. – Чебоксары: Типография ИП Варламова И. П., 2015. – С. 161–166. – EDN UDPNTT.

14. Яковлев, А. П. Инновационные аспекты экономического развития региона / А. П. Яковлев // Перспективы развития региона: социально-экономические аспекты: сборник материалов научно-практической конференции (с международным участием) (Чебоксары, 13 ноября 2014 года). – Вып. 14. – Чебоксары: Типография ИП Варламова И. П., 2015. – С. 155–161. – EDN UDPOMZ.

15. Яковлев, А. П. Проблема проектного финансирования в инновационной сфере / А. П. Яковлев // Экономические, правовые, организационно-управленческие аспекты развития трудовых ресурсов в современных условиях глобальных рисков: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 10 февраля 2016 года) / отв. за вып. Г.М. Лоханова. – В 2 ч. Ч. 1. – Чебоксары: Чебоксарский кооперативный институт (филиал) автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации», 2016. – С. 343–350. – EDN WJNNLL.

16. Яковлев, А. П. Эффективность труда руководителей: показатели, методы оценки / А. П. Яковлев, И. В. Львов // Математические модели и их приложения: сборник научных трудов. – Вып. 5. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2003. – С. 131–138. – EDN WNJOVP.

17. Яковлев, А. П. Эффективность труда руководителей: показатели, методы оценки / А. П. Яковлев, И. В. Львов // Математические модели и их приложения: сборник научных трудов. – Вып. 5. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2003. – С. 131–138. – EDN WNJOVP.

18. Яковлев, А. П. Инновации как стратегическая перспектива регионального развития / А. П. Яковлев, Е. Е. Степанова, Ф. Н. Емельянова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 297–304. – EDN XCYDNC.

19. Яковлев, А. П. Удвоение ВВП через централизованное усиление инновационной политики регионов / А. П. Яковлев // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2010. – №3 (79). – С. 136–138. – EDN MTWROF.

20. Яковлев, А. П. Инновации как стратегическая перспектива регионального развития / А. П. Яковлев, Л. Г. Ефремов // Актуальные проблемы экономической теории и региональной экономики. – 2013. – №4 (12). – С. 104–112. – EDN TSZGOR.

21. Яковлев, А. П. Вступление в ВТО: Региональные аспекты переходного периода / А. П. Яковлев // Региональная экономика: теория и практика. – 2007. – №4. – С. 2–7. – EDN НУТСМЗ.

22. Яковлев, А. П. Финансирование инновационного процесса регионального экономического развития / А. П. Яковлев // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2014. – №1 (123). – С. 112–116. – EDN SIWFPV.

Сведения об авторах:

Николаев Иван Владимирович – студент строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Яковлев Алексей Петрович – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Nikolaev Ivan Vladimirovich – student of the Faculty of Construction of the in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulyanov Chuvash State University», Cheboksary, Russia.

Yakovlev Alexey Petrovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of «Construction Technologies, Geotechnics and Construction Economics» in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulyanov Chuvash State University», Cheboksary, Russia.

Для цитирования:

Николаев, И. В. Анализ и пути снижения себестоимости изготовления отводов для использования при капитальном ремонте линейной части магистрального газопровода / И. В. Николаев, А. П. Яковлев // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 146–153.

Citation:

Nikolaev I. V. Analysis and ways to reduce the cost of manufacturing bends for use in major repairs of the linear section of the main gas pipeline / I. V. Nikolaev, A. P. Yakovlev // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 146–153.

УДК 627.81.09(470.344-25)

## ЗНАЧЕНИЕ ЧЕБОКСАРСКОГО ГИДРОУЗЛА ДЛЯ ЭКОНОМИКИ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Н.Г. Русинова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье автором приводится краткая история строительства Чебоксарского гидроузла и его характеристики. Актуальность исследования заключается в том, что возведение гидроэлектростанции имеет большое значение в контексте экономического развития региона. Цель исследования – рассмотреть значение гидроузла для экономики Чувашской республики.*

***Ключевые слова:** Чебоксарский гидроузел, проект, история строительства, инженерная защита, энергоснабжение, урбанизация, экономика.*

## THE IMPORTANCE OF CHEBOKSARY HYDROELECTRIC POWER PLANT FOR THE ECONOMY OF THE CHUVASH REPUBLIC

***Abstract:** in the article, the author provides a brief history of the construction of the Cheboksary hydroelectric power plant and its characteristics. The relevance of the study lies in the fact that the construction of a hydroelectric power plant is of great importance in the context of the economic development of the region. The purpose of the study is to consider the importance of the hydroelectric power plant for the economy of the Chuvash Republic.*

***Keywords:** Cheboksary hydroelectric power plant, project, construction history, engineering protection, energy supply, urbanization, economy*

### Введение

В настоящее время река Волга представляет собой систему инженерных сооружений. Практически, весь сток воды регулируется человеком. До создания системы водохранилищ, река в разные годы весной разливалась и подтопляла города и населенные пункты. Водоохранилище возникло в 1981 г. в результате строительства Чебоксарской ГЭС. Это была восьмая станция на Волге по времени строительства и пятая по течению реки. Проектное задание разработано Всесоюзным ордена Ленина проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом Гидропроект имени С.Я. Жука г. Куйбышев в 1968 г. Пуск первого гидроагрегата Чебоксарской ГЭС был осуществлен при пониженной отметке Чебоксарского водохранилища (61,0 м) 31 декабря 1980 года. Для обеспечения навигации весной 1981 года уровень был повышен до промежуточной отметки – 63 м. Окончание работ по зоне затопления водохранилища до проектных 68 м было запланировано на 1987 год. Однако в связи с

недостаточным финансированием, неполной готовностью зоны затопления и незавершенными работами по защите земель и населенных пунктов, реализация проекта была приостановлена. Чебоксарское водохранилище уже более 40 лет эксплуатируется на пониженной отметке. Рабочая мощность Чебоксарской ГЭС составляет всего 450 МВт при проектной 1404 МВт, а ежегодная выработка – 2,2 млрд. кВт·ч вместо 3,6 млрд. кВт·ч, предусмотренных проектом.

### Материалы и методы исследований

Для работы над темой использовались архивные документы, сборники статистических данных, публицистическая литература, статьи в научных изданиях и периодической печати. В качестве методов научного исследования использовался сравнительно-исторический и метод системного анализа, что позволило обобщить данные источников и сгруппировать разнородные суждения и оценки.

### Результаты и проблематика

В период с 1960-х по 1989 г. численность населения города Чебоксары выросла с 100 до 450 тыс. чел. Прирост городского населения был следствием высоких темпов индустриализации республики. Машиностроение, приборостроение, электротехническая, легкая, пищевая промышленность, сопутствующая им социальная инфраструктура и опережающая их строительная индустрия явились градообразующими факторами развития столицы Чувашской республики. За этот период во всех отраслях народного хозяйства выросли специалисты способные не только возводить такие уникальные сооружения как Чебоксарская ГЭС, завод промышленных тракторов, химкомбинат, перейти на поточное строительство жилья, школ, больниц, детских учреждений, коммунальной инфраструктуры, но и эксплуатировать их на должном профессиональном уровне.

В год пуска первых агрегатов Чебоксарская ГЭС начала вырабатывать энергию. Установленная мощность в конце 1981 года составила 234000 кВт. По факту было выработано электроэнергии 311744 кВт. Среднегодовой напор составил 9,42 метра [5, л. 1]. Уже в 1985 г. было получено 10 млрд. кВт·ч электрической энергии [22, с 72].

Строительство Чебоксарской ГЭС существенно ускорило процесс урбанизации региона. Удельный вес городского населения в г. Чебоксары увеличился соответственно с 216 тыс. в 1970 г. до 419.6 тыс. чел. в 1989 г. [16]; в Новочебоксарске с 38.9 до 114.8 тыс. чел. [18, с. 6]. Переселялось в город и часть сельского населения для пополнения рабочей силы. Выполняя Постановление Совета Министров ЧАССР от 05.02.80 г. № 69 на строительство ГЭС из районов республики направили более 2000 чел. Пополнение городского населения происходило и за счет сельских жителей, переезжавших и из зоны затопления. Например, из п. Сосновка необходимо было переселить 135 семей [4, л. 19, 20].

Гидростроительство способствовало созданию производственной базы. Так к 1979 г. функционировал бетонный завод производительностью 1100 тыс. куб. м., гравийный завод, деревообрабатывающий комбинат, склад песка емкостью 2600 куб. м., растворный завод производительностью 47 тыс. куб. м в год, домостроительный комбинат производительностью 35 тыс. кв. м в год и др. [3, л. 3]. В городах проводилось интенсивное строительство жилых районов. С 1966 по 1985 год рост жилья

составил с 2,8 млн кв. м до 9,5 млн кв. м., т.е. увеличился в 3,4 раза [1, с. 242]. Строительство жилья велось параллельно с возведением объектов инфраструктуры. Так за 2 года одиннадцатой пятилетки в г. Ново-чебоксарске построены и введены в эксплуатацию 8 магазинов, площадью 1170 кв. м, 10 предприятий общепита на 850 мест, общетоварный склад площадью 2000 кв. м, картофелехранилище на 460 тонн, холодильник на 1200 тонн [6, л. 1]. Строились школы, детские дома, пионерские лагеря, санатории и дома отдыха.

Водохранилище оказывает свое воздействие на изменение метеорологических условий в прибрежной полосе. Прежде всего, как правило, уменьшается континентальность климата: движение температуры становится более плавным, суточная амплитуда температуры воздуха уменьшается, влажность воздуха увеличивается, осенние заморозки наступают позднее, а весенние прекращаются в более ранние сроки [20, с. 38–39].

После строительства Чебоксарской ГЭС водохранилище с его большим запасом стало важным источником водоснабжения промышленных городов и населенных пунктов. Однако, ухудшается экологическое состояние Чебоксарского водохранилища. Не происходит естественного самоочищения водоема, более 30% его площади занято мелководьями с глубинами менее 2 метров. Прогрев воды в летний период вызывает бурное развитие сине-зеленых водорослей и дополнительное ухудшение качества воды за счет «цветения».

Создание на Волге водного пути с гарантированной глубиной 3,65 м привело к положительному эффекту. Он выразился в увеличении тоннажа и размеров судов и образования единой водной системы в Европейской части СССР. Магистраль создавалась для объединения бассейнов Волги, Дона, Невы в одну сеть с гарантированными глубинами 4 метра для обеспечения судоходства по внутренним водным путям 5 морей (Азовского, Белого, Балтийского, Каспийского и Черного). Пока же самый проблемный 54-километровый участок Чебоксарского водохранилища от Городца до Нижнего Новгорода большегрузные суда преодолевают за несколько суток, так как гарантированная судоходная глубина выдерживается в период навигации лишь четыре часа в сутки. Из-за того, что не была достигнута проектная отметка водохранилища, по-прежнему есть ограничение движения судов класса «река-море».

До наполнения водохранилища в 1971-1980 годах общий промысел составлял 249 тонн в год. В 1980 году отлов ограничили до 120 тонн в год. В 1990 году – 519 тонн в год. Состав улова – это плотва 41%, лещ 20%, щука 18,6%. В 90-е годы вылов резко сократился. Это было связано с тем, что мелкие предприятия занижали статистику. В 2009 – 2011 годах средний улов составил 730 – 1030 тонн. Основная рыба – это плотва (36,1%) и лещ (32,2%). Сейчас в водохранилище обитает 62 вида рыб, принадлежащих к 24 семействам. Для увеличения искусственного воспроизводства рыбы ежегодно в водоем сбрасываются мальки: в Нижегородской области – 9,6 млн шт.; в Марий-Эл – 754 тыс. шт.; в Чувашии – 1,2 млн шт. [19]. В период исследования 2010-2017 гг. в водохранилище обнаружено 49 видов рыб из 15 семейств. Наиболее широко представлено семейство карповых рыб, насчитывающее 26 видов соответственно. Доминирующая группа плотва, окунь, лещ. Как отмечают авторы, большое видовое

разнообразие связано с большой проточностью. Водообмен водохранилища составляет 19–32 раза/год. Для сравнения, на Горьковском водохранилище – 6 раз/год. Общая биомасса водоема составляет 11,3–16,8 тыс. т. [17]. В последние годы наблюдается тенденция к снижению показателей. В настоящее время средняя продуктивность находится на уровне 13,7 тыс. т в год. По сравнению с плановыми показателями Чебоксарское водохранилище не оправдало ожиданий, связанных с развитием рыбохозяйственного комплекса.

Одним из главных отрицательных воздействий водохранилища стало затопление большого количества территорий. В зоне затопления оказались территории Чувашской АССР, Марийской АССР и Горьковской области. Сюда входили пойменные земельные угодья, населенные пункты, различные производственные, культурные, социальные и природные объекты.

Из справки о влиянии водохранилища ЧГЭС на с/х производство на территории Чувашской АССР (на 13.11.86 г.) мы видим, что затопляемость земель: всего – 27,9 га, в т.ч. пашни и приусадебные земли 1,7 тыс. га; сенокосы – 6,2; пастбища – 1,8; леса и кустарники – 14,0; прочие земли – 4,2 тыс. га. Потери с/х продукции в натуральном и стоимостном выражении составят (данные проектного задания от 1977 г.): зерна – 1778 тонн, картофеля 2771 тонны, овощей – 268, плодов и ягод – 17, молока – 3133 тонны, мяса – 424, шерсти – 5,2 тонны. Общая стоимость продукции в ценах 1974 г. составила 1927,2 тыс. руб. [11, л. 11].

На компенсацию потерь предусматривалось 7,4 млн рублей. Но из-за несвоевременного финансирования и недостаточной рабочей силы на январь 1986 года освоено всего 3,46 млн рублей. В частности, построена Рыкшинская оросительная система, общей площадью орошения 1340 га. Она обслуживала земли колхоза им. Свердлова Чебоксарского р-на, совхозы «Память Ульянова», «Знамя» Цивильского р-на. Построены оросительные системы в совхозе «Слава» площадью 370 га, в колхозе им. Куйбышева площадью 297 га Чебоксарского района. Начато строительство оросительной системы в колхозе «Заветы Ильича» Ядринского района площадью 2068 га. Ввод первой очереди планировался на 1987 год. Выполняя Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «По дальнейшему развитию с/х нечерноземной зоны РСФСР» силами гидростроителей возводилась объекты с/х назначения. Например, построены станция техобслуживания автомобилей на 600 ед. в год в с. Моргауши и животноводческий комплекс в колхозе им. Чапаева Моргаушского района [7, л. 168]. Кроме того, ежегодно решались вопросы помощи подшефным совхозам в заготовке кормов и уборке урожая. Так в июне 1981 года было отправлено в Козловский район 3820 чел. Надо отметить, что данные мероприятия отвлекали от основного строительства гидроузла трудовые ресурсы и технику [7, л. 71].

В результате исследования мы выяснили и другие причины отставания работ по подготовке зоны затопления. Одной из них являлась излишняя централизация работ. Большая удаленность объектов инженерной защиты от центра вела к слабому контролю, срыву сроков строительства, недостаточному финансированию. Особенно отставали работы по строительству инженерных защит в г. Чебоксары, Ядрин, пос. Юрино, Фокинской и

Лысковской с/х низин [21; 23]. Так, в 1984 г. за 8 месяцев на объектах инженерной защиты п. Сосновка из 8,4 тыс. куб. м. уложено 2,3 тыс. куб. м., что составило 27% от плана. Также в берегоукрепительные сооружения за 8 месяцев уложено 20 % запланированного объема бетона [10, л. 22–23]. Основными причинами отставания были: малая мощность производственных баз, плохая организация работ на объектах, отсутствие необходимых кадров специалистов, рабочих и жилья для их размещения [9, л. 12–18]. Кроме того, ощущался острый дефицит транспорта и строительных материалов. В результате, объемы работ по подготовке ложа водохранилища к 1981 г. были выполнены только на 50 %, в 1982 г. на 79 %, в 1983 г. – 43 %, а к 1995 г. заморожены [11, л. 3–7].

Из справки от 05.02.1986 г. по выполнению плана СМР на объектах инженерной защиты УС «Чебоксаргэсстрой» за 1981–1985 гг. (таблица 1) можно сделать вывод, что в исследуемый период практически каждый год план не выполнялся [15, л. 5, 6].

Таблица 1  
Выполнение плана СМР на объектах инженерной защиты УС  
«Чебоксаргэсстрой» за 1981–1985 гг.

Год	1981			1982			1983		
	план	факт	%	план	факт	%	план	факт	%
Горьковская обл.	7720	5456	70,7	5263	5381	102,2	5650	4089	72,3
Марий-Эл	3183	1950	61	3457	1914	55	3669	2468	67
Чувашская АССР	3300	2844	120	3500	3471	99	2500	2301	92

Год	1984			1985		
	план	факт	%	план	факт	%
Горьковская обл.	7488	2974	40	10258	6472	63,1
Марий-Эл	4661	3295	71	4600	3848	84
Чувашская АССР	3426	2724	79	4900	4507	92

Из-за несвоевременного выполнения инженерной защиты и просчетов в проектировании после наполнения водохранилища подтопленными оказались большие территории. Так, жители п. Сосновка жаловались, что их огороды и дома подтоплены и просят их переселить. (Письмо от 25.05.83). Поднявшийся уровень грунтовых вод привел в п. Октябрьский к затоплению инженерных коммуникаций, а именно водопровода, канализации, тепловых сетей. В результате, весь поселок мог остаться без воды и тепла. (Письмо от 30.06.83 Директора Заволжского торфопредприятия Маркова М.Г.). Надо отметить, что финансирование ликвидации последствий подтопления территорий в п. Октябрьский по смете на строительство Чебоксарской ГЭС не было предусмотрено [12, л. 13, 16]. Особенно отстают

работы по строительству инженерных защит г. Чебоксары, Ядрин, пос. Юрино, Фокинской и Лысковской с/х низин [9, л. 4, 12].

Недостаточное финансирование сказалось и на строительстве жилья для переселения населения. Так в 1979–80 гг. министерства и ведомства, такие как Минсельхозмаш СССР, Минлегпром СССР, Минстрой СССР, Минавтотранс СССР и др., не ввели в эксплуатацию более 40 тыс. кв. м запланированного жилья. В 1981 г. эти же министерства не ввели более 42 тыс. кв. м. В 1982 г. выделяют капиталовложений на строительство только 39,3 тыс. кв. м вместо 92 тыс. кв. м. [9, л. 20]. В результате не смогли переселить жителей, население оставалось жить на подтопляемых территориях, что много лет вызывало негативное отношение к властям.

При изучении данного вопроса нами зафиксированы случаи нецелевого использования денежных средств. Так, в г. Ядрин за счет средств, выделенных для переселения граждан из зоны затопления водохранилища Чебоксарской ГЭС, было построено 3 дома на 27 квартир и 2 дома на 60 квартир. Это полностью обеспечивало потребности переселения. Однако Ядринский горисполком из построенных 201 квартиры использовал не по назначению 80. В результате не все граждане переселились [14, л. 7]. Интерес вызывают письма граждан, сохранившиеся в архивных документах. Так. Токарев И.В., проживающий по адресу г. Ядрин, ул. Шоссейная 98, пишет письмо к XXVII съезду КПСС. В письме он сообщает, что его дом находится в зоне подтопления. Его семья из 4-х человек ранее в списках на получение квартиры была, а потом из списков исчезла. В ведомствах говорят, что они квартиру уже получили [13, л. 4–7]. Морозова Е.Н. 10 июля 1985 г. пишет письмо заместителю председателя Совета Министров. В письме она сообщает, что ее дом попал в зону подтопления, но прошло уже 10 лет, а квартиру не дали. Получен ответ, где сказано, что Морозовой Е.Н. будет выделена квартира в конце 1985 г.

Данные факты и другие последствия создания гидроузла являются одной из основных причин негативного отношения населения к вопросу о повышении подпорного уровня Чебоксарского водохранилища.

### **Заключение**

Энергия Чебоксарской ГЭС послужила началом развития новых промышленных территорий, улучшила энергоснабжение Поволжья и Центральной России. Ввод в эксплуатацию Чебоксарского гидроузла изменил облик всего региона. Города Чебоксары и Новочебоксарск начали стремительно расти. Повысился уровень благоустройства, выросли современные жилые микрорайоны, созданы комплексы культурно-бытовых и других объектов. Положительным фактором является и создание гарантированных судоходных глубин. Наряду с положительными результатами строительство гидроузла привело к появлению негативных социально-экономических и экологических процессов.

### **Список литературы**

1. Бойко, И. И. История Чувашии новейшего времени: / И. И. Бойко [и др.]. – В 2 кн. Кн. 2. 1945 – 2005. – Чебоксары, 2009. – 397 с.
2. Государственный архив современной истории Чувашской Республики. Р-3211. Оп. 1. Д. 8.
3. ГАСИ ЧР Р-3211. – Оп. 1. – Д. 179.

4. ГАСИ ЧР Р-3211. – Оп. 1. – Д. 207.
5. ГАСИ ЧР Р-3211. – Оп. 1. – Д. 242.
6. ГАСИ ЧР Р-3211. – Оп. 1. – Д. 285.
7. ГАСИ ЧР Ф-2518. – Оп. 2. – Д. 2.
8. Государственный исторический архив Чувашской Республики. – Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 1. Л.
9. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 46.
10. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 49.
11. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 50.
12. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 51.
13. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 55.
14. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 56.
15. ГИА ЧР Ф-2659. – Оп. 1. – Д. 59.
16. Итоги всесоюзной переписи населения 1970 г. Статистический сборник. – Т 1. Численность населения СССР – Москва: Статистика, 1972. – 272 с.
17. Современное состояние рыбных запасов Горьковского и Чебоксарского водохранилищ Волга и ее жизнь: сборник тезисов докладов Всероссийской научной конференции / Р. К. Катаев, А. Е. Минин, Д. И. Постнов, В. В. Вандышева; Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок, 22–26 октября 2018 г.). – Ярославль: Филигрань, 2018. – 158 с.
18. Основные итоги Всесоюзной переписи населения 1989 г. по Чувашской АССР. – Чебоксары: Чувашское республиканское управление статистики, 1990. – 236 с.
19. Отметка-68. – URL: <https://cheges.rushydro.ru/press/multimedia/otmetka-68/> (дата обращения 19.12.2022).
20. Римапов, И. Ф. Чебоксарская ГЭС / И. Ф. Римапов, А. Г. Юлковский. – Чебоксары: Чуваш. Кн. из-во, 1979. – 112 с.
21. Русинова, Н. Г. Проблемы подготовки зоны затопления Чебоксарского гидроузла / Н. Г. Русинова // Восточно-Европейский научный вестник. – 2022. – Т. 18. №1. – С. 42–44.
22. Энергетика и электротехника Чувашии: книга-альбом – Чебоксары. Чувашское книжное издательство, 2023. – С. 72.
23. Русинова, Н. Г. К вопросу проектирования и строительства Чебоксарской ГЭС (1968–1974 гг.) / Н. Г. Русинова, В. В. Магуськин // Междисциплинарный потенциал устной истории и новые пути развития исторического знания: материалы Международной научной конференции (Чебоксары, 23–24 апреля 2021 года). – Чебоксары: Среда, 2021. – С. 55-58. – DOI 10.31483/г-98522. – EDN BGOQZN.

Сведения об авторах:

Русинова Надежда Германовна – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, [rusinovang@mail.ru](mailto:rusinovang@mail.ru)

Nadezhda G. Rusinova – Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, [rusinovang@mail.ru](mailto:rusinovang@mail.ru)

Для цитирования:

Русинова, Н. Г. Значение Чебоксарского гидроузла для экономики Чувашской Республики / Н. Г. Русинова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 154–161.

Citation:

Rusinova N. G. The importance of Cheboksary hydroelectric power plant for the economy of the Chuvash republic / N. G. Rusinova // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 154–161.

УДК 338.26:711.4

## **СУЩНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

***И.П. Федосеева,***

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

***Е.В. Трофимова***

Минстрой Чувашии

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:*** в данной статье авторами поставлена задача разъяснить преимущества и недостатки методов составления сметной документации. Авторами перечислены особенности и ключевые моменты, которые необходимо учитывать при разработке смет при базисно-индексном и ресурсно-индексном методах.

***Ключевые слова:*** сметная документация, строительство, сметы.

## **THE ESSENCE AND EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF METHODS FOR THE PREPARATION OF ESTIMATES**

***Abstract:*** in this article, the authors set the task to explain the advantages and disadvantages of the methods of making estimates. The authors list the features and key points that must be taken into account when developing estimates using basic index and resource index methods.

***Keywords:*** estimated documentation, construction, estimates.

### **Введение**

Сметная стоимость строительства определяется на основе сметных нормативов и сметных цен строительных ресурсов [2].

Сметная стоимость строительства определяется тремя основными способами – ресурсным методом (далее – РМ), базисно-индексным методом (далее – БИМ), ресурсно-индексным (далее – РИМ) [1]. Выбор того или иного метода зависит от ситуации, объекта, требований законодательства и определяется непосредственно заказчиком сметной документации.

**Материал и методы исследований**

На протяжении нескольких лет в ценообразовании и сметном нормировании происходят глобальные изменения. Это способствует более точному определению размера экономической эффективности применяемых в строительстве инновационных технологий и материалов [6; 11–13]. Наблюдается тенденция на сокращение использования БИМ и распространение РИМ [3–5; 7–9].

Основные различия РИМ и БИМ приведены в таблице 1.

**Результаты и проблематика**

Таким образом, сметная документация, составляемая по РИМ, основывается на комплексной оценке затрат с использованием ресурсов, необходимых для выполнения работ, и индексов, которые отражают изменения в ценах на эти ресурсы.

Основные особенности этого метода приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Особенности РИМ**

№ п/п	Наименование особенности	Сущность
1.	Определение базовых ресурсов	РИМ требует подробного определения всех ресурсов, необходимых для выполнения строительных работ, включая материалы, трудозатраты и машины
2.	Использование индексов	Для оценки стоимости ресурсов применяются индексы, которые учитывают изменения в прейскурантах и других источниках информации о ценах. Это позволяет учитывать инфляцию и колебания рынка
3.	Структурированный подход	РИМ предполагает систематический подход к оценке затрат. Все ресурсы и их стоимость систематизируются, что упрощает контроль и анализ смет
4.	Гибкость	Метод позволяет быстро адаптировать смету в случае изменений в проекте или рыночной ситуации, просто подставив актуальные индексы
5.	Учет	При использовании РИМ учитываются не только прямые затраты, но и накладные расходы, что дает более полное представление о стоимости проекта
6.	Сложность разработки	РИМ обеспечивает точность и актуальность данных, но его составление может быть более трудоемким и требовать специальных знаний и опыта
7.	Базовые нормативы	В РИМ используются государственные или отраслевые нормативы для определения норм и затрат, что позволяет стандартизировать процесс
8.	Регулярные обновления	Поскольку индексы регулярно обновляются, сметы, составленные по РИМ, могут обрабатывать информацию о ценах более актуально и точно

Таблица 1

## Основные различия РИМ и БИМ

№ п/п	Показатель	РИМ	БИМ	Различия
1.	Сметная стоимость	Применение прямых цен из ФГИС ЦС или цен в уровне 2022 с индексами уровня 2022 года к группам однородных ресурсов	До 2019 года применение одного укрупненного прогнозного индекса. С 2020 года введены три индекса по статьям затрат	По РИМ определяется более точно
2.	Прямые затраты [2]	$PЗ=OT+MAT+EM+OT_m$ , где OT – оплата труда основных рабочих, MAT – все материальные ресурсы (материалы, оборудование, конструкции), ЭМ – эксплуатация машин, OT <sub>м</sub> – оплата труда машинистов	$PЗ=OT+MAT+EM$ , где OT – оплата труда основных рабочих, MAT – все материальные ресурсы (материалы, оборудование, конструкции), ЭМ – эксплуатация машин	В РИМ OT <sub>м</sub> вынесены из состава ЭМ, где ЭМ – эксплуатация машин, OT <sub>м</sub> – оплата труда машинистов
3.	База	Федеральная сметная нормативная база ФСНБ-2022 с изменениями 1–6. База содержит: сборники ГЭСН-2022, сборники цен на материалы, изделия и конструкции (ФСБЦ) и расценки на эксплуатацию машин и механизмов (ФСЭМ) в базисном уровне цен на 01.01.2022	Федеральная сметная нормативная база ФСНБ-2020 с изменениями 1-9. База содержит: сборники ГЭСН-2020 и ФЕР-2020 и фактически является очередной редакцией ФЕР-2001	В составе базы ФСНБ-2022, которая применяется в РИМ, отсутствуют федеральные единичные расценки (ФЕР). В РИМ используется нормативная база с новым уровнем цен 2022 года
4.	Индексы	Для каждого ресурса (по любой статье затрат) из специальной формы загружается своя цена на текущий квартал, а индексы загружаются только к тем ресурсам, по которым данная цена в общем доступе отсутствует. По каждому региону Российской Федерации своя форма	К базовой цене применяется индекс. Обычно это индексы по статьям затрат, то есть отдельно на заработную плату, отдельно на эксплуатацию машин, отдельно на материалы и единый индекс ко всей смете	

Окончание таблицы 1

№ п/п	Показатель	РИМ	БИМ	Различия
5.	Текущий уровень цен	Загрузка текущих цен и индексов к группам однородных ресурсов с сайта ФГИС ЦС	Применение ежеквартальных индексов Минстроя России к базовым ценам	БИМ в отличие от РИМ не учитывает региональные цены на строительные ресурсы и не дает понимания реальной рыночной цены
6.	Перевозка	Просчитывается для каждого материала, входящего в каждую из расценок.	Не учитывается на расстояние свыше заложенного в нормативе по каждому материалу, в том числе и по материалам, которые входят в расценку. Берётся общий тоннаж материалов с учётом класса груза и рассчитывается перевозка на определённое расстояние (1 строка в смете)	Если смета состоит из 10 расценок, в каждой по 10 материалов, то в смете по РИМ будет 100 операций, а по БИМ - всего 1 операция
6.	Конъюнктурный анализ	Проводится для 50-80% позиций сметы из-за изменений базы и более скудном каталоге материалов	Проводится для 10–30% позиций сметы	Время, которое тратит сметчик на разработку 1 позиции конъюнктурного анализа, превышает время на заполнение 1 позиции сметы примерно в 5 раз. Время на составление сметы увеличивается примерно в 2–2,5 раза

### Заключение

РИМ позволяет детально учитывать разнообразные аспекты затрат и повышает точность сметного расчета, а повсеместный переход на РИМ позволяет рассчитать стоимость строительства объектов, максимально приближенную к реальной рыночной, а также дает возможность исполнительной власти субъектов Российской Федерации регулировать ценовую политику в области строительства.

Согласно данным сайта ФРИС ЦС по состоянию на сегодняшний день на РИМ перешли 85 субъектов Российской Федерации.

Главное преимущество РИМ заключается в использовании для расчётов государственных элементных сметных норм, используемых в федеральных, отраслевых и территориальных базах, а не расценок. По словам руководства Минстроя России, в дальнейшем планируется переход на полноценный ресурсный метод определения сметной стоимости строительства и улучшение обновлённой системы ценообразования.

### Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ.
2. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. №421/пр «Об утверждении методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов российской федерации на территории Российской Федерации».
3. Алексеева, Н. А. Использование методов определения стоимости строительства в составе предпроектных проработок / Н. А. Алексеева, Д. А. Сапожников // Вектор экономики. – 2022. – №1 (67).
4. Алексеева, Н. А. Прогрессивное сметное нормирование в жилищном строительстве: миф или реальность / Н. А. Алексеева // Фотинские чтения – 2021 (осеннее собрание): сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, приуроченной к 70-летию ИМИ – ИжГТУ. – Ижевск, 2022. – С. 5–8.
5. Боброва, К. Ю. Проблемы ценообразования в строительстве и перспективы их решения / К. Ю. Боброва, Н. М. Фатьянова, Т. В. Добышева // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2022. – Т. 12. №3. – С. 482–486.
6. Богданов, В. Ф. Многослойные наружные стены и их экономическая эффективность / В. Ф. Богданов, Д. Н. Тарасов, И. П. Федосеева, В. П. Чумаков // Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2017. – №3. – С. 28–31.
7. Васильева, Е. Ю. Особенности работы сметчика в 2023 году / Е. Ю. Васильева // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2023. – №1. – С. 4–10.
8. Ефремова, О. А. Реформа ценообразования в строительстве: переход на ресурсно-индексный метод / О. А. Ефремова // Студенческий вестник. – 2022. – №30-2 (222). – С. 52–54.
9. Жирнова, М. В. Переход на ресурсно-индексную модель определения сметной стоимости строительства / М. В. Жирнова, Е. Ю. Есин // Современные тенденции инновационного развития России: теория и практика: материалы Национальной научно-практической конференции. – Нижний Новгород, 2022. – С. 50–54.

10. Зиборова, О. А. Классификация методов определения сметной стоимости объектов строительства. Плюсы и минусы применения базисно-индексного метода / О. А. Зиборова, И. А. Шпилова, Е. О. Благовестная // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. – 2021. – №3 (24). – С. 11–15.

11. Выбор оптимального типа буроинъекционных свай усиления слабых оснований высокоскоростных магистралей / Н.С. Соколов, С.С. Викторова, И.П. Федосеева, Г.М. Смирнова // Жилищное строительство. – 2019. – №12. – С. 40–44.

12. Трофимова, Е. В. Выбор оптимального организационно-технологического и экономического решения устройства кровельного покрытия и пути его совершенствования / Е. В. Трофимова, В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции. – 2014. – С. 448–454.

13. Петрова, И. В. Теория и практика проектной подготовки строительства / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов XXI Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения академика А.Н. Крылова (Чебоксары, 25 апреля 2023 года). – Чебоксары: Московский политехнический университет, 2023. – С. 92–96. – EDN JXZLBLE.

Сведения об авторах:

Федосеева Ирина Петровна – старший преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, Россия; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Трофимова Елена Владимировна – консультант Минстроя Чувашии, г. Чебоксары, Россия; e-mail: lf88@mail.ru; тел. 89033576932.

Fedoseyeva Irina Petrovna – art. Lecturer of the Department of technology, geotechnic and economy of construction Civil Engineering Faculty Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University»; Lenina ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-407, Cheboksary, Russia; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Trofimova Elena Vladimirovna, consultant of the Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Chuvash Republic, Cheboksary, Russia; e-mail: lf88@mail.ru; tel. 89033576932.

Для цитирования:

Федосеева, И. П. Сущность и эффективность применения методов составления сметной документации / И. П. Федосеева, Е. В. Трофимова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 161–166.

Citation:

Fedoseyeva I.P. The essence and effectiveness of the application of methods for the preparation of estimates / I.P. Fedoseyeva, E.V. Trofimova // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 161–166.

## ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 621.1

### ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛОВ

*Н.С. Александров,  
Е.В. Игнатьев,  
Н.А. Федоров*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в работе показана важность пусконаладочных и испытательных работ котлов для обеспечения безопасной эксплуатации котельных установок и рационального использования топлива. Представлены цели пусконаладочных мероприятий, включая выявление недостатков оборудования до начала его полноценной эксплуатации и оптимизацию коэффициента полезного действия (КПД).*

***Ключевые слова:** наладочные испытания, котел, уходящие газы, коэффициент избытка воздуха.*

### THE NEED FOR COMMISSIONING FOR INDUSTRIAL BOILERS

***Abstract:** the paper shows the importance of commissioning and testing of boilers to ensure the safe operation of boiler plants and rational use of fuel. The objectives of the commissioning activities are presented, including the identification of equipment deficiencies before the start of its full operation and the optimization of the efficiency factor (efficiency).*

***Keywords:** commissioning tests, boiler, exhaust gases, excess air coefficient.*

#### **Введение**

Пусконаладка и испытание котлов имеют критически важное значение для обеспечения безопасной эксплуатации котельных установок и рационального использования топлива. В процессе пусконаладочных работ выявляются недостатки, которые необходимо устранить до начала полноценной эксплуатации оборудования. Основной целью этих работ является подготовка, настройка, запуск и отладка смонтированного оборудования с достижением необходимых эксплуатационных режимов в соответствии с установленными нормативными требованиями. Это позволяет оптимизировать коэффициент полезного действия (КПД) как всего комплекса оборудования, так и его отдельных компонентов. Кроме того, при

правильном регламенте пуско-наладочных работ повышается надежность работы оборудования и системы в целом [4].

### Материал и методы исследований

В качестве примера для анализа использован регламент пуско-наладочных работ для котла КВА-0.25. Характеристики котла КВА-0.25 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики котла КВА-0.25

№№ п.п.	Наименование оборудования	Единица измерения	Величина	Примечание
1	2	3	4	5
<b>Водогрейный котел КВА - 0,25</b>				
1	Завод - изготовитель	ООО"ЭнергоЭкран" (Россия)		
2	Теплопроизводительность номинальная	МВт (Гкал/ч)	0,25 (0,22)	± 7%
3	Отапливаемый объем	м <sup>3</sup>	7500	
4	Рабочее давление воды	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 (6,0)	не более
5	Температура воды на выходе из котла, не более	°С	110	
6	Гидравлическое сопротивление котла	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,04(0,4)	
7	Номинальный расход воды через котел	м <sup>3</sup> /ч	8,6	
8	Температура дымовых газов на выходе из котла	°С	160 - 220	
9	Расход топлива (газ) при Qн.р =8500 ккал/м	нм <sup>3</sup> /ч	28,1	
10	Номинальное разрежение за котлом	Па/мм.в.ст.	100 (10)	
11	КПД котельной установки, не менее	%	90,1	
12	Объем топочного пространства	м <sup>3</sup>	0,53	
13	Поверхность нагрева, полная	м <sup>2</sup>	13,7	
14	Аэродинамическое сопротивление котла	мм.в.ст.	3,9	не более
15	Габаритные размеры в обмуровке не более:	длина	мм	1670
		ширина	мм	860
		высота	мм	1750
16	Масса без воды	т	1,02	
17	Тип горелки Weishaupt - Германия		WG30 N/1-C	
18	Мощность горелки	кВт	350	
19	Расход топлива	нм <sup>3</sup> /ч	36	
20	Вид топлива - природный газ			
21	Избыточное давление газа на входе	кПа	2-5	
22	Давление газа на главном клапане	кПа	1,95	
23	Газовый счетчик- ИРВИС-РС4-Ультра			

Для исследования были применены различные методы, включая экспериментальные, аналитические. Экспериментальные методы включали в себя проведение пусконаладочных работ непосредственно на котле с последующим анализом его работы в различных режимах. В рамках этого подхода проводились замеры температур, давления и расхода топлива и выполнялся анализ состава продуктов сгорания с использованием высокоточного оборудования.

Аналитические методы включали расчет тепловых нагрузок и оценку эффективности работы котла с помощью методик, предусмотренных нормативными документами [1]. В данном контексте использовались математические модели для прогнозирования поведения котла в различных режимах работы, что позволило выявить оптимальные параметры его эксплуатации.

Для более полного анализа работы котла необходимо также проанализировать тепловую схему котельной в целом. На рисунке 1 представлена принципиальная схема теплоснабжения котельной.

### Результаты и проблематика

Пуско-наладочные работы промышленных котлов включают следующие этапы [2]:

#### 1. Подготовительный.

На подготовительном этапе на основе проектной и эксплуатационной документации компаний-изготовителей подрядчик занимается разработкой рабочей программы, а также проекта производства пусконаладочных работ. Данный проект включает мероприятия по технике безопасности, а также подготавливает испытательное оборудование и приспособления, парк измерительной аппаратуры. Заказчик передает проект, утвержденный к производству работ, эксплуатационную документацию предприятий-производителей и исполнительную документацию. Также Заказчик назначает представителей по приемке пусконаладочных работ и согласовывает учетные в общем графике строительства сроки выполнения работ с подрядчиком.

#### 2. Индивидуальное опробование (пуск котла).

На данном этапе осуществляется поузловая проверка соответствия проекту выполненных монтажных работ, выявляется правильность функционирования устройств и средств, отвечающих за обеспечение безопасной работы оборудования в соответствии с правилами техники безопасности и соблюдением охраны труда. Также составляется акт рабочей комиссии о приемке оборудования после индивидуального опробования, затем проводится проверка приборов. Схема теплотехнических измерений представлена на рис. 2.

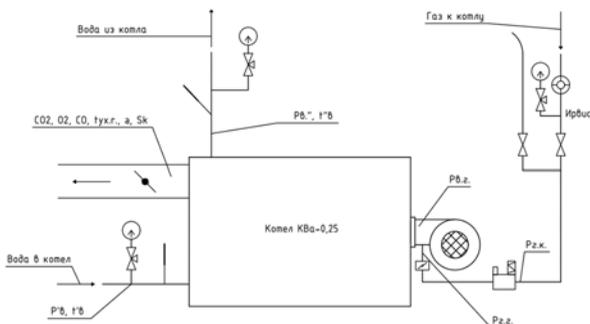


Рис. 2. Схема теплотехнических измерений при испытании котла

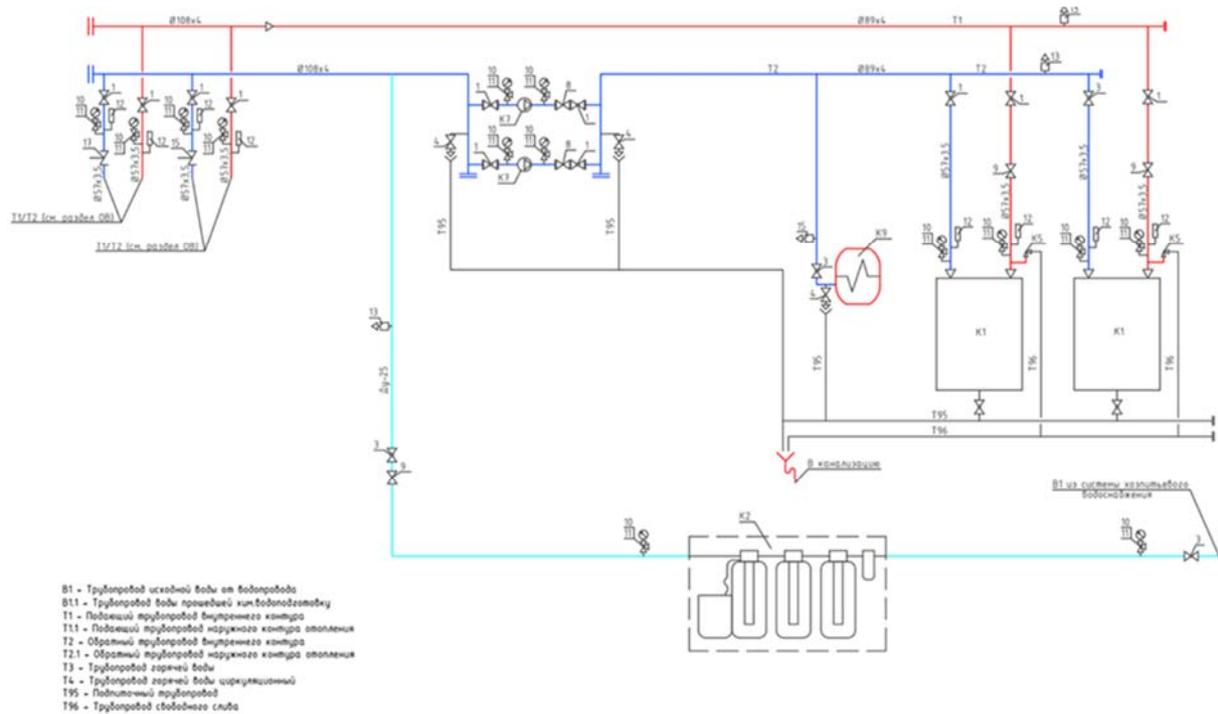


Рис. 1. Принципиальная схема теплоснабжения котельной

### 3. Пусковые работы котельной (Пуск котельной).

На этом этапе персонал Заказчика проходит инструктаж по вопросам обслуживания теплоэнергетического оборудования; выполняется подготовка к пуску и последующий пуск оборудования с арматурой и коммуникациями. Организуется постоянное наблюдение за поведением и состоянием элементов оборудования при работе вхолостую, обеспечивается наблюдение за принятием нагрузки и её доведением до величины, которая установлена Заказчиком для комплексного опробования.

Составляется список недоделок и дефектов, выявленных при пуске оборудования и коммуникаций. После проведения этих работ персоналу Заказчика выдаются рекомендации по особенностям эксплуатации.

### 4. Наладка и комплексное опробование котельной (Наладка котлов и котельной).

На данном этапе осуществляется пуск и предварительная наладка работы основного и вспомогательного оборудования, а также комплексное испытание под нагрузкой в соответствии с требованиями СП и ТУ в режиме, который установлен Заказчиком или предусмотрен проектом. Разработка режимных карт осуществляется на основании показаний эксплуатационного оборудования под нагрузкой при комплексном испытании [3–10]. По результатам комплексного опробования составляются акты.

### 5. Режимно-наладочные испытания

На данном этапе осуществляется обработка режимов работы основного и вспомогательного оборудования по качественным и количественным показателям с выявлением оптимальных условий работы этого оборудования. Также осуществляется обработка результатов испытаний, на основное и вспомогательное оборудование составляются режимные карты. Инструкции по технической эксплуатации установленного оборудования составляются совместно с инженерно-техническим персоналом Заказчика. После устранения всех замечаний и дефектов в соответствии с технологическим режимом работы основного и вспомогательного оборудования производятся их испытания для проверки качества наладочных работ и соответствия их режимным картам.

### 6. Оформление технической документации.

Составляется технический отчет в соответствии с утвержденными методиками. Данный отчет регистрируется в Ростехнадзоре.

Оформляется приемо-сдаточная и исполнительная документация.

Пусконаладочные работы зависят от комплектации котельной и проводятся от 3 дней до 2 недель. Затем технические специалисты составляют отчет о пусконаладочных работах и предоставляют его заказчику.

Пусконаладочные работы котельных являются очень важным фактором и должны производиться только высоко квалифицированными сертифицированными специалистами, при помощи специального высокоточного оборудования

Таблица 2

Сводная таблица результатов измерений водогрейного котла  
 типа КВа-0,25 ст. №1 с горелкой WG30 N/1-C

№№ п.п.	ПАРАМЕТРЫ	Единица измерения	Обозна- чение	Нагрузка	
				24,9	86,2
1	2	3	4	5	6
1	Теплопроизводительность котла	кВт	Q <sub>к</sub>	62,4	215,5
2	Расход воды через котел	м <sup>3</sup> /ч	G <sub>к</sub>	8	8
3	Давление воды на входе в котел	Мпа	P' <sub>вх.</sub>	0,15	0,15
4	Давление воды на выходе из котла	кгс/см <sup>2</sup>	P'' <sub>вых.</sub>	1,4	1,4
5	Температура воды на входе в котел	°С	t' <sub>вх.</sub>	54	60
6	Температура воды на выходе из котла	°С	t'' <sub>вых.</sub>	61	83,3
7	Вид топлива			Природный газ	
8	Низшая теплотворная способность топлива	ккал/нм <sup>3</sup>	Q <sub>р.н.</sub>	8114	8114
9	Расход газа по прибору "нормальный"	нм <sup>3</sup> /ч	V <sub>г.нр.</sub>	7,1	25,0
10	Количество работающих горелок	шт.	n	1	1
11	Давление газа перед котлом	мбар	P <sub>г.к.</sub>	23,0	19,5
12	Давление газа после клапана	мбар	P <sub>г.г.</sub>	15,0	14,5
13	Температура воздуха перед горелкой	°С	t <sub>х.в.</sub>	21	21
14	Давление (разряжение) за котлом	hPa	S <sub>к.</sub>	-0,59	-0,29
15	Температура уходящих газов за котлом	°С	t <sub>ух.г.</sub>	58	160
16	Состав продуктов сгорания за котлом :				
	а) углекислый газ	%	CO <sub>2</sub>	6,6	8,6
	б) кислород	%	O <sub>2</sub>	9,3	5,7
	в) окись углерода	%	CO	-	-
17	Коефф. Избытка воздуха за котлом	-	a	1,71	1,33
18	Потери тепла с уходящими газами	%	q <sub>2</sub>	2,43	7,35
19	Потери тепла с химическим недожогом	%	q <sub>3</sub>	-	-
20	Потери тепла в окружающую среду (ном.)	%	q <sub>5</sub>	1,12	1,12
21	Потери тепла в окружающую среду (факт.)	%	q' <sub>5</sub>	4,49	1,30
22	КПД котла (брутто)	%	η <sub>к.</sub>	93,08	91,36
23	Удельный расход топлива на 1 Гкал	кг/ч	b <sub>н</sub>	132,4	134,9
24	Удельный расход усл. Топлива на 1 Гкал	кг.у.т./гкал	b <sub>уд.</sub>	153,5	156,4

Пуско-наладочные работы должны соответствовать следующим требованиям:

- пусконаладочные работы, в случаях, предусмотренных руководством (инструкцией) по эксплуатации, проводятся на оборудовании под давлением после окончания монтажных работ с оформлением удостоверения о качестве монтажа и проведения первичного технического освидетельствования;
- наладка оборудования под давлением должна быть выполнена по программе, разработанной организацией, выполняющей соответствующие работы, и согласованной с эксплуатирующей организацией до начала производства работ. В программе должны быть отражены содержание и

порядок выполнения всех технологических и контрольных операций с обеспечением наладки на всех режимах работы, установленных проектом.

1. Продолжительность проведения наладочных работ определяется программой в зависимости от сложности оборудования. Пуск оборудования для проведения пусконаладочных работ осуществляется в порядке, установленном программой, совместно работниками эксплуатирующей организации и организацией, производящей наладку.

2. Программа наладочных работ должна предусматривать необходимость и порядок проведения

3. По окончании наладочных работ проводят комплексное опробование оборудования под давлением, а также вспомогательного оборудования при номинальной нагрузке по программе комплексного опробования, разработанной организацией, проводящей соответствующие работы, и согласованной с эксплуатирующей организацией. Продолжительность проведения комплексного опробования котлов должна составлять не менее 72 часов, а трубопроводов тепловых сетей – не менее 24 часов.

### Заключение

Следует отметить последствия неправильной пуско-наладки:

- нарушение технологии продувки. При нарушении технологии продувки может возникнуть взрыв топлива;

- экономически нецелесообразное использование топлива. При неправильном подборе коэффициента избытка воздуха или при неправильном аэродинамическом режиме;

- сверхнормативное форсирование. Перегрев металла и вследствие его течи. Локальное деформирование;

- экологические выбросы. NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> в частности которые разрушают озоновый слой;

- недостатки водоподготовки, что ведет к образованию накипи;

- нарушение регламента разогрева может привести к локальным деформациям.

Таким образом, необходимо тщательно соблюдать регламент и инструкции по пуско-наладке котельного оборудования.

### Список литературы

1. СО 34.02.320-2003. Методические указания «Организация контроля газового состава продуктов сгорания стационарных паровых и водогрейных котлов».

2. Гипшман, И. М. Наладка и испытания отечественных и зарубежных водогрейных котлов: учебно-методическое пособие / И. М. Гипшман, П. П. Кутлер; Федеральное агентство по образованию, Ин-т повышения квалификации гос. служащих (ИПКГосслужбы), Каф. «Эксплуатация энергетических объектов и энергосбытовая деятельность». – Москва: ИПКГосслужбы, 2008. – 94 с. – EDN QMKBTU.

3. Каменецкий, Б. Я. Методы наладки котлов / Б. Я. Каменецкий // Промышленная энергетика. – 2013. – №7. – С. 50–51. – EDN QLPWZ.

4. Rusinova N. G., Fedorov N. A. The issues of reliability of microclimate creation systems / N. G. Rusinova, N. A. Fedorov // Lecture notes in civil engineering, 2022. T. 197. Pp. 247–253.

5. Немировский, Ю. В. Проблемы теплопроводности тепловых сетей / Ю. В. Немировский, А. С. Мозгова // Материалы XI Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» (Новосибирск, 3–5 апреля 2018 года). – Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2018. – С. 9–15. – EDN YQLSKD.

6. Мозгова, А. С. Проблемы теплопроводности замкнутых сосудов давления / А. С. Мозгова // Наука. Промышленность. Оборона: труды XIX Всероссийской научно-технической конференции (Новосибирск, 18–20 апреля 2018 года) / под ред. С. Д. Саленко. – В 4 т. Т. I. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – С. 63–65. – EDN XQNTWH.

7. Mozgova, A. S. Energy Survey of the Cogeneration Plant / A. S. Mozgova, T. V. Shchennikova // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. Vol. 197. P. 211–218. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6\_23. EDN VGLUKA.

8. Мозгова, А. С. Энергетическое обследование тепловой электростанции (ТЭС) / А. С. Мозгова, Т. В. Щенникова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 274–279. – EDN ZQBNQM.

9. Щенникова, Т. В. Анализ потребления энергоресурсов на примере бюджетных организаций / Т. В. Щенникова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 279–286. – EDN UIOUUA.

10. Русинова, Н. Г. Эффективность работы повысительных установок в котельной / Н. Г. Русинова, Н. А. Федоров // Вестник КИГИТ. – 2019. – №1. – С. 112–119. – EDN MIVUIO.

Сведения об авторах:

Александров Никита Сергеевич – студент 3-го курса ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Чебоксары Россия.

Игнатьев Егор Владимирович – студент 3-го курса ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия.

Федоров Николай Анфимович – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия, [niknadin@yandex.ru](mailto:niknadin@yandex.ru)

Aleksandrov N. S. – 3rd year student in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia.

Ignatyev E. V. – 3rd year student in Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education «I.N. Ulianov Chuvash State University», Cheboksary, Russia.

Fedorov N. A. – Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, [niknadin@yandex.ru](mailto:niknadin@yandex.ru)

Для цитирования:

Александров, Н. С. Необходимость пуско-наладочных работ для промышленных котлов / Н. С. Александров, Е. В. Игнатьев, Н. А. Федоров // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 167–174.

Citation:

Aleksandrov N. S. The need for commissioning for industrial boilers / N. S. Aleksandrov, E. V. Ignatyev, N. A. Fyodorov // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 167–174.

УДК 697.343

## ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*А.С. Мозгова,  
Т.В. Щенникова,  
Д.В. Куракова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** в статье рассмотрена реконструкция участка трубопроводов тепловых сетей, проложенных вдоль территории детского сада в надземном варианте. Согласно новым требованиям нормативных документов, прокладка трубопроводов в надземном варианте по территории детских садов, школ и т.д. не допускается. При реконструкции необходимо теплотрассу проложить в подземном варианте. Основная сложность проектирования теплотрассы в подземном варианте – выдержать нормативное расстояние между коммуникациями (линии электропередачи, газоснабжение, канализация и т.д.).

**Ключевые слова:** тепловые сети, трубопроводы тепловых сетей, реконструкция, линии электроснабжения, газоснабжение, непроходные каналы.

## LAYING OF HEAT SUPPLY PIPELINES IN CRAMPED CONDITIONS

**Abstract:** the article considers the reconstruction of a section of pipelines of thermal networks laid along the territory of a kindergarten in an above-ground version. According to the new requirements of regulatory documents, laying pipelines in an above-ground version on the territory of kindergartens, schools, etc. is not allowed. During the reconstruction, it is necessary to lay the heating main in an underground version. The main difficulty in designing a heating main in the underground version is to maintain the standard distance between communications (power lines, gas supply, sewerage, etc.).

**Keywords:** heating networks, pipelines of heating networks, reconstruction, power supply lines, gas supply, impassable channels

### Введение

Прокладка тепловой сети – это организация инженерно-строительных сооружений для доставки тепла от источника к потребителям посредством транспортировки теплоносителя.

Надземная прокладка теплосети – это прокладка с использованием эстакад или специальных отдельно стоящих опор. При надземной прокладке тепловой сети следует предусматривать металлические кожухи, не позволяющие посторонним лицам получить доступ к осевым

(сильфонным и линзовым) компенсаторам, а также к затворам и задвижкам и защищающие их от атмосферных осадков.

Актуальность темы исследования заключается в необходимости проведения реконструкции системы теплоснабжения в связи с большим износом сетей. Реконструкция системы теплоснабжения зачастую проводится в очень стесненных условиях, и соблюдение требования нормативных документов порой просто невозможно [1–11]. Согласно нормативным документам, надземная прокладка на территории детских садов, школ запрещена. Сети прокладываемые 30 и более лет назад руководствовались нормам соответствующего года прокладки. При существующей реконструкции необходимо руководствоваться текущими нормами.

### **Объект исследования**

Объектом исследования (рисунок 1) является Квартальная теплотрасса отопления и ГВС от ТЭЦ (ТК-506). Теплотрасса отопления от ТК-506 у д. 7/5 по ул. Страж Революции до УТ-506-к3 у д. 3 по ул. Страж Революции разработана на основании:

- технического задания на проектирование, выданного заказчиком;
- схемы тепловой сети.

### *Характеристика трассы линейного объекта*

В административном отношении участок работ находится по адресу: Российская Федерация, Нижегородская область, от ТК-506 по ул. Коминтерна.

### *Описание рельефа местности*

Город расположен на пересечении высокогорных террас и низменно-высотных платформ. Геоморфологически город можно разделить на несколько зон:

1. Высокие террасы. Расположены на правобережной части города и имеют высоту до 80-90 м над уровнем Волги. В данной зоне находятся районы Автозаводского района, Сормовского района и Ленинского района.

2. Средние террасы. Расположены между высокими террасами и низменно-высотными платформами. Это зона, в которой расположены центральные районы города: Приволжский, Московский, Нижегородский и другие.

3. Низменно-высотные платформы. Расположены на левобережной части города и имеют высоту не более 30–40 м над уровнем Волги. В данной зоне находятся Советский и Автозаводский районы. По геологической структуре город расположен на восточной части Волго-Уральского мегаблока. Здесь преобладают сланцы, пески, глины и известняки.

Геоморфология города в значительной степени повлияла на развитие города, его строительство и инфраструктуру. Например, на высоких террасах расположены крупные промышленные предприятия, а на низменно-высотных платформах – жилые микрорайоны.



Рис. 1. Объект исследования

Проектом предусматривается реконструкция тепловых сетей:

– с заменой существующих трубопроводов на стальные трубопроводы в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции (ГОСТ Р 56227-2014) с прохождением по старой трассировке в непроходном канале в соответствии с данными в таблице в п. 10.2.; схема прокладки двухтрубная, по существующей трассе.

– с заменой существующих трубопроводов с надземным способом прокладки на стальные трубопроводы в пенополимерминеральной (ППМ) изоляции (ГОСТ Р 56227-2014) в непроходном канале в соответствии с данными в таблице в п. 10.2.; схема прокладки двухтрубная.

При проектировании тепловых сетей необходимо выдерживать расстояния до фундаментов зданий и сооружений, водопроводов, газопроводов и т.д.

Расстояния по горизонтали от строительных конструкций тепловых сетей или оболочки изоляции трубопроводов до зданий, сооружений и инженерных сетей расписаны в нормативных документах.

Обследуемая теплотрасса проложена в надземном варианте на территории детского сада. Согласно нормативным документам на территории детских садов запрещена открытая прокладка трубопроводов тепловых сетей. Выполняя реконструкцию системы теплоснабжения, необходимо запроектировать подземную прокладку. Исходя из изыскательской документации, в земле проложены трубопроводы газоснабжения, канализации и электрические сети.

Расстояния от фундамента здания до канала теплотрассы необходимо выдерживать 2 метра, до газопровода 4 метра, канализации – 1 метр.

При нанесении теплотрассы, каналом размером 1480 x 600, не получается выдержать нормативные значения от фундамента, газопровода и канализации.

Было принято решение выполнить прокладку трубопроводов друг над другом. Внутренние размеры составляют 810 мм (в классическом исполнении размер составлял бы 1300 мм).

План теплотрассы представлен на рисунке 2. Разрез тепловой трассы представлен на рисунке 3.



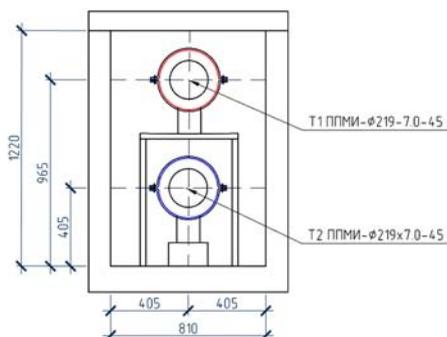


Рис. 3. Разрез тепловой трассы

### Заключение

Практическое значение статьи заключается в необходимости проведения реконструкции тепловых сетей учитывая пересечения с другими коммуникациями. В статье рассмотрены основные проектные решения по прокладке трубопроводов тепловых сетей в непроходном канале в нестандартном исполнении в связи прохождения теплотрассы в стесненных условиях.

### Список литературы

1. Nemirovsky Y.V., A.S. Mozgova (2019). Two-dimensional steady-state heat conduction problem for heat networks J. Phys.: Conf. Ser. 1359 012138.
2. Nemirovsky Y.V., A.S. Mozgova (2019). Thermal conductivity of cylindrical tanks for backup fuel of boiler rooms J. Phys.: Conf. Ser. 1382 012139.
3. Nemirovsky Y.V., A.S. Mozgova (2018). Problems of thermal conductivity for storage tanks of liquefied gases and oil products Journal of Physics: Conf. Series 1128 012131.
4. Nemirovsky Y.V., Mozgova A.S. (2020). Thermal conductivity of gasholders during gas storage. Journal of Physics: Conference Series 1565 012057.
5. Mozgova A., Shennikova T. (2020). Determination of the real energy efficiency of the inlet ventilation air heater and air curtain. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 890 012147.
6. Немировский, Ю. В. Определение тепловых потерь на участке слоистого трубопровода тепловых сетей / Ю. В. Немировский, А.С. Мозгова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2017. – №2 (32). – С. 23–32.
7. Мозгова, А. С. Энергетическое обследование котельных и тепловых сетей/ А.С.Мозгова, А.В. Суриков// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСР-2016. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та.
8. Mozgova A., Shennikova T. (2020). Determination of the real energy efficiency of the inlet ventilation air heater and air curtain. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 890 012147.

9. Терехова, О. П. Экологические проблемы водопользования / О. П. Терехова, Т. В. Щенникова // Инновационные технологии в системах водоснабжения и водоотведения: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 24–25 октября 2019 года) / ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет И.Н. Ульянова». – Чебоксары: Среда, 2019. – С. 121–127. – EDN GRHPZE.

10. Щенникова, Т. В. Анализ потребления энергоресурсов на примере бюджетных организаций / Т. В. Щенникова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 279–286. – EDN UIOUUA.

11. Кирисов, Д. Е. Повышение надёжности системы тепловых сетей / Д. Е. Кирисов, Т. В. Щенникова // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 21–25. – EDN ZZOGIA.

Сведения об авторах:

Мозгова Анна Станиславовна – доцент кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, mozgova-energo@yandex.ru

Щенникова Татьяна Владимировна – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, shchenn@mail.ru

Куракова Дарья Вадимовна – ассистент кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, rusinovang@mail.ru

Anna S. Mozgova – Associate Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, mozgova-energo@yandex.ru

Tatiana V. Schennikova – Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, shchenn@mail.ru

Kurakova Daria Vadimovna – Assistant of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, darya.kurakova.99@bk.ru

Для цитирования:

Мозгова, А. С. Прокладка трубопроводов тепловых сетей в стесненных условиях / А. С. Мозгова, Т. В. Щенникова, Д. В. Куракова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 175–180.

Citation:

Mozgova A.S. Laying of heat supply pipelines in cramped conditions / A.S. Mozgova, T.V. Schennikova, D.V. Kurakova // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024. Cheboksary: Sreda, 2024. – P. 175–180.

УДК 628.8.02; 621.311

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОГО МИКРОКЛИМАТА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

*Н.Г. Рушинова,*

*Н.А. Соловьев*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** обеспечение оптимального микроклимата и энергосбережения в складских помещениях важно для предотвращения порчи товаров и снижения расходов на хранение. На фоне роста цен на энергоресурсы и стремления к экологической устойчивости эта тема становится критически значимой для логистики и снижения углеродного следа. В статье авторы приводят проблемы и пути решения обеспечения требуемого микроклимата и энергосбережения складских помещений.*

***Ключевые слова:** микроклимат, энергосбережение, складские помещения, хранение товаров, температурный режим, влажность.*

## ENSURING THE REQUIRED MICROCLIMATE AND ENERGY SAVING IN WAREHOUSES

***Abstract:** ensuring an optimal microclimate and energy saving in warehouses is important to prevent spoilage of goods and reduce storage costs. Against the background of rising energy prices and the desire for environmental sustainability, this topic is becoming critically important for logistics and reducing the carbon footprint. In the article, the authors present problems and solutions to ensure the required microclimate and energy saving of warehouses.*

***Keywords:** microclimate, energy saving, warehouses, storage of goods, temperature regime, humidity.*

### Введение

Складские помещения играют важную роль в логистической цепочке. Они обеспечивают хранение продукции до её распределения на рынке, и любое нарушение условий хранения может привести к порче товаров, увеличению расходов и даже экологическим последствиям.

Один из таких примеров – это случай с хранением химических веществ, который произошел в 1984 году в индийском городе Бхопал (Бхопальская катастрофа).

В ночь с 2 на 3 декабря 1984 года на химическом заводе Union Carbide в Бхопале произошел взрыв в одном из складских помещений, где хранились токсичные химические вещества, в частности изоцианат метила. Из-за неправильных условий хранения и плохого контроля за складированием этих опасных веществ произошел выброс токсичного газа в атмосферу. Это привело к гибели более 3 тысяч человек, а также нанесло долгосрочный ущерб экосистемам региона (рис. 1).



Рис. 1. Бхопальская катастрофа

Хотя этот случай относится к хранению химических веществ, а не продуктов или товаров обычного потребления, он демонстрирует, как неправильное хранение опасных материалов в складах может привести к серьезным экологическим и человеческим последствиям. Порой такие происшествия оказываются гораздо более разрушительными, чем предполагается, и требуют пересмотра методов управления хранением на складах, особенно когда речь идет о токсичных или химически активных веществах.

Этот случай стал уроком, который привел к ужесточению стандартов безопасности на складах по всему миру и стал катализатором для разработки более строгих экологических и безопасных практик в области хранения опасных материалов.

Так что исторический пример Бхопала ясно демонстрирует, как неправильное хранение и недостаточный контроль за условиями складских помещений могут привести не только к экономическим убыткам, но и к катастрофическим экологическим последствиям.

В современном мире правильные условия хранения — это вопрос не только сохранности, но и безопасности.

Кроме того, на фоне роста стоимости энергоресурсов и стремления к экологической устойчивости вопросы энергосбережения становятся актуальными для всех видов помещений, включая склады [1-9]. Нашей задачей сегодня станет не только рассмотреть основные проблемы в этой области, но и обозначить эффективные решения, которые могут помочь оптимизировать условия хранения и снизить энергопотребление.

### **Материал и методы исследований**

Обеспечение оптимального микроклимата и энергосбережения в складских помещениях важно для предотвращения порчи товаров и снижения расходов на хранение. На фоне роста цен на энергоресурсы и стремления к экологической устойчивости эта тема становится критически значимой для логистики и снижения углеродного следа.

#### **Задачи**

1. Проанализировать основные проблемы, связанные с обеспечением требуемого микроклимата в складских помещениях.
2. Рассмотреть влияние температурных колебаний, влажности и вентиляции на сохранность продукции.

3. Исследовать основные проблемы энергосбережения на складах, включая избыточное энергопотребление и неэффективное оборудование.

4. Представить решения, направленные на улучшение микроклимата и снижение энергозатрат, включая автоматизацию и использование возобновляемых источников энергии.

5. Оценить перспективы внедрения энергоэффективных технологий в складских помещениях для достижения устойчивого развития.

Этот пункт предполагает анализ возможностей и выгод от применения энергоэффективных технологий в складской логистике. Целью является понимание того, как эти технологии могут помочь складам сократить энергозатраты, улучшить условия хранения и уменьшить влияние на окружающую среду. В рамках этой задачи стоит рассмотреть:

- преимущества энергоэффективных решений – например, внедрение светодиодного освещения, улучшенной теплоизоляции и современных систем вентиляции;

- возможности использования возобновляемых источников энергии – например, солнечных панелей для частичного покрытия энергопотребностей склада;

- экономическая выгода и окупаемость – оценка, насколько быстро такие технологии могут окупиться за счёт снижения затрат на электроэнергию и обслуживание;

- влияние на экологическую устойчивость – снижение углеродного следа и соответствие экологическим стандартам, что способствует устойчивому развитию компании.

### Результаты и проблематика

1. Проблемы обеспечения требуемого микроклимата в складских помещениях

Во-первых, необходимо рассмотреть, какие проблемы возникают при поддержании нужного микроклимата на складах.

Основной из них являются температурные колебания. При неправильном температурном режиме многие товары подвержены порче. Те же самые продукты питания требуют соблюдения конкретного температурного диапазона, и его нарушение может привести к быстрой потере качества. Лекарственные препараты также чувствительны к перепадам температур, что делает контроль температуры на складе жизненно важной задачей. Пример из истории — Древний Египет. Для хранения зерна египтяне использовали подземные хранилища, где температура оставалась стабильной благодаря естественной теплоизоляции земли. Это позволяло сохранять урожай в течение длительного времени, несмотря на жаркое климатическое состояние. Такие хранилища использовались и в других культурах. Это пример раннего использования природных факторов для стабилизации микроклимата на складах.

Другой немаловажный фактор – влажность. Слишком высокая влажность может способствовать появлению плесени, гниению и коррозии материалов. В то же время, если влажность слишком низкая, это приводит к пересыханию упаковочных материалов и к трещинам, что особенно актуально для товаров, требующих определенной влажности воздуха. Например, в Индии в XIX веке, где высокая влажность была проблемой для хранения текстиля, в таких городах как Мумбаи, склады были оборудованы

системами вентиляции и сушки, чтобы предотвратить порчу тканей. Это была ранняя форма управления влажностью в крупных коммерческих хранилищах, которая позволяла минимизировать потери.

Также нельзя забывать о вентиляции и воздухообмене. Плохо вентилируемые помещения могут стать причиной накопления углекислого газа и других вредных веществ, что создает риск для здоровья сотрудников и способствует образованию плесени и неприятных запахов. Эффективная система вентиляции не только обеспечивает свежий воздух, но и позволяет поддерживать стабильный уровень температуры и влажности. В 1960-х годах в одном из складских комплексов в Советском Союзе произошел случай, когда плохая вентиляция и накопление угарного газа стали причиной трагедии. В помещении, где хранился уголь, не было достаточной вентиляции. Когда один из сотрудников зашел в склад, он был отравлен угарным газом, выделявшимся из-за горения угля в закрытом помещении без должного воздухообмена. Это привело к гибели нескольких человек и серьезному отравлению других.

### 2. Проблемы энергосбережения в складских помещениях.

Теперь давайте перейдем к проблемам энергосбережения.

Одной из основных проблем здесь являются избыточные энергозатраты на отопление и охлаждение. Если здание склада плохо изолировано, то значительная часть тепла или холода теряется через стены, крышу и окна. В итоге, для поддержания нужной температуры требуется больше энергии, что приводит к росту расходов. Избыточные затраты на отопление были широко распространены на складах в холодных климатах, например, в Скандинавии в XIX веке. В те времена для обогрева складов использовались большие угольные печи, что значительно увеличивало расходы на топливо и оказывало влияние на экосистему. Только с развитием технологий в середине XX века и внедрением более эффективных отопительных систем, таких как паровые котлы и современные изоляционные материалы, ситуация улучшилась.

Другая проблема – неэффективное освещение. Многие склады до сих пор используют устаревшие лампы накаливания или люминесцентные лампы, которые потребляют много электроэнергии и часто требуют замены. Например, в Лондоне в конце XIX века большинство складских помещений освещались газовыми лампами, что не только потребляло много энергии, но и создавало дополнительные риски для безопасности. С переходом на электрическое освещение в 1900-е годы складские помещения начали экономить значительное количество энергии. Кроме того, в больших помещениях без автоматического управления освещением свет может оставаться включенным даже в те моменты, когда в этом нет необходимости, например, ночью или в зонах с низкой активностью.

Последняя проблема – использование устаревшего оборудования для отопления, вентиляции и кондиционирования. Старые системы не всегда эффективны и потребляют больше энергии, чем современные модели. Зачастую их модернизация или замена откладываются из-за высоких начальных затрат, однако в долгосрочной перспективе это может привести к значительной экономии.

### 3. Решения для улучшения микроклимата и энергосбережения

Теперь обсудим возможные решения.

Одним из наиболее эффективных решений является внедрение автоматизированных систем управления климатом. Современные технологии позволяют настроить автоматический контроль температуры, влажности и вентиляции, которые адаптируются к изменяющимся условиям в помещении. Такие системы мониторят показатели и поддерживают нужные параметры в реальном времени, что минимизирует вмешательство человека и снижает риск ошибок.

Также важно использовать энергосберегающие технологии. Применение современных утеплителей, установка энергоэффективных обогревателей и кондиционеров могут сократить энергозатраты на 20–30%. LED-освещение – еще один пример, как можно уменьшить потребление энергии, так как светодиодные лампы работают дольше, потребляют меньше электроэнергии и имеют меньший экологический след. В Франции в 1950-х годах стали использовать новые теплоизоляционные материалы, что позволило значительно снизить потребление энергии на складах. В 2000-х годах в таких странах, как Германия, активно стали внедрять технологии пассивного строительства, что позволило значительно сократить потребление энергии и минимизировать углеродный след.

Изоляция и герметизация помещений – это еще один важный шаг к повышению эффективности. Использование качественных теплоизоляционных материалов для стен, крыш и окон помогает сохранить температуру в помещении и снизить затраты на обогрев или охлаждение. Плотные двери и окна предотвращают утечку тепла зимой и холодного воздуха летом, что особенно важно в условиях климатических колебаний.

Наконец, все чаще используются возобновляемые источники энергии. Установка солнечных панелей, например, позволяет использовать солнечную энергию для удовлетворения части потребностей склада в электричестве. Это не только снижает нагрузку на традиционные энергоресурсы, но и помогает предприятиям достичь целей по снижению углеродного следа. В Нидерландах с 2000 года активно начали устанавливать солнечные панели на крышах складов, что позволило не только сократить расходы на электроэнергию, но и уменьшить углеродный след. Примером может служить крупная сеть распределительных складов в Амстердаме, где солнечные панели обеспечивают до 40% потребности в энергии для отопления и освещения складов (рис. 2).



Рис. 2. Возобновляемые источники энергии. Установка солнечных панелей

### Заключение

В заключение можно подчеркнуть, что проблемы обеспечения оптимального микроклимата и энергосбережения в складских помещениях имеют долгую историю и требуют постоянного совершенствования подходов. Мы увидели, как от древних методов хранения, использовавшихся еще в Египте, до современных инновационных технологий, таких как автоматизированные системы управления климатом и возобновляемые источники энергии, прогресс в этой области позволил значительно улучшить условия хранения товаров и снизить энергозатраты.

Примеры из истории, такие как использование подземных хранилищ в Древнем Египте для стабилизации температуры или применение солнечных панелей на складах в Нидерландах, показывают, как различные культуры и эпохи адаптировались к климатическим условиям и технологическим вызовам своего времени. Внедрение современных энергосберегающих технологий и использование альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели, позволяет не только значительно сократить расходы на энергию, но и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, решение вопросов микроклимата и энергосбережения на складах требует комплексного подхода, включая не только технологические инновации, но и использование проверенных временем решений, адаптированных к современным условиям. Совершенствование систем отопления, вентиляции и кондиционирования, повышение энергоэффективности зданий с помощью новых материалов и использование возобновляемых источников энергии являются неотъемлемой частью устойчивого развития складских помещений.

С каждым годом становится все более очевидным, что будущее складской логистики лежит в сторону энергоэффективных и экологически безопасных решений, которые помогают не только минимизировать затраты, но и содействуют охране окружающей среды. Внедрение этих технологий обеспечит не только оптимальные условия для хранения продукции, но и позволит компаниям достигать своих целей в области устойчивого развития и сокращения углеродного следа.

### Список литературы

1. ГОСТ 30494-2011. Микроклимат рабочих зон производственных помещений: государственный стандарт Российской Федерации: в ред. от 2020 года / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва, 2020. – 45 с.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Санитарно-эпидемиологические требования к воздуху рабочей зоны. – Москва: Издательство стандартов, 1989. – 16 с.
3. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и микроклимату производственных помещений. – Москва: Госстройиздат, 1996. – 24 с.
4. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: свод правил / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва, 2020. – 55 с.

5. СП 131.1330.2020. Строительная климатология: свод правил / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – Москва, 2020. – 60 с.

6. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59–64. – EDN NZKEDD.

7. Сметанин, В. А. Разработка озонатора воздуха для создания микроклимата на свиноводческих фермах / В. А. Сметанин, В. А. Творогов, В. В. Васильева // Молодежь и инновации: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17–18 марта 2022 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 400–403. – EDN MLNGZN.

8. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. – EDN BWJYWE.

9. Русинова, Н. Г. Вопросы надежности систем создания микроклимата / Н. Г. Русинова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 304–310. – EDN UDZVOH.

Сведения об авторах:

Русинова Надежда Германовна – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, rusinovang@mail.ru

Соловьев Никита Андреевич – студент 3 курса, Чувашский государственный университет, Чебоксары, Россия, nasolovev12@gmail.com

Nadezhda G. Rusinova – Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, rusinovang@mail.ru

Nikita A. Solovev – 3rd year student Chuvash State University, Cheboksary, Russia nasolovev12@gmail.com

Для цитирования:

Русинова, Н. Г. Обеспечение требуемого микроклимата и энергосбережения в складских помещениях / Н. Г. Русинова, Н. А. Соловьев // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 181–187.

Citation:

Rusinova N. G., Solovev N. A. Ensuring the required microclimate and energy saving in warehouses / N. G. Rusinova, N. A. Solovev // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 181–187.

УДК 663.269

**ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПУТИ  
РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ  
ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ЛЕЧЕБНО-  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
Г. НАМАНГАН РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

*Г.З. Самигуллина,*

*Иззатулло Рахматулло Угли Бойбедаев*

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Институт гражданской защиты

г. Ижевск, Россия

*А.А. Волкова*

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

г. Москва, Россия

***Аннотация:** в статье представлен анализ проблемы утилизации медицинских отходов в Республике Узбекистан и методы их решения. Рассматриваются способы уменьшения объема накапливаемых в будущем ртутьсодержащих отходов в отдельном ЛПУ г Наманган, а также методы переработки существующих ртутьсодержащих отходов. Дается характеристика различным установкам по переработке ртутьсодержащих отходов и проводится сравнительный анализ их с экологической и экономической точек зрения.*

***Ключевые слова:** ртутьсодержащие отходы, методы переработки ртутьсодержащих отходов, установка для переработки ртутьсодержащих отходов, эпидемиологическая безопасность.*

**EPIDEMIOLOGICALLY SAFE WAYS FOR SOLVING  
THE DISPOSAL OF MERCURY-CONTAINING WASTE  
ON THE EXAMPLE OF A TREATMENT  
AND PREVENTIVE INSTITUTION IN NAMANGAN  
CITY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

***Abstract:** the article presents the problems of medical waste disposal in the Republic of Uzbekistan and methods for solving them. Methods are being considered to reduce the volume of mercury-containing waste accumulated in the future in health care facilities, as well as methods for processing existing mercury-containing waste. Characteristics are given of various installations for processing mercury-containing waste and a comparative analysis of them is carried out from an environmental and economic point of view.*

***Keywords:** mercury wastes, methods of processing of mercury-containing wastes, installation for processing mercury-containing wastes, epidemiological safety.*

### Введение

Проблема переработки ртутьсодержащих отходов наиболее остро стоит перед медицинскими учреждениями республики Узбекистан в связи с увеличением роста и объемов их накопления, а также ввиду чрезвычайно опасных последствий при возможном воздействии ртути на организм человека.

### Материалы и методы исследований

Различный ассортимент и возрастающее количество опасных отходов производства в последнее время ставит перед руководящими органами Республики Узбекистан задачу их обезвреживания и утилизации. Проблема обращения с отходами лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) в республике является важной с эпидемиологической и экологической позиции. Но обоснованная система обращения с медицинскими отходами на данный момент в республике отсутствует. Это связано с недостаточной обеспеченностью ЛПУ технологическим оборудованием и одноразовой упаковочной тарой для функционирования системы обращения с отходами; отсутствием программ по централизованному решению проблемы обращения с отходами ЛПУ; отсутствие достаточного количества специализированных организаций, занимающихся транспортировкой, переработкой и обезвреживанием отдельных фракций отходов ЛПУ; отсутствием должного государственного регулирования проблемы [8,10].

В связи с этим, проблема обращения с отходами ЛПУ требует внимания и действий со стороны ученых, специалистов практического здравоохранения и государственных структур, заинтересованных в ее решении.

В Республике Узбекистан обезвреживание и утилизация медицинских отходов осуществляется в рамках законов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об охране здоровья граждан», «Об отходах», «Об охране атмосферного воздуха», приказа МЗ РУз «О соблюдении санитарно-гигиенического, противоэпидемиологического и дезинфекционного режимов в лечебно-профилактических учреждениях» [8].

В ходе практической деятельности гинекологического отделения г. Наманган Республики Узбекистан образуются медицинские отходы различных классов опасности, но мы заострили особое внимание на отходах класса «Г» так как эти отходы по своему составу близкие к промышленным и наносят немаловажный вред здоровью человека, окружающей среде [9].

К отходам класса «Г» относятся – просроченные лекарственные средства, отходы от лекарственных и диагностических препаратов, дезинфицирующие средства, не подлежащие использованию, с истекшим сроком годности; цитостатики и другие химиопрепараты; ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование. В больнице отходы класса «Г» образуются практически со всех отделений, но временно хранятся только ртутьсодержащие отходы.

Ртуть является одним из самых опасных загрязняющих окружающую среду металлов. Практически во всех странах она входит в «черные списки» химических веществ, подлежащих особому экологическому и гигиеническому контролю. Ртуть относится к группе особо токсичных веществ I класса опасности и, попадая в почву, воду и воздух, загрязняет и отравляет окружающую среду. Источником загрязнения являются

ртутьсодержащие лампы, термометры и приборы. Ртуть металлическая – жидкий металл, не окисляется на воздухе, сильный яд, отравление происходит вследствие вдыхания паров [7].

Проблема предотвращения загрязнения ртутью окружающей среды (ОС) во многом определяется эффективностью технологий, которые используются для обезвреживания и переработки ртутьсодержащих отходов [4]. Анализ ситуации, сложившейся в республике, в сфере переработки ртутьсодержащих отходов потребления, показывает, что, к сожалению, она не отвечает главному требованию закона Республики Узбекистан «Об отходах» – предотвращению вредного воздействия их на здоровье человека и окружающую природную среду и вовлечению отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья [1–3].

### Результаты и проблематика

При рассмотрении процесса переработки медицинских отходов в учреждениях здравоохранения города Наманган Республики Узбекистан рассмотрена работа двух объектов обезвреживания и утилизации отходов. Используется опыт российских учреждений здравоохранения [3]. Сравнительная характеристика объектов приведена в таблице 1.

В частности, установок «УРЛ-2м» и «Экотром-2» российского производства. Использование данных установок требует обслуживающего персонала в количестве 2 человек, срок окупаемости оборудования составляет 0,05 и 0,04 лет соответственно. Коэффициент преобразования отходов показывает уменьшение начального объема в 7 раз [4, 6]. Результат производственного контроля показывает, функционирование этих установок не имеет побочных отходов и выбросов, загрязняющих атмосферу, воздух рабочей зоны, водные и земельные ресурсы, т.е. экологически безопасно. В таблице 2 представлены основные экономические показатели использования исследуемых установок. Обезвреженные отходы 4 класса опасности после переработки переходят в 5 класс, отсюда и финансовая экономия учреждения [7].

Таблица 1

Сравнительная характеристика установок «УРЛ-2м» и «Экотром-2»

Показатели	Установка «УРЛ-2М»	Установка «Экотром-2»
Производительность	до 200 ламп/час и 8000 горелок	1200 ламп/час
Температура демеркуризации	до 450°С	-
Остаточное содержание ртути (не более):	0,0003 мг/м <sup>3</sup> в стеклобое не более 2,1 мг/кг	0,0003 мг/м <sup>3</sup>
Габаритные размеры (ВхШхД)	1900 x 1280 x 2100 мм	2000 x 800 x 3200 мм
Вес	720 кг	270 кг
Ср. потребляемая эл. мощность	8 кВт/ч	11 кВт/ч

Таблица 2

Экономическая оценка установок «УРЛ-2м» и «Экотром-2»

Показатели	Установка «УРЛ-2М»	Установка «Экотром-2»
Стоимость оборудования	635 800 руб.	455 250 руб.
Эксплуатационные затраты	200 000	200 000
Обслуживающий персонал (чел.)	2	2
Затраты обслуживающего персонала	144 000	144 000
Коэффициент преобразования отходов	уменьшение начального объема в 7 раз	уменьшение начального объема в 7 раз
Предотвращенный экологич. ущерб	18 649 600 руб.	18 649 600 руб.
Срок окупаемости оборудования	0,05 года	0,04 года

### Заключение

Изучены основные нормативно-правовые документы такие как: Закон РУ «Об отходах» (2002 год), Закон РУ «Об экологическом контроле» (2013), Закон РУ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (2015) и др.

Для снижения образования ртути содержащих отходов в ЛПУ (отработанных ртутных ламп) необходимо произвести замену ртутных ламп на светодиодные.

По результатам исследования нескольких вариантов установок для уменьшения объема ртути содержащих отходов и методов их утилизации с экологической и экономической сторон, установка «Экотром-2» является более эффективной, выбросы в атмосферу будут варьироваться в пределах ПДК за счет очистных сооружений на установке.

### Список литературы

1. Боравский Б.В. Справочное руководство по обращению с медицинскими отходами / Б. В. Боравский, Т. В. Боравская, К.С. Десяткова; под ред. академика РАН Русакова Н.В. – Москва: Отраслевые ведомости, 2018. – 252 с.
2. Вигдорович, В. И. Теоретические основы, техника и технология обезвреживания, переработки и утилизации отходов: учеб. пособие для техн. клас. ун-тов / В. И. Вигдорович, Н. В. Шель, И. В. Зарапина; науч. ред. С.А. Нагорнов. – Москва: КАРТЭК, 2008. – 214 с.
3. Самигуллина, Г. З. Разработка проекта внедрения термического обезвреживания отходов в учреждении МУЗ «Можгинская ЦРБ» / Г. З. Самигуллина // Вестник Удмуртского университета. – 2010. – №6–4. – С. 170–173.
4. Самигуллина, Г. З. Проблемы утилизации медицинских отходов в Республике Таджикистан и пути их решения / Г. З. Самигуллина, Х. Р. Хожиматова, Т. Н. Волкова // Менеджмент безопасности жизнедеятельности: перспективы развития и проблемы преподавания: сборник материалов II открытой Республиканской научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2021. – 188 с. – С. 84–87.
5. «Санитарные правила и нормы сбора, хранения и утилизации отходов в лечебно-профилактических учреждениях Республики» СанПиН РУз № 0317-15. – Ташкент, 2015.

6. Хожиматова, Х. Р. Эколого-санитарные вопросы утилизации медицинских отходов в Республике Таджикистан и пути их решения / Х. Р. Хожиматова, Ф. Р. Хожиматова, Э.Р. Хожиматов [и др.] / Проблемы 149 региональной экологии и географии (г. Ижевск, 7–10 октября 2019 г.) // Материалы международной научно-практической конференции. – Удмуртский университет, 2019. – С. 228–231.

7. Samigullina, G. Z. Secure Methods Of Assessing Toxicity Of Waste In Food Industry Of The Udmurt Republic. Russian Journal of Biological Research. 2014. Т. 1. № 1. – С. 69–72. 8. Обращение Президента РУз, 06.12.2019 <http://uza.uz/ru/politics/rabotnikam-selskogo-khozyaystva-uzbekistana-06-12-2019>

Сведения об авторах:

Самигуллина Гузалия Закирзяновна – канд. биол. наук, доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды Института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, Россия, e-mail: [gyzals@mail.ru](mailto:gyzals@mail.ru)

Бойдедаев Иzzатулло Рахматулло Угли – студент гр.ОБ 20.03.02.01-41 направления «Природообустройство и водопользование», Института гражданской защиты ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, Россия.

Волкова Анна Александровна – студентка 1 курса стоматологического факультета Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, Москва, Россия, e-mail: [volkovaanja2006@gmail.com](mailto:volkovaanja2006@gmail.com)

Samigullina Guzalia Zakirzyanovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of the Institute of Civil Protection of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Udmurt State University", Izhevsk, Russia, e-mail: [gyzals@mail.ru](mailto:gyzals@mail.ru)

Boydadaev Izzatullo Rakhmatullo Ugli – student of the OB 20.03.02.01-41 direction "Environmental management and water use", Institute of Civil Protection of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Udmurt State University", Izhevsk, Russia.

Volkova Anna Aleksandrovna – 1st year student of the Faculty of Dentistry of the First Moscow State Medical University named after. I.M. Sechenov, Moscow, Russia, e-mail: [volkovaanja2006@gmail.com](mailto:volkovaanja2006@gmail.com)

Для цитирования:

Самигуллина, Г. З. Эпидемиологически безопасные пути решения утилизации ртутьсодержащих отходов на примере Лечебно-профилактического учреждения г Наманган Республики Узбекистан. / Г. З. Самигуллина, И. Р. Бойдедаев, А. А. Волкова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 188–192.

Citation:

Samigullina, G.Z. Epidemiologically safe ways for solving the disposal of mercury-containing waste on the example of a treatment and preventive Institution in Namangan city of the Republic of Uzbekistan / G. Z. Samigullina, I. R. Boydadaev, A. A. Volkova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 188–192.

УДК 69.07.033:376.352(045)

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ ЗАМБИЯ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*Г.З. Самигуллина,  
Банда Коллинс*

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
г. Ижевск, Россия

*Н.Г. Русинова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** в статье приводится обзор состояния гидроэнергетических ресурсов и гидроэлектростанций в Республике Замбия. В этой африканской стране, расположенной в южной части материка, можно найти способы максимального их использования. Наряду с традиционными источниками водоснабжения применяются и нетрадиционные энергетические ресурсы, но процент их применения небольшой.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, водоснабжение, гидроэлектростанции.

## DEVELOPMENT OF HYDROPOWER IN THE REPUBLIC OF ZAMBIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS

**Abstract:** the article provides an overview of the state of hydropower resources and hydroelectric power plants in the Republic of Zambia. In this African country located in the southern part of the continent, you can find ways to make the most of them. Along with traditional sources of water supply, non-traditional energy resources are also used, but the percentage of their use is small.

**Keywords:** water resources, water supply, hydroelectric power stations.

### Введение

Замбия имеет достаточный объем водных ресурсов в связи с тем фактом, что по территории страны протекают крупные реки такие как Замбези, Кафуэ, Луангва. Гидроэлектростанции являются по данным аналитического центра Ember основным источником электроэнергии: в Замбии, на долю гидроэлектростанций в энергетической структуре страны приходится 91% применения, а на угольные источники всего 5%, а также 4% составляют дизельные генераторы, солнечные панели и биоэнергетические установки.

Для сохранения своих водных ресурсов и надлежащего управления и защиты своих исторических прав на воды страны- основного водного ресурса, были приняты конкретные юридические документы, соглашения со

странами бассейна реки Замбези, обязывающие всех уважать права стран на ее ресурсы и не наносить ущерб реке. Также Замбия сотрудничает с международными организациями и с приграничными странами, участвует во многих проектах развития. Замбия подготовила пакет исследовательских и проектных документов по строительству многоцелевых плотин для обеспечения электричеством и питьевой водой граждан африканских стран.

### Материал и методы исследований

Водные ресурсы в Замбии состоят из традиционных водных ресурсов (поверхностные воды, грунтовые воды) и нетрадиционных водных ресурсов, включая повторное использование очищенных сточных вод (очищенная вода), опреснение морской воды. Потребности в водных ресурсах обеспечиваются в основном за счет речной воды самой крупной реки в стране Замбези, а также крупнейших притоков Замбези – это рек Кафуэ и Луангва, а также значимы реки Чамбеша и Луангула.

### Река Замбези

Замбези занимает четвертое место в рейтинге величайших рек Африки, уступая Нилу, Конго и Нигеру. Ее протяженность около 2574 км. Это самая крупная африканская река, впадающая в Индийский океан и крупнейшая водная артерия континента, текущая на восток. На берегах Замбези располагаются природные заповедники и национальные парки, населенные множеством диких животных. Живописные ландшафты и тропическая природа, служащая роскошным фоном величественной африканской реки, привлекают в эти края туристов со всего света, а также это важный объект для гидроэлектростроительства страны.

Река Замбези пересекает территории ио служит водным кордоном шести государств в юго-восточной части Африки. Великая река начинается в Замбии, течет через Анголу, затем возвращается в Замбию и выполняет роль естественной границы с Намибией, Ботсваной и Зимбабве, пересекает Мозамбик и впадает в Индийский океан как раз напротив острова Мадагаскар. В пределах Замбии и Зимбабве находится знаменитый водопад Виктория, одно из самых известных чудес природы Африки.



Рис. 1. Географическое положение реки Замбези

Из-за множества порогов и отмелей сквозное коммерческое судоходство по Замбези невозможно. Для кораблей доступны лишь отдельные

участки русла реки. На этих отрезках для туристов организованы круизы по реке, курсируют прогулочные катера.

Плодородная долина Баротсе завершается тесниной с живописным водопадом Нгонье недалеко от города Сиома. Тут струи воды обрушиваются с широкого скалистого уступа высотой в 25 м, пересекающего русло Замбези неровным полумесяцем [2].



Рис. 2. Водопад Нгонье

Дамба гидроэлектростанции (ГЭС) Кахора-Баса условно обозначает начало нижнего течения Замбези имеет длину около 650 км. Здесь прибрежные пейзажи изменяются, лиственные леса уступают место пальмам и лианам. У слияния с рекой Кафуэ (1576 км) Замбези поворачивает на восток, пробиваясь через узкие ущелья. Затем великая река покидает пределы гористого Центральноафриканского плато и спускается на приморскую равнину, пересекая Мозамбик. В 100 км от устья Замбези принимает свой последний большой приток, реку Шире (402 км), вытекающую из озера Ньяса.



Рис. 3. Дамба ГЭС Кахора – Басса

### **Река Луангва**

Луангва – одна из крупных рек Южной Африки и один из главных притоков реки Замбези. На всем своем протяжении Луангва протекает по территории Республики Замбия. В нижнем течении, прежде чем стать

притоком Замбези, она является 75-километровой природной границей между Замбией и Республикой Мозамбик.

В бассейне Луангвы две гидроэлектростанции ГЭС, обслуживающие район рудников у города Кабве.

Луангва на всём протяжении – важный источник воды для населения. На некоторых участках Луангва пригодна для судоходства. В верхнем и среднем течении долина реки заселена весьма редко, в нижнем течении – значительно плотнее.



Рис. 4. Река Луангва

Питают реку сотни водотоков (их именуют «песчаными реками»), пересыхающих в сухой сезон и наполняющихся водой во влажный, а также несколько относительно постоянных притоков.

Сезон разлива Луангвы приходится на лето, высота в реке целиком зависит от влажных воздушных масс, приходящих с муссонами со стороны Индийского океана. Во время разливов река заливает водой обширные территории, зато в сухой сезон она пересыхает так, что обнажается дно.

### **Река Кафуэ**

Кафуэ (англ. Kafue River) – река в Африке, протекает по территории Замбии. Является левым притоком реки Замбези. Длина реки от 960 км до 1577 км, площадь водосборного бассейна примерно 154 829 км<sup>2</sup>. Средний расход воды составляет 314 м<sup>3</sup>/с. Начинается на водораздельном плато Конго — Замбези, берега реки заболочены; в среднем течении протекает по ущелью длиной 26 километров.

В нижнем течении реки находится низина Кафуэ, представляющая собой сезонно затопляемую речную пойму (длина 240 км, ширина около 50 км, площадь до 6500 км<sup>2</sup>). Выше этих водно-болотных угодий сооружено водохранилище Итежи-Тежи, ниже – водохранилище Ущелье Кафуэ.

Основные притоки: Лусвиши, Лунга, Луфупа, Муса, Нкала, Нанжила (правые); Луканга, Нангома, Мвембеши (левые). Среднемноголетний расход воды на гидрологическом посту Касака 989 м<sup>3</sup>/с (годовой объём стока 31,2 км<sup>3</sup>). Судоходна на нижнем участке.

Река берёт начало на водораздельном плато Конго — Замбези, течёт большей частью в низких заболоченных берегах. В среднем течении пересекает выходы твёрдых пород в глубоком ущелье (длина 26 км). Максимальные расходы — в период летних дождей. Судосходна на 240 км от устья. Кафуэ, как и многие другие реки в юго-центральной части Африки, имеет высокие сезонные колебания, она переполнена в сезон дождей и крайне маловодна в сухой сезон [1].

### **Первая гидроэлектростанция**

Первая электростанция в Замбии построена в прошлом веке на реке Замбези ГЭС образована в 1959 году после строительства плотины Кабора на реке Замбези. ГЭС является совместным владением Замбии и Зимбабве. Строительство гидроэлектростанции начато в 1957 году, закончено в 1959 году, образовав крупное водохранилище Кариба. Плотина длиной 579 м и высотой 126м. мощность – 1320 МВт, годовая выработка достигает 6,4 млрд кВт\*ч

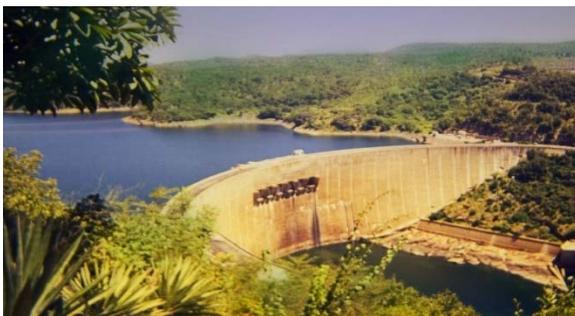


Рис. 5. Водохранилище Кариба



Рис. 6. Водохранилище Кариба

### **Вторая гидроэлектростанция – Виктория**

Гидроэлектростанция Виктория известна своей красотой и энергетическим потенциалом. Она не только обеспечивает электричеством миллионы людей, но и привлекает туристов со всего мира. Однако станция сталкивается с вызовами, связанными с увеличением туристического потока

и экологическими проблемами, такими как загрязнение и изменение экосистемы [5].



Рис. 7. Водоохранилище Виктория

Станция Виктория сталкивается с конфликтами интересов между туризмом и энергетическим производством, что создает напряжение между местными жителями и бизнесом. Необходимы инновационные подходы для сбалансированного развития, такие как устойчивые технологии, которые могут удовлетворить потребности обеих сторон и обеспечить экологическую безопасность региона [3].

### **Третья гидроэлектростанция на реке Кафуэ**

В марте 2023г в торжественной обстановке была запущена гидроэлектростанция (ГЭС) Kafue Gorge Lower мощностью 750 мегаватт (МВт), которая расположена в 90 километрах от столицы Лусаки. Станция была построена китайской Sinohydro Corporation. Объект насчитывает пять гидроагрегатов, которые будут вырабатывать 3 тераватт-часа (ТВт\*Ч) электроэнергии в год, что составляет чуть более 15% от текущего годового электропотребления Замбии. Эта электростанция обеспечивает внутренние потребности страны, особенно сельских районов, специализирующихся на выращивании и производстве зерновых, овощных и плодовых культур. Обсуждение и поощрение фермеров к этому преобразованию из-за его явного влияния на рационализацию водопотребления, в дополнение к реализации многих крупных проектов в области повторного использования сельскохозяйственных дренажных вод [4]. Что касается законодательной разработки, государство подготовило новый законопроект о водных ресурсах и ирригации, который в настоящее время обсуждается в Палате представителей. Он направлен на улучшение развитие и управление водными ресурсами и достижение справедливого распределения среди всех пользователей и бенефициаров.



Рис. 8. Гидроэлектростанция Kafue Gorge Lower мощностью 750 мегаватт (МВт)

### Заключение

С каждым годом во всем мире проблема водоснабжения и гидроэнергетики становится все более актуальной, в том числе она связана и с ключевой проблемой того, в связи с глобальными климатическими изменениями на планете в Замбии снижается объём речных водотоков, снижается качество пресной воды. А также Замбия испытывает трудности из-за 20-часовых отключений электроэнергии, Страна нуждается в альтернативных источниках энергии, но для этого необходимо расширять международное сотрудничество, Россия может оказать помощь в строительстве новых объектов, так как обладает большим опытом в данной отрасли. Межгосударственное сотрудничество позволит повысить энергетическую безопасность Замбии и адаптировать страну к изменениям климата.

### Список литературы

1. Существующие водные ресурсы и их использование. – URL: <https://cutt.ly/sMGABlv>
2. United Nations Un Water. – URL: <https://www.sdg6data.org/ru/country-or-area/zambia>
3. Важнейшие достижения в области опреснения воды с 2014–2021 гг. – URL: <https://cutt.ly/3MGG77c>
4. Никулин, В. А. Очистка сточных вод / В. А. Никулин, Н. Г. Русинова, Г. З. Самигуллина. – Ижевск: Камский институт инженерных и гуманитарных технологий, 2015. – 97 с.
5. ZAMBIA Water Supply and Sanation Sector Diagnostic Narrowing the Gar-between Policy and Practice.

Сведения об авторах:

Самигуллина Гузалия Закирзяновна – канд. биол. наук, доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды, Институт гражданской защиты, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия, e-mail: [gyzals@mail.ru](mailto:gyzals@mail.ru)

Русинова Надежда Германовна – ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: [rusinovang@mail.ru](mailto:rusinovang@mail.ru)

Банда Коллинс – студент ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия, e-mail: [bandacollins76@gmail.com](mailto:bandacollins76@gmail.com)

Samigullina Guzalia Zakirzyanovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of the Institute of Civil Protection of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Udmurt State University", Izhevsk, Russia, e-mail: gyzals@mail.ru

Rusinova Nadezhda G. – Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Cheboksary, Russia, rusinovang@mail.ru

Banda Collins – student at the Udmurt State University, Izhevsk, Russia, e-mail: bandacollins76@gmail.com

Для цитирования:

Самигуллина, Г. З., Развитие гидроэнергетики в республике Замбия: проблемы и решения / Г. З. Самигуллина, Н.Г. Русинова, Банда Коллинс // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 193–200.

Citation:

Samigullina, G.Z. Development of hydropower in the Republic of Zambia: problems and solutions / G. Z. Samigullina, N.G. Rusinova, Banda Collins // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 193–200.

УДК 697.132

## **МЕТОД СОЗДАНИЯ ГОДОВОГО ПОГОДНОГО ФАЙЛА ДЛЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА БЕЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЕТОДОМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ**

*А.А. Снигирева*

*А.С. Казанкина*

ФГБОУ ВО «Поволжский Государственный  
технологический университет»

г. Йошкар-Ола, Россия

*Л.А. Хейкконен*

HKN Engineering

г. Йошкар-Ола, Россия

**Аннотация:** *статья рассматривает вопрос создания годового погодного файла методом интерполяции для населенных пунктов, для которых не собран необходимый объем климатических наблюдений. Проводится оценка изменения HDD (heating degree day) и CDD (cooling degree day), в зависимости от типа применяемого погодного файла на примере пгт. Звенигово (респ. Марий Эл, Россия).*

**Ключевые слова:** *климатический погодный файл, EPW, градусо-сутки отопительного периода, градусо-сутки периода охлаждения, энергетическое моделирование, сплайн Акимы.*

## METHOD OF CREATING AN ANNUAL WEATHER FILE FOR A LOCALITY WITHOUT CLIMATE DATA BY INTERPOLATION

**Abstract:** the article considers the issue of creating an annual weather file by interpolation method for settlements for which the required volume of climate observations has not been collected. An assessment of the changes in HDD (heating degree day) and CDD (cooling degree days) is carried out, depending on the type of weather file used, using the example of Zvenigovo (Rep. Mari El, Russia).

**Keywords:** climate data, EPW, heating degree day, cooling degree day, energy modeling, Akima spline.

### Введение

С развитием методов проектирования, в рабочую практику внедряются технологии энергомоделирования – методики оценки капитальных и эксплуатационных затрат объектов капитального строительства. Данная методика, формально описанная в стандартах ASHRAE (Американское общество инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха), предполагает использование так называемого погодного файла – набора почасовых данных, характерных для определенной местности, полученных с помощью статистического анализа метеорологических наблюдений.

Набор данных включает в себя температуры воздуха, влажность, солнечную радиацию, облачность, ветровые характеристики типа местности и т.д. Детально методика описана в стандарте ANSI/ASHRAE Standard 169, Climatic Data for Building Design Standards.

При этом, в инженерной практике могут возникать ситуации с отсутствующим, для этого типа местности, погодным файлом. В качестве примера был взят пгт. Звенигово (респ. Марий Эл, Россия), находящийся, географически, практически посередине между г. Казань и г. Чебоксары, на левом берегу р. Волга, в схожем биоме.

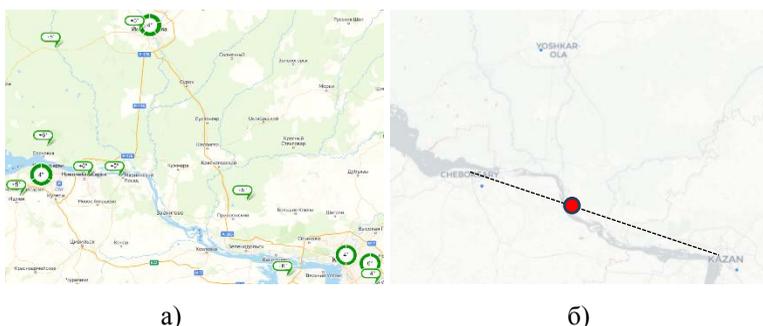


Рис. 1 а) данные климатических датчиков проекта [narodmon.ru](http://narodmon.ru) (для Звенигово данные отсутствуют), б) данные погодных файлов проекта [onebuilding.org](http://onebuilding.org) (для Звенигово данные отсутствуют)

### Материал и методы исследований

Был проведен анализ имеющихся источников климатических данных (см. рис.1). По результатам анализа были выбраны погодные файлы для г. Казань и г. Чебоксары (период осреднения 2009г.-2023г.) Весовые характеристики влияния были приняты пропорционально расстоянию до расположения метеостанций WMO 27595 (г. Казань) и WMO 27581 (г. Чебоксары) – 0,64 для данных погодного файла г. Чебоксары и 0,36 для данных погодного файла г. Казань.

Был создан скрипт анализа данных в среде MS Excel, последовательно интерполирующий каждое из 8760 часовых значений для каждого набора данных (температура, давление, солнечная радиация, ветровые характеристики местности, облачность и т.д.)

Полученный, для пгт. Звенигово, набор погодных данных анализировался ежемесячно, с целью получить функциональные зависимости климатических переменных (температура, давление и т.д.) от даты измерений. Интегрируя получившиеся функциональные зависимости температуры наружного воздуха ежемесячно, сравнивая с оптимальными параметрами микроклимата внутри помещений по ГОСТ 30494-2011, были получены данные по HDD и CDD (градусо-сутки отопительного периода, градусо-сутки периода охлаждения) – как объективные данные оценки энергопотребности условного здания в разных климатических районах. В настоящем исследовании применялся метод сплайнов Акимы, позволяющий дать более точную оценку.



Рис. 2. Пример ежемесячного графического отображения набора данных (по температуре сухого термометра) для г. Чебоксары в январе месяце

### Результаты и проблематика

Детальный анализ проводился для четырёх населенных пунктов. Опорными температурами были приняты  $+8^{\circ}\text{C}$  для отопительного периода и  $+22^{\circ}\text{C}$  для периода охлаждения (согласно положениям ГОСТ 30494-2011).

Таблица 1

Сводные данные по ГСОП и ГСПО

Месяц	Чебоксары		Казань		Йошкар-Ола		Звенигово	
	CDD	HDD	CDD	HDD	CDD	HDD	CDD	HDD
Январь		936		957		929		950
Февраль		817		833		752		827
Март		713		722		754		719
Апрель		436		431		451		433
Май	8	184	12	177	6	214	11	179
Июнь	22		28		20		25	
Июль	40		41		27		40	
Август	13		30		15		20	
Сентябрь	1	233	3	216		226	2	221
Октябрь		493		482		500		486
Ноябрь		666		644		645		652
Декабрь		870		889		883		881
<b>Итого</b>	<b>84</b>	<b>5348</b>	<b>114</b>	<b>5351</b>	<b>68</b>	<b>5354</b>	<b>98</b>	<b>5348</b>

Считаем более корректным, в инженерной практике, в целях оценки климатических ресурсов местности, снижать опорную температуру периода охлаждения с +22°C до +18°C. Мотивация снижения опорной температуры состоит в опосредованном учете нагрева условного здания (и, как следствие – ощущаемой температуры) солнечной радиацией. Тем не менее, в настоящем исследовании принята опорная температура ГСПО по ГОСТ 30494-2011.

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице 2.

Таблица.2

Результаты сравнительного анализа (в долях от 1 – данных для Йошкар-Олы) значений ГСОП и ГСПО

	Чебоксары	Казань	Йошкар-Ола	Звенигово
ГСОП (HDD)	1,0000	1,0006	1,0011	1,0000
ГСПО (CDD)	0,86	1,16	0,69	1,00

**Заключение**

Полученные результаты, при явной близости ГСОП для гг. Чебоксары, Казань и пгт. Звенигово, показывают различия в значениях ГСПО.

Стоит отметить, что применение, в проектировании условного ОКС в пгт. Звенигово, климатологии для столицы респ. Марий Эл (г. Йошкар-Ола) – нецелесообразно, т.к. приведет к неоправданному росту капитальных затрат на возведение ОКС и инженерных систем.

Ограничениями предложенной методики считаем ситуацию, когда анализируемый населенный пункт находится биоме, отличном от опорных населенных пунктов (например, если ведется анализ н.п. в горах, основываясь на данных для двух н.п. в долине). В любом случае, считаем приоритетным применять, по возможности, фактически собранную статистику по климатическим данным.

Тем не менее, считаем допустимым и возможным применение данной методики для анализа капитальных и эксплуатационных затрат в процессе многовариантного проектирования, на стадии архитектурной и/или инженерной концепции объекта капитального строительства, расположенного в местности с отсутствующими климатическими данными.

### Список литературы

1. ANSI/ASHRAE Standard 169, Climatic Data for Building Design Standards.
2. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой, с Изменением №1). Официальное издание. – Москва: Стандартинформ, 2019.
3. Akima, Hiroshi (1970). A new method of interpolation and smooth curve fitting based on local procedures. Journal of the ACM. 17: 589–602

Сведения об авторах:

Снигирева Анастасия Артемовна – студентка гр. СТР-31(о) ФГБОУ ВО ПГТУ.  
E-mail: sninastart@gmail.com

Казанкина Анна Сергеевна – студентка гр. СТР-31(о) ФГБОУ ВО ПГТУ.  
E-mail: kazankina2004@mail.ru

Хейкконен Леонид Александрович – старший преподаватель каф. Проектирование зданий, ФГБОУ ВО ПГТУ. CEO Heikkonen Engineering.  
[https://t.me/HKN\\_Engineering](https://t.me/HKN_Engineering)

Snigireva Anastasia Artemovna – student group STR-31(o), Volga State University of Technology. E-mail: sninastart@gmail.com

Kazankina Anna Sergeevna – student group STR-31(o), Volga State University of Technology. E-mail: kazankina2004@mail.ru

Heikkonen Leonid Aleksandrovich – Senior Lecturer at the Department of Building Design, Volga State University of Technology. CEO Heikkonen Engineering.  
[https://t.me/HKN\\_Engineering](https://t.me/HKN_Engineering)

Для цитирования:

Снигирева, А. А. Метод создания годового погодного файла для населенного пункта без климатических данных методом интерполяции / А. А. Снигирева, А. С. Казанкина, Л. А. Хейкконен // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 200–204.

Citation:

Snigireva A.A. Method of creating an annual weather file for a locality without climatic data by interpolation / A.A. Snigireva, A.S. Kazankina, L.A. Heikkonen // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 200–204.

УДК631.234

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЦАХ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

*В.А. Творогов,*

*А.Г. Варламов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

*М.С. Тойлыбаев*

Казахский национальный аграрный университет,  
г. Алматы, Республика Казахстан

***Аннотация:** на основе проведенного анализа существующих недостатков в системе создания микроклимата в современных тепличных комплексах предложена энергоэффективная технологическая схема с озонирующим устройством удаляемого воздуха с его рециркуляцией.*

***Ключевые слова:** микроклимат, энергоэффективность, озон, озонатор.*

## IMPROVEMENT OF THE MICROCLIMATE CREATION SYSTEM IN GREENHOUSES OF THE FIFTH GENERATION

***Abstract:** based on the analysis of existing shortcomings in the microclimate creation system in modern greenhouse complexes, an energy-efficient technological scheme with an ozonizing device of the removed air with its recirculation is proposed.*

***Keywords:** microclimate, energy efficiency, ozone, ozonator.*

### **Введение**

Известно, что микроклимат играет важную роль в сельском хозяйстве при производстве, как животноводческой продукции, так и сельскохозяйственной продукции в теплицах [1–4; 9; 10].

Анализ структуры себестоимости продукции тепличного хозяйства показывает, что основным является затраты на энергию, которые колеблются от 45% до 80% в зависимости от типа теплиц и материалов, из которых они построены. От рационального использования энергии зависит экономическое состояние любого предприятия.

Современные теплицы, хорошо герметизированные, с высоким уровнем автоматизации технологических процессов позволяют значительно снизить потребление энергии. Наблюдается увеличение урожайности овощных культур, а современные технологии светокультуры позволили удвоить выход овощей с единицы площади.

Нужно отметить, что в переходные и холодные периоды затраты энергии на поддержание оптимального микроклимата для растений существенно возрастают.

Целью данной работы является разработка энергоэффективных способов управления микроклиматом тепличного комплекса в переходные и холодные периоды с использованием озонирующего устройства в линии удаления использованного воздуха с возможностью его рециркуляции.

### **Материал и методы исследований**

Для решения поставленной задачи изучим технологический процесс создания микроклимата в теплице пятого поколения на примере ТК «Новочебоксарский», так называемая «полузакрытая теплица», созданная по технологии Ultra Clima:

1. Теплица поддерживает в любой период времени года требуемый микроклимат. При перегревах, также, как и в обычных теплицах, приоткрываются форточки, которых на 80% меньше, чем в простых теплицах и служат они для стравливания избыточного давления, создаваемого в теплице оборудованием для создания микроклимата. В этом случае воздух всегда выходит из теплицы, предотвращая температурный шок в холодный и переходные периоды. Малое количество форточек ведет уменьшению потерь тепла.

2. Для охлаждения воздуха в теплый период по периметру теплицы установлены адиабатические панели, орошаемые водой. Воздух соприкасаясь водой отдает часть энергии для ее испарения и, охлажденный таким образом, поступает в теплицу. Проведенные исследования показывают, что эта система охлаждения снижает температуру приточного воздуха на 8–10°C в жару, что благоприятно сказывается на увеличении продуктивности и снижении потерь урожая.

3. Возможность вторичного использования тепловой энергии, позволяет экономно расходовать энергию на отопление. Процесс происходит таким образом: теплый воздух, поднимающийся вверх, отбирается вентиляторами и повторно подается на отопление по пластиковым рукавам, расположенным под каждой грядкой. Особенно данный эффект усиливается при использовании технологии светокультура. Тепло от ламп, а это примерно 75–80% от мощности лампы, в обычной теплице безвозвратно улетучивается, а в теплице пятого поколения практически полностью используется для отопления.

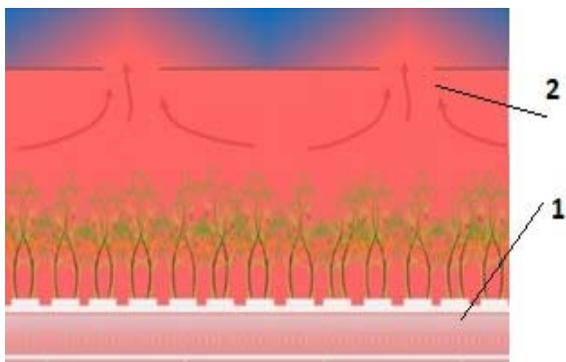


Рис. 1. Схема удаления использованного воздуха в теплицах пятого поколения на примере ТК «Новочебоксарский». 1 – воздушные рукава под каждой грядкой; 2 – каналы для удаления использованного воздуха

4. Известно, что для увеличения урожайности культур нужно поддерживать оптимальный уровень  $\text{CO}_2$ . При открывании форточек поддержать необходимую концентрацию  $\text{CO}_2$  в простой теплице не удастся. В теплице пятого поколения, ввиду ее «полузакрытости», концентрацию  $\text{CO}_2$  удастся поддерживать в требуемых пределах, что положительно сказывается на урожайности.

5. Незначительное избыточное давление, создаваемое в процессе вентиляции, защищает от проникновения вредителей и насекомых в теплицу.

6. Подвесные вентиляторы производят объемное перемешивание воздуха, исключая образования застойных зон, что препятствует развитию гнилостных и плесневых бактерий и других заболеваний.

7. Воздушные рукава под каждой грядкой служат для подачи теплого воздуха с заданными параметрами, обеспечивают так называемый «активный микроклимат». В простой теплице для этих целей используют дополнительную отопительную систему, что повышает затраты тепловой энергии.

#### **Результаты и проблематика**

Не меняя существующее технологическое оборудование и систему автоматического управления для решения поставленной задачи, нами предлагается внести в технологический процесс создания микроклимата некоторые изменения, с небольшой реконструкцией в системе подготовки, подачи и удаления воздуха. В целях экономии энергии в переходные и холодные периоды предлагается установить в каналах для удаления использованного воздуха приточно-вытяжную установку с секцией озонатора (рис. 2).

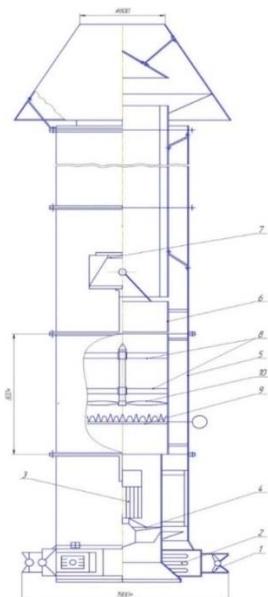


Рис. 2. Приточно-вытяжная установка с озонаторным отсеком  
1 – шарнирные отражатели; 2 – нагревательные элементы; 3 – привод вентилятора; 4 – колесо вентилятора с двумя рядами лопастей; 5 – секция для озонирования воздуха; 6– смесительная камера; 7– электропривод рециркуляционных заслонок; 8– опоры для вала привода крыльчатка; 9 – электрод-крыльчатка; 10 – электрод-диск

В мире накоплен значительный опыт применения озона в сельском хозяйстве, в том числе и для обработки фруктов и овощей [1; 5–8; 10]. Озонирование резко снижает обсемененность плодоовощной продукции гнилостной микрофлорой, уровень метаболических процессов и препятствует прорастанию, то есть устраняет основные причины порчи сельскохозяйственной продукции, давая значительный экономический эффект.

Озон безвреден для окружающей среды, не накапливается в грунте и продуктах растениеводства, способствует повышению продуктивности культур, увеличивает срок их хранения, производится из атмосферного кислорода непосредственно в месте применения, не требует хранения и транспортировки. Озон сокращает в 2–4 раза использование других химических веществ.

Асептрирование воздуха происходит при перемещении его в озонаторный отсек крыльчаткой 4 через плазму разряда между подвижными и неподвижными электродами, находящимся под напряжением. Нужно отметить, что этот способ позволяет устранить болезнетворные бактерии, микробы, вредные запахи, а также выполняет дезинсекцию и дератизацию тепличного комплекса решения [1; 5; 6; 8; 10].

В переходные и холодные периоды закрытием рециркуляционных заслонок 7 можно озонированный воздух вернуть в помещение в смеси со

свежим воздухом, что позволяет сэкономить энергию на подогрев приточного воздуха.

В отличие от предыдущего технического решения [1], для обеспечения сохранности крыльчатки она изготавливается из озоностойкого диэлектрика, а подвижный электрод озонатора, выполненный из тугоплавкого трубчатого элемента, подвешивается на него. Неподвижный электрод выполнен в виде диска с множественными отверстиями, для прохода использованного воздуха, в промежутках которых устанавливаются конусообразные тугоплавкие элементы.

Производительность одной установки определится из общего объема воздухообмена и количества приточно-вытяжных установок по комплексу:

$$Q = Q_0/n, \quad (1)$$

где  $Q_0$  – общее количество воздухообмена, м<sup>3</sup>/ч; n- количество приточно-вытяжных установок.

Для обоснования параметров приточно-вытяжной системы с учетом ее производительности воспользуемся уравнением неразрывности потока:

$$Q = \omega_1 v, \quad (2)$$

где  $\omega_1$  – суммарная площадь поперечного сечения отверстий выполненных в диске, м<sup>2</sup>;  $v$  – скорость потока удаляемого воздуха, м/с.

Для определения реальной площади диска к суммарной площади отверстий добавим площадь несущей поверхности каркаса:

$$\omega_0 = \omega_1 + \omega_2, \quad (3)$$

где  $\omega_2$  – суммарная площадь поверхности несущего каркаса диска, м<sup>2</sup>.

Тогда, диаметр диска определится из выражения:

$$d = \sqrt{\frac{4\omega_0}{\pi}}. \quad (4)$$

Для определения диаметра приточного канала поступим аналогично. Производительность приточного канала определится и следующей зависимости:

$$Q_n = \omega_n v_n = v_n \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (5)$$

где D – наружный диаметр приточно-вытяжной установки, м;  $v_n$  – скорость воздуха в приточном канале, м/с.

Тогда, наружный диаметр определится из следующего выражения:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_n}{\pi v_n} + d^2}. \quad (6)$$

Нужно отметить, что дополнительного привода крыльчатки нет. Момент на валу крыльчатки создается напором воздуха от работы двухрядного вентилятора приточно-вытяжной установки, который одновременно осуществляет приток свежего и отсос использованного воздуха.

При такой конструкции озонатора основные параметры крыльчатки можно обосновать из условия преодоления момента кулоновских сил

(сила зеркального отображения), возникающих при образовании коронного разряда, моментом сил создаваемых напором воздуха о лопасти крыльчатки. Момент кулоновских сил относительно оси вращения подвижного электрода зависит от количества одновременно образуемых разрядов и расстояния их от центра вращения крыльчаток решения [5], Для нашего случая момент на валу крыльчатки должен быть определен как сумма трех моментов:

$$M_e = M_{вр} + M(F_{ki}) + M_{тр} = mF_{л}R + \sum F_{ki}R_i + M_{тр}, \quad (7)$$

где  $M_{вр}$  – момент сопротивления вращению крыльчатки;  $F_{л}$ –сила сопротивления вращению крыльчатки;  $m$ –количество крыльчаток;  $R$ - радиус центра приложения сил сопротивления;  $F_{ki}$  – сила зеркального отображения на  $i$ -том электроде;  $R_i$  – расстояние от оси вращения до  $i$ -ого электрода;  $M_{тр}$  – момент трения в подшипниках качения.

Причем  $F_{ki}$  можно определить из следующей зависимости:

$$F_{ki} = Q^2 / 4\pi\epsilon_0\epsilon (h_i)^2, \quad (8)$$

где  $Q$  – сила взаимодействия двух точечных разноименных зарядов;  $\epsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума ( $\epsilon_0=8,85*10^{-12}$ Ф/м);  $\epsilon$ - диэлектрическая проницаемость среды ( $\epsilon \geq 1$ );  $h_i$  – расстояние между  $i$ -тым подвижным и неподвижным электродами.

Силу сопротивления вращению крыльчатки  $F_{л}$  можно определить с учетом аэродинамических коэффициентов по рассматриваемым осям из следующей зависимости:

$$F_{л} = \int_0^r (C_{ya} \sin\beta_0 + C_{xa} \cos\beta_0) \rho \frac{v_0^2}{2} b dr, \quad (9)$$

где  $C_{ya}$ ,  $C_{xa}$  –аэродинамические коэффициенты;  $\beta_0$  – условный угол притекания струй;  $v_0$ – осевая скорость;  $\rho$ –плотность потока;  $b$  – хорда на радиусе  $r$ .

Момент трения в подшипниках определяется с учетом силы тяжести вращающихся частей и коэффициента трения качения.

### Заключение

Разработанная конструкция приточно-вытяжной установки с секцией озонатора позволяет улучшить микроклимат в тепличном хозяйстве.

Качество продукции улучшится за счет уничтожения плесневых и гнилостных бактерий.

В переходные и холодный периоды за счет рециркуляции озонированного воздуха ожидается значительная экономия энергоресурсов, что приведет к снижению себестоимости продукции и увеличению конкурентной способности на рынке сбыта.

### Список литературы

1. Сметанин, В. А. Разработка озонатора воздуха для создания мкроклимата на свиноводческих фермах / В. А. Сметанин, В. А. Творогов, В. В. Васильева // Молодежь и инновации: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17–18 марта 2022 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 400-403. – EDN MLNGZN.
2. Калашников, И. А. Анализ естественных систем вентиляции на животноводческих фермах / И. А. Калашников, М. А. И. Клопова, В. А. Творогов // Актуальные вопросы теории и практики в зоотехнии и ветеринарной медицине: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Чебоксары, 30 мая 2024 года). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. – С. 204–209. – EDN NAQBSA.
3. Гордеев, А. В. Расчеты по определению параметров воздухопроводов в лабораториях кафедры теплотехники и гидравлики / А. В. Гордеев, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 23–24 апреля 2024 года). – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 20-25. – EDN NQGIBM.
4. Калашников, И. А. Естественные системы вентиляции на фермах / И. А. Калашников, М. А. Клопова, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 23–24 апреля 2024 года. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 74–79. – EDN NKOXLL.
5. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. – EDN BWJYWE.
6. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 года). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59-64. – EDN NZKEDD.
7. Александров, А. С. Новая поточно-технологическая линия переработки навоза / А. С. Александров, К. Н. Краснов, В. А. Творогов // Молодая инновационная Чувашия: творчество и активность: сборник трудов XVIII Международной Открытой научной конференции молодежи и студентов (Чебоксары, 12–13 апреля 2021 года). – Вып. 16. – Чебоксары: Московский политехнический университет, 2021. – С. 146–149. – EDN XVI LGHM.
8. Силуков, С. А. Дезодорация воздуха в животноводческих помещениях / С. А. Силуков, Н. В. Козлов, В. А. Творогов // Студенческая наука для развития Чувашии: материалы студенческой научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГОУ ВПО ЧГСХА (Чебоксары, 16–17 марта 2011 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – С. 288. – EDN EESFGJ.

9. Окликов, А. Г. Применение солнечных коллекторов в технологической линии создания микроклимата / А. Г. Окликов, В. А. Творогов // Роль молодых ученых в решении приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: материалы студенческих научных конференций факультетов (Чебоксары, 20–21 марта 2007 года). – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2007. – С. 205. – EDN RDUPOE.

10. Tvorogov, V.A. On the issue of the main substantiating parameters of the ozonator in systems to create microclimate in farms / Design, Construction, and Operation of Buildings and Structures. Edited by Alexey Nikolaevich Plotnikov. Cambridge Scholars Publishing. Newcastle upon Tyne, UK. 2024.

Сведения об авторах:

Творогов Валерий Александрович – зав. кафедрой «Теплотехники и гидравлики» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», канд. техн. наук, доцент, г. Чебоксары, Россия, e-mail: tvorogoff21@yandex.ru

Варламов Алексей Геннадьевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплотехники и гидравлики» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: warlam2004@mail.ru

Тойлыбаев Мейрам Сейсенбаевич – канд. техн. наук профессор кафедры «Аграрная техника и механическая инженерия», Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8, e-mail: meiram\_61@mail.ru

Tvorogov Valery Alexandrovich – Head of the Department of "Thermal Engineering and Hydraulics" FGBOU VO "CHSU named after I.N. Ulyanov", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Cheboksary, Russia, e-mail: tvorogoff21@yandex.ru

Varlamov Alexey Gennadievich – Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics, Cheboksary, Russia, e-mail: warlam2004@mail.ru

Toylybaev Meiram Seisenbaevich – Kazakh National Agrarian Research University, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Machinery and Mechanical Engineering, 8 Abaya Ave., Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: meiram\_61@mail.ru

Для цитирования:

Творогов, В. А. Совершенствование системы создания микроклимата в теплицах пятого поколения / В. А. Творогов, А. Г. Варламов, М. С. Тойлыбаев // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 205–212.

Citation:

Snigireva A.A. Method of creating an annual weather file for a locality without climatic data by interpolation / A.A. Snigireva, A.S. Kazankina, L.A. Heikkonen // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 205–212.

УДК 697.1

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫМИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ЗАТРАТАМИ

*Л.А. Хейкконен*

HKN Engineering

г. Йошкар-Ола, Россия

*А.П. Хинканин*

ФГБОУ ВО «Поволжский Государственный

технологический университет»

г. Йошкар-Ола, Россия

**Аннотация:** статья рассматривает вопрос создания математической модели индивидуального двухэтажного жилого дома, построенного по каркасной технологии. Приведен анализ всех факторов, влияющих на обеспечение нормативных параметров микроклимата в здании с одной стороны и денежные затраты на реализацию проекта с другой стороны. Приведена верификация результатов энергетического моделирования и фактических затрат на тепло- и холодоснабжение помещений здания. Определены наилучшие варианты теплотехнических показателей, ограждающих конструкции. Показана экономическая эффективность различных технических решений ограждающей оболочки.

**Ключевые слова:** энергомоделирование, финансовая модель строительства, энергосбережение, капитальные и эксплуатационные затраты.

## MATHEMATICAL MODELING AS A WAY TO MANAGE CAPITAL AND OPERATING COSTS

**Abstract:** the article considers the issue of creating a mathematical model of an individual two-storey residential building built using frame technology. The analysis of all the factors influencing the provision of regulatory parameters of the microclimate in the building on the one hand and the monetary costs of the project on the other hand is given. The verification of the results of energy modeling and the actual costs of heat and cold supply to the premises of the building is given. The best options for thermal engineering indicators and enclosing structures have been determined. The economic efficiency of various technical solutions of the enclosing shell is shown.

**Keywords:** energy modeling, financial model of construction, energy saving, capital and operating costs.

### Введение

Вопросы, связанные со снижением энергопотребления зданиями как вновь проектируемых, так и подлежащих реновации остаются актуальными и по сей день. Математическое моделирование энергопотребления зданиями (ВЕМ) позволяет комплексно, объединяя целый ряд

инженерных расчетов, предлагать наиболее эффективные, предпочтительные решения. Инвесторы и застройщики в условиях возрастающей конкуренции на рынке жилищного строительства стремятся предложить потребителю наиболее качественный продукт и как следствие все большее внимание уделяют ВЕМ моделированию. Так в Екатеринбурге [1] при разработке проектной документации жилого комплекса, объединяющего два шестнадцатизэтажных и одного двадцати пятиэтажного здания на заключительной стадии проектирования инвестор одобрил внесение изменений в разделы теплоснабжения, холодоснабжения и вентиляции. В ходе ВЕМ моделирования этих зданий были получены решения, которые привели к снижению потребляемой тепловой энергии с 4,4 до 2,4 Гкал. Кроме этого, стоимость строительно-монтажных работ на этих объектах снизилась на 290 млн руб. Здесь необходимо отметить, что энергомоделирование проводилось на заключительной стадии проектирования. При этом невозможно было изменять и оптимизировать взаимное расположение, ориентацию по сторонам света и геометрию зданий. В тоже время практика математического моделирования зданий свидетельствует о том, что максимально значимый экономический эффект возможно получить при внедрении такого подхода на этапе разработки концепции объекта.

Как отмечается в [2] именно энергомоделирование позволяет «обеспечивать все показатели комфорта, с минимально возможными затратами энергии и минимальным влиянием на окружающую среду».

Энергомоделирование это тот инструмент, который позволяет на этапе разработки концепции объекта оценить как единовременные, так и его эксплуатационные затраты для всех этапах жизненного цикла.

### Материал и методы исследований

На примере небольшого объекта была проведена верификация возможностью ВЕМ моделирования. В качестве такого объекта был выбран коттедж, построенный в 2022 г и находившейся в эксплуатации полтора года.



а)



б)

Рис. 1 а) визуализация проекта дома,  
б) фотография эксплуатируемого объекта

Двухэтажное здание общей площадью 154,3 м<sup>2</sup> было возведено по каркасной технологии и утеплено минераловатными плитами. Толщина утеплителя, уложенного по цокольному и чердачному перекрытию и в стенах была принята одинаковой – 200 мм. Оконные заполнения решены в профиле Rehau 70 с энергосберегающим стеклопакетом, который имел коэффициент пропускания солнечной энергии SHGC равным 0,6. Коттедж имеет водяную систему отопления с индивидуальным электрическим

котлом. На участке, где расположено здание имеется три небольших постройки, которые не экранируют дом. Энергетическая модель была разработана на основе объемно-планировочного решения здания и технических решений ограждающих конструкций. В модель были «загружены» климатические данные и параметры инженерных систем. Климатические параметры типового расчетного года были приняты по данным Центра изучения климата университета Бёркли для наиболее близко расположенной метеостанции WMO 27485 [3].

В ходе моделирования описывались геометрические параметры помещений, температура, влажность и подвижность воздуха, явные и скрытые нагрузки (люди, освещение, бытовые приборы, инженерные системы) с заданием расписания их перемещения, включения и выключения. Это расписание – изменяющийся в течении суток профиль нагрузок строился на весь типовой год. Таким образом в сочетании с меняющимся энергетическим потенциалом окружающей среды появилась возможность оценить количество энергетических ресурсов для обеспечения комфортных условий проживания в коттедже.

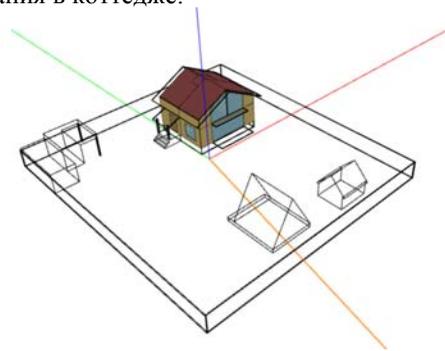


Рис. 2. Внешний вид энергетической модели здания. Каркасным видом показано существующее затенение. Зеленая линия – ориентация на север

### Результаты и проблематика

Моделирование было проведено с применением алгоритмов EnergyPlus. В ходе моделирования были определены почасовые данные энергетического баланса для каждой комнаты здания, теплопоступления от оборудования, освещения и людей, в увязке с изменяющимися в течении года, внешними климатическими

Полученные результаты сгруппированы по месяцам и представлены на рисунке 3. На момент обследования и моделирования здания система холодоснабжения не была реализована, именно по этой причине стоимость ее эксплуатации вынесена отдельно.



Рис. 3. Результаты ВЕМ моделирования затрат всех инженерных систем здания в течении года и сравнение их с реальными данными

Расчетная стоимость эксплуатации в течение года составила 51584 руб. (в ценах 2023 г.) Стоимость энергоресурсов, оплаченных владельцами коттеджа за этот период, составила 52351 руб. (в ценах 2023 г.), таким образом **погрешность моделирования не превысила 1,5%**.

ВЕМ моделирование позволило найти оптимальные технические решения ограждающих конструкций. С этой целью были пересчитаны двенадцать вариантов утепления перекрытий, стен и окон. При этом толщина утеплителя изменялась с шагом 50 мм от 100 до 250 мм.

Таблица 1

Матрица расчетных вариантов. Реализованное (реперное) решение указано под номером 5 и дополнительно выделено

№	Описание варианта	Утепление стены, мм	Утепление пола, мм	Утепление покрытия, мм	SHGC
1	W150C200R200 WIN06	150	200	200	0.6
2	W150C200R200 WIN09	150	200	200	0.9
3	W150C250R250 WIN06	150	250	250	0.6
4	W150C250R250 WIN09	150	250	250	0.9
<u>5</u>	<u>W200C200R200</u> <u>WIN06</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>200</u>	<u>0.6</u>
6	W200C200R200 WIN09	200	200	200	0.9
7	W150C150R150 WIN06	150	150	150	0.6
8	W150C150R150 WIN09	150	150	150	0.9
9	W100C150R150 WIN06	100	150	150	0.6
10	W100C150R150 WIN09	100	150	150	0.9
11	W100C100R100 WIN09	100	100	100	0.9
12	W100C100R100 WIN06	100	100	100	0.6

Результаты моделирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты ВЕМ моделирования**

№	Описание варианта	Отопление руб./год	Отопление + холодоснабжение руб./год	Цена материалов утепления (без работ) руб.	Минимальная экономия (+) / Переплата (-) на стадии строительства, руб.	Минимальная Экономия(+) / Переплата (-) на стадии эксплуатации за 5 лет только отопление, руб	Минимальная Экономия(+) / Переплата (-) на стадии эксплуатации за 5 лет отопление + кондиционирование, руб
1	W150C200R200WIN06	53 550,00 Р	69 124,00 Р	618936,23	21305,73	-9830	-9700
2	W150C200R200WIN09	50 548,00 Р	77 373,00 Р	514036,23	126205,73	5180	-50945
3	W150C250R250WIN06	51 806,00 Р	67 427,00 Р	647545,99	-7304,03	-1110	-1215
4	W150C250R250WIN09	48 873,00 Р	71 900,00 Р	542645,99	97595,97	13555	-23580
5	W200C200R200WIN06	51 584,00 Р	67 184,00 Р	640241,96	0	0	0
6	W200C200R200WIN09	48 654,00 Р	71 657,00 Р	535341,96	104900	14650	-22365
7	W150C150R150WIN06	56 453,41 Р	72 050,23 Р	590326,47	49915,49	-24347,05	-24331,15
8	W150C150R150WIN09	53 317,83 Р	75 959,43 Р	485426,47	154815,49	-8669,15	-43877,15
9	W100C150R150WIN06	60 259,98 Р	75 910,36 Р	569020,74	71221,22	-43379,9	-43611,8
10	W100C150R150WIN09	57 011,81 Р	79 516,44 Р	464120,74	176121,22	-27139,05	-61662,2
11	W100C100R100WIN09	62 438,72 Р	81 640,48 Р	540410,98	99830,98	-54273,6	-72282,4
12	W100C100R100WIN06	65 802,62 Р	84 863,89 Р	435510,98	204730,98	-71093,1	-88399,45

В ходе моделирования было получена выборка стратегий утепления дома. Их можно разделить на консервативные (с низкими эксплуатационными затратами и высокой ценой СМР) и проактивные (с большей ценой эксплуатации и низкой стоимостью СМР). Вариант №5 соответствует принятому при реализации коттеджа, решению. Этот вариант является своеобразным «репером», с которым сравнивались экономические показатели других возможных стратегий. Оценка велась по значениям экономии или переплаты средств на реализацию и эксплуатацию здания. Цены взяты для октября месяца 2022 г., капитальные затраты оценивались через стоимость материалов.

Выбор стратегии №6 (не предполагает изменение утепления стен и перекрытий, но предполагает применение окон без напыления (SHGC = 0.9), что позволило бы получить экономию средств на стадии строительства в сумме 105 тыс. руб. (по материалам) и снизило бы эксплуатационные затраты на отопление на 15 тыс. руб. за период в 5 лет.

Выбрав стратегию №10 (которая предполагает снижение толщины утеплителя в стенах до 100 мм, а в цокольном и чердачном перекрытиях до 150 мм и установку окон с увеличенным коэффициентом SHGC до 0,9) возможно было бы сократить единовременные затраты на 176 тыс. руб. (по материалам) но при этом эксплуатационные затраты выросли бы на 27 тыс. руб. за период в 5 лет.

**Закключение**

Математическое моделирование коттеджа показало высокую схожесть результатов численного моделирования с реальными физическими издержками на поддержание требуемых параметров микроклимата

здания. Появляется возможность анализа посуточных (или почасовых) издержек на работу инженерных систем во взаимосвязи с изменениями энергетического потенциала климата на территории застройки в течении года. Безусловно такой подход создает предпосылки для поиска и определения наиболее экономически предпочтительных вариантов расположения объекта на территории, его объемно-планировочного решения, технических решений ограждающих конструкций и инженерных систем зданий, предоставляя Заказчику возможность выбора оптимальной для себя стратегии инвестиций в строительство.

### Список литературы

1. ANSI/ASHRAE Standard 169, Climatic Data for Building Design Standards.
2. ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2022, Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings - I-P edition
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях (с Поправкой, с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 год.

Сведения об авторах:

Хейкконен Леонид Александрович – старший преподаватель кафедры Проектирование зданий, ФГБОУ ВО ПГТУ. CEO Heikkonen Engineering. [https://t.me/HKN\\_Engineering](https://t.me/HKN_Engineering)

Хинканин Александр Павлович – канд. техн. наук, доцент кафедры проектирование зданий, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия. [HinkaninAP@volgatech.net](mailto:HinkaninAP@volgatech.net)

Heikkonen Leonid Aleksandrovich – Senior Lecturer at the Department of Building Design, Volga State University of Technology. CEO Heikkonen Engineering. [https://t.me/HKN\\_Engineering](https://t.me/HKN_Engineering)

Khinkanin Alexander Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Design, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia. [HinkaninAP@volgatech.net](mailto:HinkaninAP@volgatech.net)

Для цитирования:

Хейкконен, Л. А. Математическое моделирование как способ управления капитальными и эксплуатационными затратами / Л.А. Хейкконен, А.П. Хинканин // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 213–218.

Citation:

Heikkonen L.A. Mathematical modeling as a way to manage capital and operating costs / L.A. Heikkonen, A.P. Khinkanin // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 213–218.

## ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК 721

### РОЛЬ АРХИТЕКТУРНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ ПРИ ПОДАЧЕ ПРОЕКТОВ

*В.С. Акимова,  
Е.Е. Степанова,  
Е.А. Белова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** выявлена значимость архитектурной презентации при подаче студенческих проектов на примере этапов подготовки проекта от зарождения концепции до создания финальных визуализаций. Особое внимание уделяется структурированию процесса, анализу контекста, подготовке графических материалов, а также рендерингу и постобработке. Раскрываются ключевые принципы, инструменты и технологии, которые помогают архитекторам создавать убедительные презентации, способные эффективно представить проект и его преимущества.

**Ключевые слова:** архитектурная презентация, концепция, визуализация, рендеринг, постобработка, 3D-моделирование, графические материалы, проектирование, архитектурный дизайн, коммуникация, технологии презентации.

### THE ROLE OF ARCHITECTURAL PRESENTATION IN THE SUBMISSION OF PROJECTS

**Abstract:** the importance of architectural presentation when submitting student projects is revealed by the example of the stages of project preparation from the conception to the creation of final visualizations. Special attention is paid to the structuring of the process, context analysis, preparation of graphic materials, as well as rendering and post-processing. The key principles, tools and technologies that help architects create compelling presentations that can effectively present the project and its benefits are revealed.

**Keywords:** architectural presentation, concept, visualization, rendering, post-processing, 3D modeling, graphic materials, design, architectural design, communication, presentation technologies.

#### Введение

Архитектурная презентация – это важный инструмент, который помогает архитектору донести свою идею до клиента, инвесторов или профессионального сообщества. Эффективная презентация позволяет показать проект со всех сторон, подчеркнуть его уникальность и достоинства. Процесс подготовки презентации делится на несколько ключевых этапов, каждый из которых вносит свою лепту в формирование качественного,

информативного и впечатляющего результата [1–4]. Ниже рассмотрим основные этапы более подробно.

### Материал и методы исследований

Исследование и анализ участка, где будет размещен проект, — это отправная точка для его разработки. На этом этапе архитектор определяет все факторы, которые могут повлиять на проект и его восприятие. Изучение участка: анализируется география и климатические условия — такие как топография, освещенность, роза ветров, природные условия. Эти данные позволяют определить, например, как здание будет освещаться в течение дня, где могут возникнуть тени, как расположить входы и окна для максимального комфорта. Изучение окружающей застройки: анализ соседних зданий, их масштабов, стиля и материалов помогает вписать проект в существующий городской или природный контекст. Например, в историческом центре города новый объект должен уважать архитектурный облик окружающих зданий, тогда как на окраине у архитектора больше свободы для самовыражения.



Рис. 1. Пример: при разработке проекта жилого микрорайона в городской среде важно учитывать доступ к общественным пространствам, парковкам и зелёным зонам

Концепция проекта – это ядро архитектурной идеи, которая определяет форму, стиль и назначение объекта. Этот этап позволяет структурировать идеи, которые будут выражены в финальном проекте. Создание концепции: архитектор формулирует главную идею, которая отличает проект, определяет его визуальный стиль, цель и характерные особенности. Концепция основывается на уникальных чертах участка и запросах заказчика. Эскизы и наброски: для быстрого поиска удачных объемных и пространственных решений выполняются наброски. Архитектор экспериментирует с формой, расположением и пропорциями, что помогает быстро увидеть, как идея воплощается в объемах. Коллажи и атмосферные визуализации: создаются для передачи настроения проекта, чтобы зритель сразу мог почувствовать атмосферу будущего пространства. Например, для музея могут быть выбраны строгие, монументальные формы, а для общественного парка – легкие и открытые.

На этапе моделирования архитектурная идея обретает объем и форму. Трехмерная модель позволяет увидеть проект со всех сторон и понять, как

он будет выглядеть в реальной жизни. Использование 3D программ: такие программы, как SketchUp, Revit или Rhino, позволяют создать объемное изображение здания, работая с его пропорциями и размерами. Создание формы и деталей: прорисовка фасадов, окон, дверей, стен и прочих элементов делает модель детализированной и приближенной к реальности. Определение материалов: хотя на этом этапе текстуры обычно используются базовые, архитектор начинает подбирать материалы для создания общего представления о внешнем виде здания. Проработка пространств и конструкций: на основе функциональной программы создаются внутренние пространства, определяются их размеры и назначение.

Настройка освещения и текстур – это важный этап для создания реалистичных изображений. Освещение подчеркивает архитектурные формы, а текстуры добавляют ощущение реальности и визуальной привлекательности. Настройка дневного и ночного освещения: проработка положения солнца, теней и искусственного освещения позволяет увидеть здание в разные моменты суток. Свет и тени помогают подчеркнуть объемы и текстуры фасадов. Выбор текстур для материалов: здание покрывается текстурами, которые имитируют выбранные материалы, например, стекло, бетон или дерево. Качественные текстуры подчеркивают реалистичность и тактильные ощущения от проекта. Создание окружения: добавление деревьев, тротуаров, людей и других элементов окружения помогает создать законченную картину и передать взаимодействие объекта с окружающей средой.

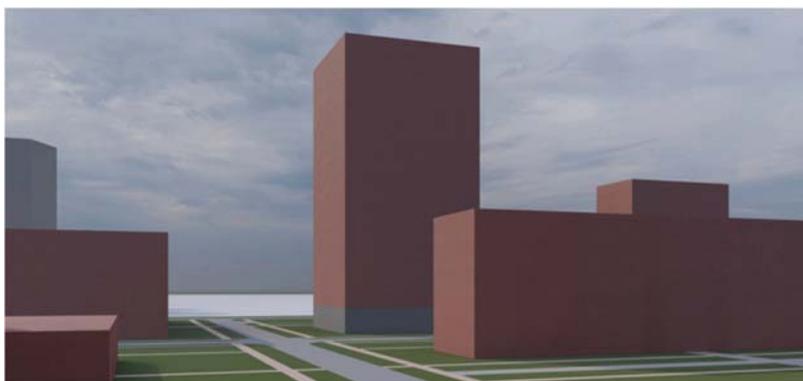


Рис. 2. Видовой кадр с настроенным освещением



Рис. 3. Видовой кадр с освещением и текстурами

Финальные рендеры и их постобработка – это завершающий штрих, делающий изображения качественными и эстетичными. Постобработка помогает улучшить визуальное восприятие и расставить нужные акценты. Цветокоррекция: корректировка яркости, контрастности, насыщенности, что позволяет сделать изображение выразительнее и сбалансированнее по цвету. Добавление эффектов: туман, солнечные лучи, тени – такие детали усиливают реалистичность и эмоциональное восприятие изображения. Детализация и улучшение атмосферы: на изображениях могут появиться люди, растения, машины и другие элементы, что добавляет жизни в проект и помогает представить его функционирование. Подготовка изображений для различных форматов: рендеры адаптируются для презентаций, веб-сайтов и публикаций.



Рис. 3. Финальный рендер

### Результаты и проблематика

Презентация – это финальный этап, объединяющий рендеры, чертежи и схемы в логичную, привлекательную и структурированную форму, готовую для представления проекта. Структурирование материалов: презентация начинается с концепции и плавно переходит к рендерам и техническим деталям, что позволяет последовательно раскрыть проект.

Выбор программного обеспечения: для создания презентаций используются программы, такие как Adobe InDesign, PowerPoint или Canva, которые позволяют организовать материалы в логичный и визуально приятный формат. Подбор цветовой гаммы и шрифтов: стильный и лаконичный дизайн делает презентацию понятной и приятной для восприятия. Создание краткой и полной версии: иногда требуется краткая версия для презентации или подробная версия для детального ознакомления.

Умелое сочетание анализа, качественных визуализаций и продуманной структуры позволяет не только эффективно донести идеи проекта до аудитории, но и подчеркнуть профессионализм архитектора. Следование этапам подготовки и использование современных технологий помогают достичь высокого уровня визуализации и логичности подачи материала, что делает проект понятным, убедительным и запоминающимся.

### Заключение

Архитектурная презентация – это результат творческого и технического процесса, где каждая стадия играет важную роль в формировании финального продукта. От разработки концепции и анализа данных до создания визуализаций и рендеров – все этапы направлены на то, чтобы максимально эффективно представить проект аудитории. Успешная презентация не только демонстрирует архитектурные решения, но и усиливает доверие к архитектору, подчеркивает уникальность и ценность проекта, а также способствует его положительному восприятию.

### Список литературы

1. Ахмедова, З. М. Основы архитектурного проектирования: учебное пособие / З. М. Ахмедова. – Москва: Архитектура-С, 2019. – URL: <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/architecture/865501.pdf> (дата обращения: 01.11.2024).
2. База знаний по визуализации на сайте Chaos Group (V-Ray, Corona Renderer). – URL: <https://www.chaos.com/> (дата обращения: 02.11.2024).
3. Современные тренды в архитектурной визуализации. Журнал CGArchitect. – URL: <https://www.cgarchitect.com/> (дата обращения 01.11.2024)
4. Архитектурные конкурсы и проекты: примеры успешных презентаций. Журнал ArchDaily. – URL: <https://www.archdaily.com/> (дата обращения: 02.11.2024).

Сведения об авторах:

Акимова Василиса Сергеевна – студентка строительного факультета, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия, [basileusss04@gmail.com](mailto:basileusss04@gmail.com)

Степанова Елизавета Евгеньевна – ассистент кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, [stepanova\\_885@mail.ru](mailto:stepanova_885@mail.ru)

Белова Екатерина Андреевна – магистрант 2 курса строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, [katya.vitleykina@mail.ru](mailto:katya.vitleykina@mail.ru)

Akimova Vasilisa Sergeevna – student of the Faculty of Civil Engineering, I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, [basileusss04@gmail.com](mailto:basileusss04@gmail.com)

Stepanova Elizaveta Evgenievna – Assistant at the Department of Architecture and Design of the Chuvan State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia, stepanova\_885@mail.ru

Belova Yekaterina Andreyevna – 2nd year Master's student at the Faculty of Civil Engineering of the I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, katya.vitleykina@mail.ru

Для цитирования:

Акимова, В. С. Роль архитектурной презентации при подаче проектов / В. С. Акимова, Е. Е. Степанова, Е. А. Белова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 219–224.

Citation:

Akimova V.S. The role of architectural presentation when submitting projects / V.S. Akimova, E.E. Stepanova, E.A. Belova // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 219–224.

УДК 372.862

## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА ИХ КВАЛИФИКАЦИИ**

**В.Ф. Богданов**

ФБГОУ ВО «Чувашский государственный  
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**В.С. Антонов,**

**Ю.А. Афанасьев,**

**В.В. Чагин**

Центр оценки квалификации ООО «Экспертстройцентр»

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье рассмотрена подготовка специалистов в бакалавриате, магистратуре и профессиональной деятельности. Проанализированы требования профессионального стандарта к специалистам по организации строительства различных квалификационных уровней. В качестве примера приведены трудовые функции и трудовые действия главного инженера проекта с учетом знаний и умений для их выполнения. Рассмотрены также первые результаты независимой оценки квалификации специалистов по организации строительства.*

***Ключевые слова:** подготовка специалистов, вуз, бакалавриат, учебные курсы, магистратура, компетенции, организация строительства, профессиональный стандарт, квалификационные уровни, трудовые*

*функции, трудовые действия, умения, знания, независимая оценка квалификации, результаты, задачи.*

## SPECIAL ISSUES OF TRAINING SPECIALISTS IN ORGANIZING CONSTRUCTION AND INDEPENDENT ASSESSMENT OF THEIR QUALIFICATIONS

***Abstract:** the article considers the training of specialists in the bachelor's, master's and professional activities. The requirements of the professional standard for specialists in the organization of construction of various qualification levels are analyzed. As an example, the work functions and work actions of the chief engineer of the project are given taking into account the knowledge and skills for their implementation. The first results of an independent assessment of the qualifications of specialists in the organization of construction are also considered.*

***Keywords:** training of specialists, university, bachelor's degree, training courses, master's degree, competencies, construction organization, professional standard, qualification levels, work functions, work actions, skills, knowledge, independent assessment of qualifications, results, tasks.*

### Введение

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена необходимостью повышать качество подготовки строительства объектов капитального строительства. В решении этой задачи высокая ответственность возложена на специалистов по организации строительства.

Такие профессиональные специалисты формируются длительной теоретической и практической подготовкой [1–12].

В ходе нашего анализа мы рассмотрели процессы и результаты их подготовки в бакалавриате по профилю «Промышленное и гражданское строительство» и магистратуре по программе «ПГС: технология и организация строительства», а также критерии оценки профессионального уровня.

Предметом исследования оказались подготовка и формирование специалиста по организации строительства в вузе, послевузовской практике профессиональной деятельности и независимая оценка их квалификации.

### Материал и методы исследований

Материалом для исследования послужили образовательные стандарты, учебные планы, рабочие программы, оценочные средства, профессиональные стандарты, публикации материалов исследований по данной проблематике, тесты теоретических вопросов, задачи. Использованы следующие методы исследования: ретроспективный анализ специальных вопросов подготовки специалистов по организации строительства. Анализ современного этапа подготовки, продуктов деятельности студентов, ПОС и ППР объектов капитального строительства. Изучение работы Центра оценки квалификации, теоретического и практического материала по оценке квалификации специалистов на предмет соответствия их требованиям профессионального стандарта. Анализ результатов оценки квалификации.

### Результаты и проблематика

Обучаясь в бакалавриате по профилю «Промышленное и гражданское строительство» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом будущей специалист по организации строительства овладевает общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями. Формирование профессиональной компетентности происходит в основном изучением таких учебных курсов, как «Технологические процессы в строительстве», «Технология возведения зданий и сооружений», «Организация, планирование и управление в строительстве» и других сопряженных дисциплин с учетом межпредметных связей, а также производственной практикой. Качество компетентности проверяется поэтапной государственной аттестацией в виде госэкзамена, подготовки и процедуры защиты ВКР бакалавра по 4-бальной системе оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

После сдачи вступительного экзамена обучаясь в магистратуре по программе «ПГС: технология и организация строительства» специалист по организации строительства повышает свою компетентность изучением таких курсов как «Инновационные технологии в строительстве», «Технология и организация реконструкции зданий и сооружений», «Методы оптимального организационно-технологического проектирования», «Строительный контроль и технический надзор», «Деятельность технического заказчика и подрядных организаций», «Проектная и организационно-технологическая подготовка строительства», а также занимаясь профессиональной деятельностью по профилю ПГС на строительных предприятиях. В каждом семестре составляется отчет по практике, а в последнем семестре – отчет по преддипломной практике. Особенностью отчета по преддипломной практике является то, что в нем отмечается овладение магистрантом такими профессиональными компетенциями как способности:

- осуществлять и организовывать разработку проектной, рабочей и организационно-технологической документации в сфере промышленного и гражданского строительства;
- управлять производственно-технологической деятельностью строительной организации;
- выполнять и организовывать научные исследования в сфере технологий и организации строительства.

Обучаясь и занимаясь профессиональной деятельностью, специалист участвует в работе научно-практических конференций с докладами и готовит статьи к опубликованию по теме ВКР, выполняемой в виде магистерской диссертации.

Компетентность специалиста в рассматриваемом случае проверяется Государственной аттестацией в виде подготовки и процедуры защиты магистерской диссертации и также по 4-бальной системе оценок. При положительной оценке специалисту присуждается степень магистра.

И бакалавр, и магистр имеют высшее образование. Оно дает им право трудиться как специалист по организации строительства в соответствии со стандартом [1] или выполнять трудовые функции на 5, 6 и 7-уровнях квалификации. На этих уровнях работают соответственно строительный

мастер, производитель работ, главный инженер проекта. Ими выполняются трудовые функции по подготовке к производству, оперативному управлению, контролю качества, а на 7-уровне – еще по сдаче и приемке объекта капитального строительства.

На 5-уровне у мастера это происходит по отдельным видам работ. К примеру, если мастер работает на предприятии или на участке по производству земляных работ, то он должен знать и уметь осуществлять подготовку к производству их, оперативное управление этим технологическим процессом с учетом всех операций, контроль качества, включая все трудовые действия по входному, операционному контролю и т.д. Так и по другим видам общестроительных работ.

На 6-уровне это происходит у прораба, но уже не по отдельным видам работ, а по отдельным этапам строительных работ. То есть по совокупности технологически взаимосвязанных работ, результатом выполнения которых может стать, например, подземная часть здания в виде отдельного этапа.

На 7-уровне главный инженер проекта все трудовые функции и трудовые действия осуществляет в целом по объекту капитального строительства. Он должен знать и уметь всё, что делается на 5,6 и 7-уровнях. А такое возможно только на основе длительной профессиональной подготовки и опыта. Не случайно его называют еще Специалистом по организации строительства.

Кстати, еще о трудовых функциях и трудовых действиях.

На первый взгляд, трудовых функций немного, 3–4 функции. Но по каждой функции много трудовых действий.

Мы проанализировали Стандарт [1] и в качестве примера констатируем, что у главного инженера проекта выполнение лишь одной функции из четырех, одной «Подготовка к строительству объекта», охватывает восемь трудовых действий. Это действия, связанные с: входным контролем, проектной, рабочей, организационно-технологической документации, информационной модели объекта; организацией и контролем производства геодезических и подготовительных работ, подготовки рабочих мест на строительной площадке; контролем наличия необходимых допусков к производству строительных работ; организацией и контролем ведения исполнительной и учетной документации; формированием и ведением сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта [2]. Чтобы уметь осуществлять перечисленные трудовые действия главный инженер проекта должен знать нормативные правовые акты и документы системы технического регулирования и стандартизации в сфере градостроительной деятельности, требования их к организации строительного производства, строительства и сноса объекта, технологических процессов. Должен знать требования к составу и порядку выполнения подготовительных работ; к подключениям временных инженерных коммуникаций к наружным сетям инженерно-технического обеспечения; к производственным участкам и рабочим местам; к оформлению необходимых допусков к строительству объекта и производству работ повышенной опасности с составлением наряд-допусков; к составу и оформлению геодезической исполнительной документации, а также исполнительной и учетной документации по подготовке строительства объекта.

Должен знать виды геодезических работ, перечень работ и профессий повышенной опасности, вредные и опасные факторы воздействия строительного производства на работников и окружающую среду, методы их минимизации и предотвращения, программные средства для ведения исполнительной и учетной документации, методы и средства деловой переписки и производственной коммуникации.

Сегодня также требуется знание средств и методов внесения, хранения, обмена и передачи электронных документов информационной модели объекта капитального строительства, а также знание форматов представления электронных документов.

Как видно из примера, выполнение одной только трудовой функции требует значительного потенциала знаний и умений, приобретаемых учебой и опытом работы. Для выполнения всех 4 трудовых функций на 7-уровне требуется примерно 35 трудовых действий, 61 вид знаний и 50 видов умений [3, табл. 1]. Даже трудно представить сложность и интенсивность работы Специалиста по организации строительства на 7-квалификационном уровне.

От квалификационного уровня специалистов по организации строительства зависит не только качество подготовки к строительству объекта, но и все процессы создания конечной строительной продукции, отвечающей требованиям инвестиционно-строительного проекта с расчетными технико-экономическими показателями с учётом ее безопасности в соответствии с Техническим регламентом [4].

Развивающийся технический прогресс в строительстве обязывает повышать квалификационный уровень специалистов, оцененный вузовской аттестацией. Поэтому на законодательной основе введена независимая оценка квалификации специалистов по организации строительства на предмет их соответствия требованиям профессионального стандарта.

Такая оценка проводится в Центре оценки квалификации ООО «Экспертстройцентр» (г. Чебоксары) путем приема экзамена в специально оборудованном классе в присутствии экспертной комиссии из 3-человек и системного администратора. Во время экзамена ведется видеосъемка. Запрещается «выпадать из поля зрения фронтальной камеры компьютера», пользоваться телефоном, разговаривать, присутствовать рядом с экзаменуемым посторонним лицам, подсказывать. Экзамен принимается в 2 этапа: теоретического и практического. Теоретическая часть состоит из 50 вопросов. Для успешной сдачи необходимо ответить на 36 вопросов. Продолжительность экзамена 60 минут. При удовлетворительной сдаче теоретической части соискатель переходит к практической части, содержащей 7 задач. Оценки: сдал, не сдал.

Видеоотчет, результаты тестирований и материалы экзамена направляются в СПК НОСТРОЙ (Совет по профессиональным квалификациям в строительстве). В течение 30 дней соискатель получает Свидетельство о прохождении независимой оценки квалификации.

Теоретическая база экзамена содержит 600 вопросов, периодически (раз в квартал) обновляется. Ее основу составляют практически те же вопросы, что и в вузе, и в процессе профессиональной деятельности с учетом Стандарта [1].

На начальном этапе оценки квалификации «сдаваемость» экзаменов была не более 20% или практически лишь 20% специалистов по организации строительства на 5, 6 и 7-уровнях соответствует требованиям Стандарта [1]. На этом этапе к экзаменам готовились самостоятельно. Была организована подготовка к экзаменам. После предварительной недельной подготовки «сдаваемость» улучшилась и в настоящее время составляет 90%.

Таблица 1

Сведения о принятых экзаменах

Количество принятых экзаменов, чел/%	Сдали, чел/%			
	с 1-го раза	с 2-го раза	с 3-го раза	с 4-го раза
Около 900/100	Около 776/86,2	103/11,4	16/1,8	5/0,6

Недостаточный уровень знаний и умений имеет место у работников специализированных организаций, осуществляющих строительство объектов энергетики, газовой отрасли, что характерно и для дорожного строительства.

К сожалению, и таких специалистов недостаточно. Видимо сказалось и то, что еще в 1990-е в нашей стране стало «модным» всем поголовно получать высшее образование. Родители начали направлять детей в вузы всеми правдами и неправдами. Причины того, почему молодежь гонится за дипломом о высшем образовании самые разные. Одних «родители заставили», другие стремятся продлить детство и подольше не работать, третьи – избежать Армии. А с введением ЕГЭ появилась масса студентов, которые поступали не туда, куда хотели, а туда, где им хватило баллов. В итоге у нас не так уж много молодых специалистов, которые выбрали профессию по душе и ценят свою работу. И наоборот, полно таких, кто после вуза вынужден заниматься не по профилю.

Из рассмотренного материала и таблицы видно, что система оценки работает и подготовку специалистов необходимо совершенствовать.

#### **Заключение**

1. Уровень подготовки специалиста по организации строительства недостаточный. Причины известные. Спрос высокий. Предложение низкое. Практические требования опережают теоретическую подготовку.

2. Применение традиционных организационно-технологических моделей организации строительства постепенно свертывается.

3. Модернизация системы среднего и высшего образования входит в число приоритетов новых нацпроектов (из выступления В.В. Путина, АиФ, № 45, 2024. С.2).

4. Требования к уровню знаний и умений специалистов по организации строительства повышаются.

5. Уже и в перспективе специалисты по организации строительства должны овладеть новыми технологиями подготовки к строительству и работать в информационных моделях объектов капитального строительства, BIM-технологиях и цифровой среде.

### Список литературы

1. Профессиональный стандарт «Специалист по организации строительства». Утв. Мин-вом труда и соцзащиты РФ 21.04.2022 г. Введен в действие с 01.09.2022 г. и действует до 01.09.2028 г.
2. Петрова, И. В. Формирование информационной модели объекта капитального строительства / И. В. Петрова, В. Ф. Богданов // VI Международная (XII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022. – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 269–273.
3. Богданов, В. Ф. Особенности нового профессионального стандарта «Специалист по организации строительства» / В. Ф. Богданов, И. В. Петрова, Г. Н. Алексеева // VI Международная (XII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022. – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 369–375.
4. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. – Москва: Проспект, 2011. – 32 с.
5. Богданов, В. Ф. Формирование компетентностно ориентированной образовательной среды на кафедре «Строительное производство и экономика строительства» / В. Ф. Богданов, Н. З. Киселев, И. П. Федосеева // Актуальные проблемы формирования компетентностно ориентированной образовательной среды: материалы III Международной учебно-методической конференции (Чебоксары, 10 апреля 2012 года) / ред. колл.: В.Г. Агаков, А.Ю. Александров, Е.Л. Николаев. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2012. – С. 149–152. – EDN YJQTYH.
6. Алексеев, В. А. Оптимизация повышения квалификации инженеров-строителей / В. А. Алексеев, В. Ф. Богданов // Проблемы многоуровневого образования: тезисы докладов Волго-Вятской региональной научно-методической конференции (Чебоксары, 29–30 ноября 1994 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 1994. – С. 163. – EDN GINBMS.
7. Соколов, Н. С. Организация научно-исследовательской работы и практики магистров / Н. С. Соколов, В. Ф. Богданов, Н. Г. Мамаев // Развитие системы непрерывного профессионального образования: содержание, проблемы, перспективы: материалы IV Международной учебно-методической конференции (Чебоксары, 22 ноября 2012 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2012. – С. 42–46. – EDN YWVEFF.
8. Организация и проведение дипломного проектирования по специализации «Технология, организация и экономика строительного производства» / В. Ф. Богданов, Н. З. Киселев, И. П. Федосеева, Г. Н. Алексеева // Повышение качества образования как условие модернизации экономики: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 1 января – 31 декабря 2010 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2010. – С. 169–172. – EDN YNRGPS.
9. Совершенствование учебного процесса на основе использования межпредметных связей / В. Ф. Богданов, Н. П. Макаров, С. М. Ушков, А. Ф. Федоров // Проблемы многоуровневого высшего образования: тезисы докладов седьмой Международной научно-методической конференции (Нижний Новгород, 31 марта – 2 апреля 1998 года). – Ч. 1. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 1998. – С. 51–52. – EDN ZROGFH.

10. Богданов, В. Ф. Опыт и задачи подготовки специалистов по магистерской программе «теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве» / В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева, Н. З. Киселев // Совершенствование системы высшего образования: опыт и перспективы: материалы VIII Международной учебно-методической конференции (Чебоксары, 31 октября 2016 года) / под ред. А.Ю. Александрова, Е.Л. Николаева. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2016. – С. 12–14. – EDN XRTKGJ.

11. Львов, И. В. Становление выпускника вуза профессиональным строителем на производстве / И. В. Львов, В. Ф. Богданов, С. М. Ушков // Казанская наука. – 2016. – №3. – С. 56–58. – EDN VUXJUB.

12. Богданов, В. Ф. Перспективы повышения качества подготовки бакалавров по профилю «Промышленное и гражданское строительство» / В. Ф. Богданов, И. П. Федосеева, Н. З. Киселев // Высшая школа России перед вызовами современности: перспективы развития: материалы VII Международной учебно-методической конференции (Чебоксары, 30 октября 2015 года) / под ред. А. Ю. Александрова, Е. Л. Николаева. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2015. – С. 50–53. – EDN UYOHSL.

13. Модернизация процесса подготовки кадров строительного комплекса / И. В. Львов, Г. Н. Алексеева, В. Ф. Богданов, С. М. Ушков // Казанская наука. – 2015. – №3. – С. 61–63. – EDN TSHASR.

### Сведения об авторах:

Богданов Василий Филиппович – канд. экон. наук, заслуженный работник образования Чувашской Республики, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Россия, г. Чебоксары, 428015, Московский пр-т, 15; e-mail: Basil1943@gmail.com

Антонов Валентин Спиридонович – генеральный директор ООО «Экспертстройцентр», руководитель Центра оценки квалификации, эксперт, заслуженный строитель Чувашской Республики, Почетный строитель России, Россия, г. Чебоксары, 428018, Академика Крылова, 11.

Афанасьев Юрий Анатольевич – эксперт Центра оценки квалификации, заслуженный строитель Чувашской Республики, Россия, г. Чебоксары, 428018, Академика Крылова, 11.

Чагин Вадим Валентинович – эксперт Центра оценки квалификации, заслуженный строитель Чувашской Республики, Россия, г. Чебоксары, 428018, Академика Крылова, 11.

Vasily F. B. – Ph.D. in Economics, Honored Worker of Education of the Chuvash Republic, Associate Professor of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Construction Economics Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Russia, Cheboksary, 428015, Moskovsky Prospekt, 15; e-mail: Basil1943@gmail.com

Antonov V. S. – General Director ООО “Expertstroycenter”, Head of the Qualification Assessment Center, expert, Honored Builder of the Chuvash Republic, Honored Builder of Russia, Russia, Cheboksary, 428018, Academician Krylov, 11.

Afanasyev Yu. A. – expert of the Qualification Assessment Center, honored builder of the Chuvash Republic, Russia, Cheboksary, 428018, Academician Krylov, 11.

Chagin V. V. – expert of the Qualification Assessment Center, honored builder of the Chuvash Republic, Russia, Cheboksary, 428018, Academician Krylov, 11.

Для цитирования:

Специальные вопросы подготовки специалистов по организации строительства и независимая оценка их квалификации / В. Ф. Богданов, В. С. Антонов, Ю. А. Афанасьев, В. В. Чагин // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 224–232.

Special issues of training specialists in organizing construction and independent assessment of their qualifications / V.F. Bogdanov, V.S. Antonov, Yu.A. Afanasyev, V.V. Chagin // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 224–232.

УДК 692.45, 69.036.3

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ САПФИР-ГЕНЕРАТОР ПРИ ПОСТРОЕНИИ ДВУХСЛОЙНЫХ СТРУКТУРНЫХ ОБОЛОЧЕК**

*А.Г. Николаева,  
Н.В. Иванова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье авторы делятся опытом применения программы Сапфир-Генератор для создания оболочек при выполнении аудиторных работ обучающимися по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.*

***Ключевые слова:** двухслойная оболочка, структура, сапфир-генератор.*

## **EXPERIENCE OF USING SAPPHIRE-GENERATOR IN CONSTRUCTING TWO-LAYER STRUCTURAL SHELLS**

***Abstract:** in the article, the authors share their experience of using the Sapphire-Generator program to create shells when performing classroom work by students in the specialty 08.05.01 Construction of unique buildings and structures.*

***Keywords:** double layer shell, structure, sapphire generator.*

### **Введение**

При выполнении аудиторной работы по дисциплине «Спецкурс по проектированию металлических конструкций», для приобретения

навыков в создании сложных форм поверхностей, перед обучающимися была поставлена задача построить структурную плиту-оболочку по заданным параметрам [1–5].

### Материал и методы исследований

Формообразование оболочек было предложено выполнить с помощью САПФИР-Генератор.

Диалог Генератор содержит инструменты визуального программирования (ноды) и предназначен для графического (визуального) построения алгоритмов создания моделей в программе САПФИР-3D.

Алгоритмы отображаются в виде схемы-графа (см. рис. 1) состоящей из нодов и связей между ними. Ноды обеспечивают формирование, обработку данных и построение различных моделей САПФИР-3D: Стены, Плиты, Призмы, Колонны, Сваи, Нагрузки и др. Посредством связей между нодами обеспечивается передача данных с выходов одних нодов на входы других, и таким образом реализуется требуемый алгоритм построения модели.

Вся геометрия, которая генерируется при использовании различных нодов Генератора, отображается в графическом окне САПФИР-3D. При помощи нодов можно существенно упростить моделирование сложных конструкций, особенно если требуется выполнять редактирование готовой модели. Модели, построенные при помощи нодов являются параметрическими, т.е. автоматически перестраиваются при изменении исходных данных, в качестве которых могут выступать: объекты, созданные стандартными средствами САПФИР (линии, строительные оси, стены, плиты, призмы, поверхности и т.д.)

### Результаты и проблематика

В данном случае процесс создания заключался в определении геометрии оболочки и разложение на составляющие ее направляющие линии-траектории (TLn1, TLn2) и образующие линии (Gn1, Gn2) (рис. 1). В качестве исходных данных были назначены размеры в плане и расстояние между поясами (толщина) оболочки.

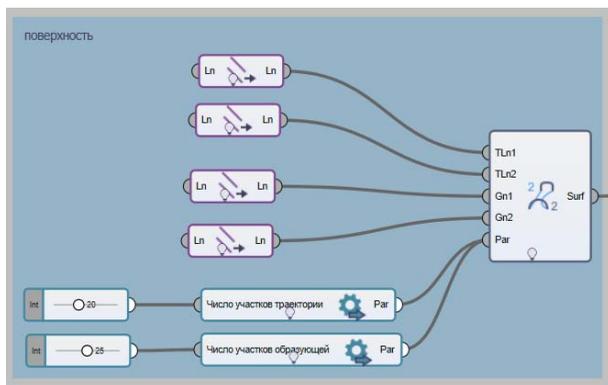


Рис. 1. Схема-граф построения контура оболочки

Сложность геометрической формы оболочки была обусловлена различными очертаниями направляющих линий-траекторий и образующих (рис. 2), которые разрешено было выбрать обучающимся самостоятельно, к тому же, эти линии располагались во взаимно перпендикулярных плоскостях.

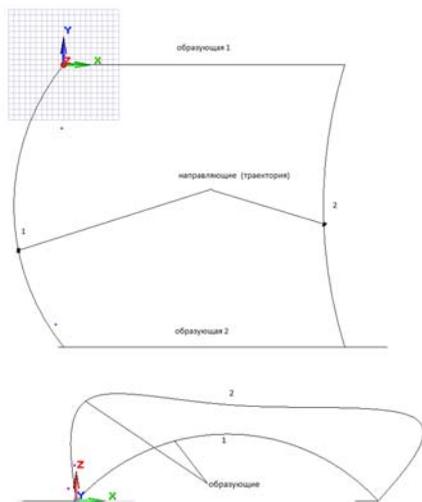


Рис. 2. Направляющие траектории и образующие: план, вид сбоку

После привязки основных линий геометрии к нодам получалась поверхность-оболочка с заданной регулируемой разбивочной сеткой. Которая создавалась при помощи нодов, задающих число участков разбиения траектории и образующей. При помощи нода построения элементов пространственной решетки и задания параметров поперечного сечения элементов этой решетки (рис. 4) была построена двухслойная структурная оболочка, изображенная на рисунке 3.

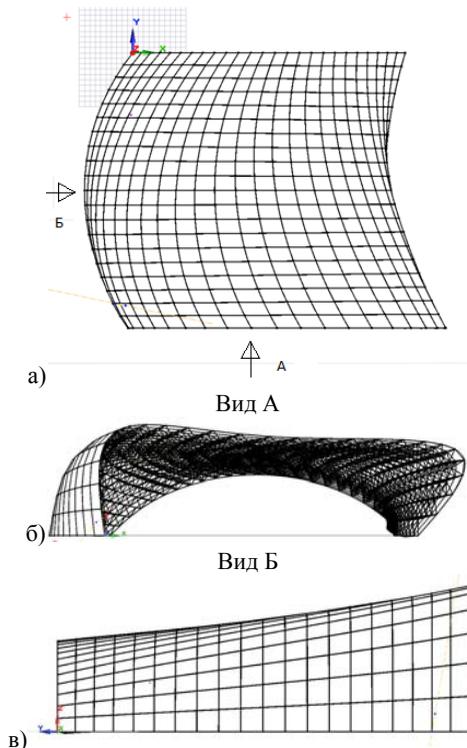


Рис. 3. Оболочка. Вид сверху (а), вид А (б), вид Б (в)

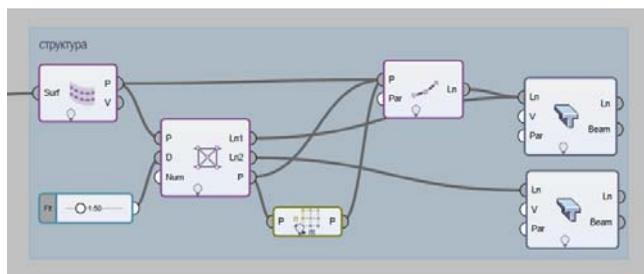


Рис. 4. Схема-граф построения структуры

В случае необходимости, обучающиеся могли скорректировать контур оболочки, путем изменения основных линий траектории или образующих.

В дальнейшем полученная структура преобразовывалась в расчетную схему и импортировалась в Лиру-САПР, где выполнялся конструктивный расчет элементов оболочки.

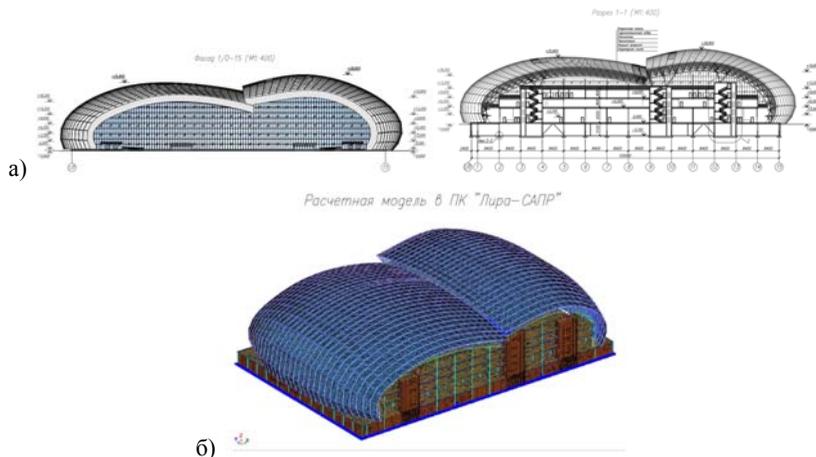


Рис. 4 Дипломный проект на тему «Дворец водных видов спорта с покрытием в виде криволинейной оболочки»: а) фасад и разрез здания ДВС; б) расчетная схема оболочки

Приобретенные навыки обучающиеся имеют возможность применить при построении железобетонных оболочек по дисциплине «Спецкурс по проектированию железобетонных конструкций», а также и при выполнении выпускных квалификационных работ, пример такой работы приведен на рисунке 4. При проектировании дипломного проекта на тему «Дворец водных видов спорта с покрытием в виде криволинейной оболочки» была применена та же методика построения структурной оболочки.

#### Заключение

Дальнейшая работа по закреплению подобных навыков на практике, позволит свободно использовать ноды при построении любых моделей зданий и их составляющих.

#### Список литературы

1. Николаева, А. Г. Применение САПР в проектировании многоэтажных стальных каркасов / А. Г. Николаева, Н. В. Иванова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2019: сборник статей по материалам конференции с международным участием (Чебоксары, 7 июня 2019 года). – Чебоксары: Среда, 2019. – С. 175–180.
2. Численный расчет способов усиления структурных конструкций покрытия при воздействии огня / Т. Г. Рыгова, Л. А. Максимова, А. Г. Николаева [и др.] // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2021. – №1 (47). – С. 95–104. – DOI 10.37972/chgpu.2021.1.47.009.
3. Иванов, В. А. Расчет усиления стержневой конструкции покрытия / В. А. Иванов, А. Г. Николаева, Н. В. Иванова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции (Чебоксары, 12 декабря 2023 года). – Чебоксары: Среда, 2023. – С. 54–64.

4. Интегральный автоматический мониторинг высотных, заглубленных и большепролетных сооружений, разработанный кафедрой строительных конструкций чувашского госуниверситета / А. Н. Плотников, С. А. Левин, А. Г. Лукин [и др.] // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции (Чебоксары, 21–22 ноября 2018 года). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. – С. 278–294.

5. Николаева, А. Г. О методике использования мультимедийных средств преподавания в технических вузах / А. Г. Николаева // Парадигмы университетской истории и перспективы университетологии (к 50-летию Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова): VII Арсентьевские чтения (Чебоксары, 12–14 октября 2017 года) / редколлегия: О. Н. Широков, Т. Н. Иванова, Н. Н. Агеева, М. Н. Краснова. – Т. 1. – Чебоксары: Среда, 2017. – С. 371-373. – EDN ZOITFX.

Сведения об авторах:

Николаева Анастасия Георгиевна – старший преподаватель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: nag\_sf@mail.ru

Иванова Наталья Васильевна – старший преподаватель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: sus-a@mail.ru

Nikolaeva Anastasia Georgievna – senior lecturer of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: nag\_sf@mail.ru

Ivanova Natalia Vasilevna – senior lecturer of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: sus-a@mail.ru

Для цитирования:

Николаева, А. Г. Опыт применения САПФИР-Генератор при построении двухслойных структурных оболочек / А. Г. Николаева, Н. В. Иванова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 232–237.

Citation:

Nikolaeva A.G. Experience of using SAPPHIRE-Generator in constructing two-layer structural shells / A.G. Nikolaeva, N.V. Ivanova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC - 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 232–237.

УДК 378.016

## РАЗВИТИЕ КОНСТРУКТИВНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА НА ЗАНЯТИЯХ ПО РИСУНКУ

*А.И. Пайгузов*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

***Аннотация:** в статье отражена последовательность формирования конструктивно-пространственного мышления у студентов, обучающихся по строительным специальностям. Освещены методические особенности каждого этапа рисования.*

***Ключевые слова:** конструктивно-пространственное мышление, студенты, строительный факультет, преподавание рисунка*

### DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIVE-SPATIAL THINKING IN STUDENTS OF THE CIVIL ENGINEERING FACULTY IN DRAWING CLASSES

***Abstract:** the article reflects the sequence of formation of constructive-spatial thinking in students studying in construction specialties. Methodological features of each stage of drawing are highlighted.*

***Keywords:** constructive-spatial thinking, students, construction faculty, teaching drawing*

#### Введение

Как известно, в своей профессиональной деятельности архитектор имеет дело с различными геометрическими формами, которые лежат в основе проектирования. Отсюда возникает потребность в умении правильно изображать архитектурные формы в пространстве. Особое значение приобретает умение грамотно рисовать архитектурные формы в процессе предпроектной деятельности, когда архитектор должен быстро закрепить на бумаге возникающие у него идеи проектируемого здания. Умение точно отражать на листе бумаги варианты будущего проекта необходимо формировать в процессе подготовки студентов, обучающихся по строительным специальностям. Для правильного рисования различных геометрических форм, лежащих в основе архитектурного проектирования, необходимо формировать у них конструктивно-пространственное мышление. Будущий архитектор должен видеть не только внешние формы предметов, но и их внутреннюю конструкцию. Наблюдения за работой студентов, проведенные нами на занятиях по рисунку, показывает, что у студентов на первом этапе обучения рисованию возникает ряд проблем, о которых мы ранее писали в своих публикациях [3]. Данная статья посвящена описанию опыта формирования конструктивно-пространственного

мышления на строительном факультете Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова.

### **Материал и методы исследований**

Материалом для исследования послужили публикации различных авторов по данной проблематике, учебная документация, результаты наблюдений за учебной деятельностью студентов на занятиях по рисованию. В работе использованы следующие методы: изучение педагогической документации, анализ собственного опыта, наблюдение, собеседование, анализ продуктов деятельности студентов.

### **Результаты и проблематика**

Общеизвестно, что точное определение понятий, используемых в процессе теоретического исследования, имеет первостепенное значение в научной практике. Отсюда возникает задача определения понятия «конструктивно-пространственное мышление». В этих целях мы проанализировали понятия «мышление», «конструкция», «пространство». Результаты данного анализа позволили нам дать следующее определение: конструктивно-пространственное мышление – это психический процесс, направленный на выявление устройства предмета и взаимного расположения его частей в пространстве.

Следовательно, в процессе обучения студентов необходимо формировать у них навыки анализа объектов в целях выявления его внутреннего строения и определения места объекта в пространстве.

Деятельность педагога по формированию конструктивно-пространственного мышления осуществляется в несколько этапов. На начальном этапе обучения рисованию необходимо объяснить и показать студентам последовательность построения на листе бумаги простых геометрических фигур: куба, параллелепипеда, шестигранной призмы, четырехгранной и шестигранной пирамиды, цилиндра, конуса и сферы. Эти фигуры являются базовыми для создания различных архитектурных форм. В процессе рисования студент должен научиться правильно передавать трехмерную форму на двухмерной плоскости бумаги.

Обучение рисованию осуществляется на основе гипсовых моделей геометрических фигур. Рисунки должны выполняться от руки без использования линейки и циркуля. Необходимо на глаз точно определить пропорции фигур, выявить их внутреннюю конструкцию, правильно передать объемную форму с учетом ракурса. Рисунок выполняется «сквозным» способом в линейно-конструктивной моделировке, т.е. в виде каркасной конструкции. Как известно, линейно-конструктивное рисование является важным средством формирования конструктивного мышления [2; 4–11]. Для выявления формы допускается условная штриховка теневых частей. Пространство передается толщиной линий и направлением штрихов. Педагог перед началом рисования объясняет и показывает схемы построения различных геометрических фигур на плоскости бумаги. В качестве примера на рисунке 1 приведем схемы построения некоторых геометрических фигур.

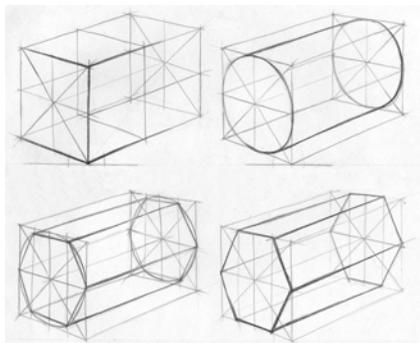


Рис. 1. Схемы построения геометрических фигур

Важно, чтобы студенты не срисовывали внешнюю форму предметов, а осознанно рисовали, понимая их конструкцию. Процесс рисования должен напоминать процесс исследования: студент должен всесторонне изучать натуру, выявлять ее особенности [1]. Отнюдь не случайно великий итальянский мастер эпохи Возрождения Микеланджело Буонарроти говорил своим ученикам: «Рисуют не руками, а головой».

Для закрепления полученных навыков полезно дать студентам задание по памяти изобразить нарисованные с натуры геометрические фигуры. Для развития пространственного мышления на данном этапе полезно выполнять зарисовки геометрических фигур в различных положениях. Например, изобразить куб в разных позициях вращения.

После освоения студентами правил рисования простейших геометрических фигур педагог переходит к следующему этапу обучения: рисованию групп геометрических фигур. На этом этапе обучения задача усложняется тем, что необходимо нарисовать не отдельные фигуры, а несколько взаимосвязанных в пространстве предметов. Для этого используются не менее трех гипсовых моделей различных по форме геометрических фигур. Например, сфера, куб, призма и конус. На рисунке 2 показан пример такого задания.

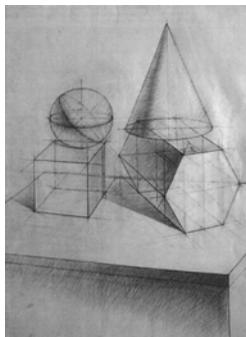


Рис. 2. Пример композиции из геометрических фигур

Постановка ставится на нейтральном фоне для более ясного восприятия предметов. Они должны находиться под разными углами друг к другу. Одни фигуры ставятся на другие для создания более выразительной композиции. Сначала делается небольшая эскиз в верхнем углу листа. Он помогает правильно скомпоновать предметы в рамках формата, определить их пространственное расположение. Эскиз делается обобщенно, без тщательной прорисовки. Далее найденная в эскизе компоновка переносится на весь формат бумаги. На этом этапе определяется плоскость стола и границы фигур, их взаимное расположение относительно друг друга. Затем приступают к определению пропорций каждой фигуры и предметов относительно друг друга. Далее идет конструктивный анализ и рисование каждого предмета. Для передачи объема и пространства используется толщина линий и условная штриховка светотени.

Следующий этап в развитии конструктивно-пространственного мышления – рисование врезок. Начинается обучение рисованию врезок с двух разных геометрических фигур. Например, куб и пирамида, цилиндр и призма и т.п. Примером может послужить рисунок 3.

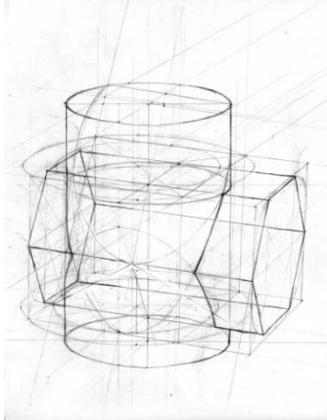


Рис. 3. Пример врезки из двух геометрических фигур

Необходимо в процессе обучения использовать все основные геометрические фигуры для рисования врезок. Студенты должны понять особенности построения врезок разных геометрических фигур. Для развития пространственного мышления студентов полезно давать задания на рисование врезок в разных положениях. Например, врезку из цилиндра и призмы изобразить в нескольких ракурсах. Такие упражнения позволяют видеть объект с разных позиций, что важно для профессиональной подготовки будущего архитектора.

Затем количество геометрических фигур в композиции увеличивается. На этом этапе студенты самостоятельно создают композиции из трех-четырёх фигур. В процессе работы над заданием важно создать гармоничную композицию. Для этого студенты самостоятельно определяют размеры геометрических фигур относительно друг друга. Примером выполнения такого задания может послужить рисунок 4, представленный нами ниже.

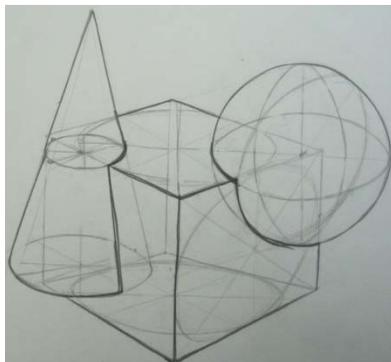


Рис. 4. Пример простой композиции из врезок

Постепенно сложность композиции повышается за счет увеличения количества геометрических фигур. Для этого педагог может раздать для каждого студента карточки-задания с указанием геометрических фигур и их количества. Работа выполняется с учетом угловой перспективы. На основании полученного задания студент должен составить гармоничную абстрактную композицию. Пример представлен на рисунке 5.

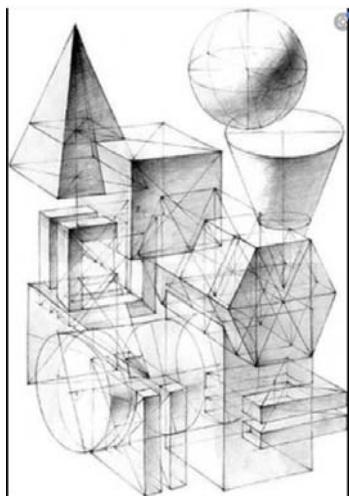


Рис. 5. Пример сложной композиции из врезок

На следующем этапе формирования конструктивно-пространственного мышления ставится задача изображения архитектурной формы на основе врезок. Пример такого задания представлен на рисунке 6.

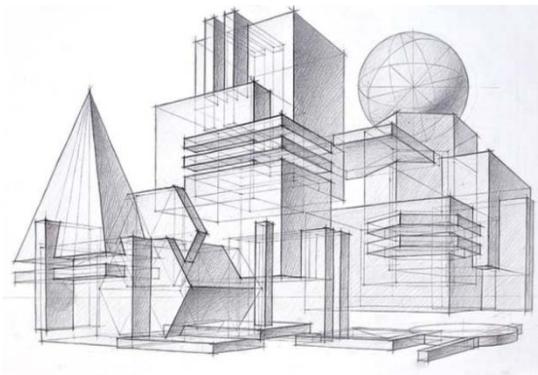


Рис. 6. Пример архитектурной композиции

### Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что формирование конструктивно-образного мышления студентов строительного факультета на занятиях по рисунку должно осуществляться на основе последовательного усложнения учебных заданий на основе принципов доступности и последовательности.

### Список литературы

1. Гладышев Г.М. Академический рисунок как основа искусства дизайнера и архитектора / Г.М. Гладышев // Вестник ОГУ. – 2015. – №5 (180).
2. Основы методологии дизайн-проектирования: учебное пособие / М. В. Панкина; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2020. – 147 с.
3. Пайгусов А.И. Преподавание архитектурного рисунка на строительном факультете: проблемы и способы их решения // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022. Материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 376–381.
4. Критерии, показатели и уровни сформированности у будущих бакалавров педагогического образования компетентности в области эстетического воспитания школьников / Д. В. Пайдуков, П. В. Пайдуков, А. В. Пайдуков, С. П. Ахметова // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – Т. 18. № 5. – С. 39–45. – EDN WBGMUX.
5. Ахметова, С. П. Духовно-нравственное воспитание студентов в процессе преподавания дизайна: конспект лекций / С. П. Ахметова; С. П. Ахметова; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Федеральное гос. общеобразовательное учреждение высш. проф. образования «Чувашский гос. ун-т им. И. Н. Ульянова». – Чебоксары: Чувашский гос. ун-т, 2006. – 27 с. – EDN QMEWCX.

6. Андреева, О. П. Архитектура модерна в современном облике городов Чувашии / О. П. Андреева, Э. В. Михайлова, С. П. Ахметова // *Художественное образование и наука*. – 2023. – №2 (35). – С. 128–135. – DOI 10.36871/hon.202302128. – EDN LADDOJ.

7. Андреева, О. П. К вопросу о необходимости изучения произведений мастеров живописи и архитектуры XVIII–XIX веков в процессе подготовки будущих дизайнеров / О. П. Андреева, С. П. Ахметова, Э. В. Михайлова // *Искусство и образование*. – 2020. – №4 (126). – С. 224–232. – EDN QNPHSE.

8. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // *Вестник Чувашского университета*. – 2011. – №2. – С. 270–275.

9. Андреева, О. П. Междисциплинарная преемственность в системе непрерывного дизайнерского образования / О. П. Андреева, Э. В. Михайлова // *Педагогика искусства*. – 2016. – №4. – С. 156–160. – EDN YUBKKJ.

10. Андреева, О. П. Творческая мастерская рисунка как средство формирования проектно-графической компетентности студентов, будущих дизайнеров / О. П. Андреева, Э. В. Михайлова // *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*. – 2017. – Т. 8. №4–2. – С. 11–16. – DOI 10.12731/2218-7405-2017-4-2-11-16. – EDN YMFYEZ.

11. Григорьева, Т. А. Возможности дисциплины «Достижения современной строительной практики» в развитии профессионально-познавательных интересов студентов-первокурсников / Т. А. Григорьева, В. М. Сеньков // *Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции (Чебоксары, 21–22 ноября 2018 года)*. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. – С. 26–32. – EDN ZBLLJJ.

### Сведения об авторах:

Пайгусов Анатолий Иванович – канд. пед. наук доцент, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия. E-mail: apaugusov@mail.ru

Paigusov Anatoly Ivanovich – Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia. E-mail: apaugusov@mail.ru

### Для цитирования:

Пайгусов, А. И. Развитие конструктивного-пространственного мышления у студентов строительного факультета на занятиях по рисунку // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 238–244.

### Citation:

Paigusov A.I. Development of constructive-spatial thinking in students of the construction faculty in drawing classes // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 238–244.

УДК [378-057.87:624]:004

**РАБОТА ЦЕНТРА ПО РАБОТЕ С ОДАРЕННОЙ  
МОЛОДЕЖЬЮ ЧГУ ИМ. И.Н. УЛЬЯНОВА  
НА ПРИМЕРЕ ОЛИМПИАД ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ  
«СТРОИТЕЛИ БУДУЩЕГО» И «РИСУНОК»,  
ПРОВОДИМЫХ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ**

*Л.А. Сакмарова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

*Аннотация:* в статье рассматривается работа Центра по работе с одаренной молодежью Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова на примере олимпиад для школьников «Строители будущего» и «Рисунок», проводимых на строительной факультете.

*Ключевые слова:* талантливая молодежь, особо одаренные молодые граждане, смотры, конкурсы, олимпиады, фестивали, «Строители будущего», «Рисунок».

**THE WORK OF THE CENTER FOR WORK WITH  
GIFTED YOUTH OF THE I.N. ULYANOV CHSU  
ON THE EXAMPLE OF THE OLYMPIADS  
FOR SCHOOLCHILDREN "BUILDERS  
OF THE FUTURE" AND "DRAWING", HELD  
AT THE CONSTRUCTION FACULTY**

*Abstract:* the article examines the work of the Center for Work with Gifted Youth of the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov using the example of the Olympiads for schoolchildren "Builders of the Future" and "Drawing" held at the construction faculty.

*Keywords:* talented youth, especially gifted young citizens, reviews, competitions, olympiads, festivals, "Builders of the Future", "Drawing".

**Введение**

Центр по работе с одаренной молодежью создан в ЧГУ им. И.Н. Ульянова 15 июля 2015 года. Основной целью Центра является создание на территории университета научно-образовательного пространства, обеспечивающего методическую и информационно-технологическую базу для выявления и сопровождения одаренных учащихся общеобразовательных организаций и студентов Университета.

Задачи центра:

- реализация мер популяризации среди молодежи научно-образовательной и творческой деятельности, стимулирование интереса к научно-исследовательской деятельности;
- организация, координация и развитие деятельности, направленной на выявление и поддержку одаренной и талантливой молодежи на всех этапах образования; внедрение современных моделей выявления, психолого-педагогического сопровождения талантливой молодежи;
- создание необходимых условий для непрерывного индивидуализированного обучения одаренных учащихся и студентов на базе Университета, обеспечение реализации индивидуальных траекторий обучающихся;
- развитие олимпиадного движения в Университете по ряду образовательных областей: математика, физика, химия, информатика и ИКТ, робототехника, нанотехнологии, строительство, экономика, филология и др., которые возглавляют ведущие ученые Университета.

### Материал и методы исследований

Одной из основных задач современного высшего образования является выявление талантливой, ярко мыслящей и проявляющей творческие способности молодежи. Проведение таких творческих научноориентированных мероприятий, как олимпиады, способствует решению этой задачи. Расширение сфер применения современных инфокоммуникационных технологий в области образования дает возможность массового участия одаренных школьников в олимпиадах и расширяет географию участников. Проведение олимпиад для школьников позволяет выявить настоящего талантливых молодых людей, способных к научным исследованиям, связанным с потребностями рынка в высокотехнологичных отраслях инновационной экономики.

Целями проведения Олимпиады «Рисунок» являются:

- выявление и развитие у учащихся творческих способностей и интереса к изобразительному искусству, художественному творчеству, дизайну;
- формирование у молодежи устойчивого интереса к творческим профессиям: дизайнера, художника, архитектора, строителя;
- оказание помощи учащимся старших классов в выборе своей будущей профессии;
- создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, популяризации научных знаний среди молодежи в области строительства и архитектуры;
- развитие творческой инициативы, повышение интереса обучающихся к углубленному изучению предметов, являющихся фундаментальными для дальнейшего образования по строительным специальностям (направлениям), имеющим архитектурный уклон;
- расширение области взаимодействия между Университетом и учреждениями довузовского образования;
- привлечение научно-педагогической общественности Университета к активной работе с обучающейся молодежью.

Основными целями Олимпиады «Строители будущего» являются:

- выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научно-техническому творчеству, расширение спектра форм

## Материалы VII Международной (XIII Всероссийской) конференции

работы Факультета, используемых для выявления, поддержки и привлечения наиболее способных и одарённых детей, популяризация научных знаний среди молодежи в области строительства и архитектуры;

– оказание помощи учащимся старших классов в выборе своей будущей профессии;

– создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, популяризации научных знаний среди молодежи;

– повышение интереса обучающихся к углубленному изучению предметов, являющихся фундаментальными для дальнейшего образования по строительным специальностям;

– расширение области взаимодействия между Университетом и учреждениями довузовского образования;

– привлечение научно-педагогической общественности Университета к активной работе с обучающейся молодёжью.

### Результаты и проблематика

Таблица 1

Количество участников Олимпиады «Строители будущего» по годам

	2017 год	2018 год	2019 год	2021год	2022 год	2023 год
<b>2 тур</b>	74	92	53	115	221	267
<b>1 тур</b>	180	200	220	250	450	490

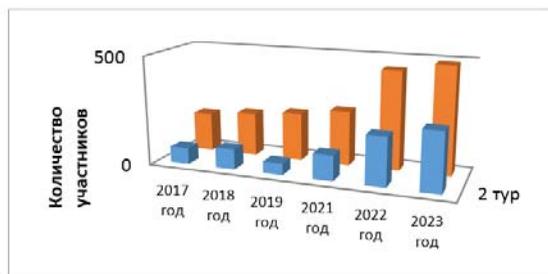


Рис. 1. Количество участников Олимпиады «Строители будущего» по годам

Таблица 2

Количество участников Олимпиады «Рисунок» по годам

	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2021 год	2022 год	2023 год
<b>2 тур</b>	67	58	57	137	170	219	97	125	101
<b>1 тур</b>	104	200	304	350	350	400	160	250	410

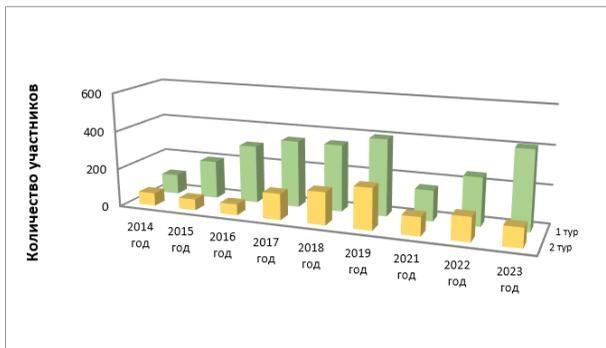


Рис. 2. Количество участников Олимпиады «Рисунок» по годам

Олимпиада «Рисунок» проводится по общеобразовательному предмету рисунок. Во время второго (очного) тура по рисунку участник Олимпиады выполняет натюрморт из группы геометрических тел на фоне драпировок. Он должен продемонстрировать:

- грамотную компоновку группы предметов в заданном формате;
- линейно-конструктивное построение рисунка геометрических тел с соблюдением линейной перспективы;
- соблюдение пропорциональных соотношений частей предметов и между предметами;
- выявление объема предметов тональными средствами;
- плановость композиции;
- цельность законченной работы, гармоничность тоновых отношений;
- владение техникой карандашного рисунка;
- эстетическую выразительность работы
- знание линейной перспективы, законов светотени, основных законов композиции,
- знание последовательности выполнения линейно-конструктивного и тонового рисунка геометрических тел.

Олимпиада «Строители будущего» Олимпиада проводится по общеобразовательным предметам математика, физика, химия, черчение.

Первый (заочный) тур Олимпиады проходит в дистанционном формате.

Второй тур олимпиады является заключительным и проводится в традиционной форме: участники предоставляют комиссии подробные и обоснованные решения олимпиадных заданий или полностью выполненные творческие задания. Второй тур проводится на базе кафедры архитектуры и дизайна среды строительного факультета ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова».

В Олимпиаде «Строители будущего» принимают участие учащиеся 9–11 классов государственных, муниципальных и негосударственных образовательных организаций, реализующих основные общеобразовательные программы основного общего и среднего (полного) общего образования, а также учащиеся образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования, в том числе

образовательные организации Российской Федерации, расположенные за пределами территории Чувашской Республики.

В Олимпиаде «Рисунок» принимают участие учащиеся 1–11 классов государственных, муниципальных и негосударственных образовательных организаций, реализующих основные общеобразовательные программы основного общего и среднего (полного) общего образования, а также учащиеся образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования, в том числе образовательные организации Российской Федерации, расположенные за пределами территории Чувашской Республики.

В последние два десятилетия появилось большое количество новых типов зданий как по назначению, так по конструкциям и материалам. Созданы новые стандарты и технологии безопасной жизнедеятельности людей, комфорта, энергоэффективности, экономии материалов и труда [1–12].

В России становится все более популярным проведение конкурсов по ТИМ-проектированию разных направленностей, как среди строительных организаций, так и среди студентов строительных вузов и техникумов.

Внедрение ТИМ в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. ТИМ – это инновационный подход к проектированию и строительству, основанный на создании трехмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [13–20]. Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник легче войдет в рынок труда, и приспособится к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [21–30].

Не исключено, что в ближайшее время строительный факультет будет проводить соревнования по ТИМ-проектированию для школьников.

### **Заключение**

Участие в Олимпиаде даст возможность углубить свои знания в фундаментальных естественнонаучных дисциплинах, повысит уровень вашей интеллектуальной зрелости, проверит ваше умение сконцентрироваться на выполнении поставленной задачи и готовность оперативно принимать решение в стрессовой ситуации. Все эти качества необходимы сегодня высококвалифицированному, востребованному конкурентоспособному специалисту. В дальнейшем это позволит раскрыть потенциал одаренной молодежи и стать трамплином возможностей для будущих специалистов.

### **Список литературы**

1. Bakhmisova M.A., Plotnikov A.N., Sakmarova L.A., Petrov M.V. Development, strength check, calculation of the wind load of a multi-layer guarding structure // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. №197. С. 49–54.

2. Бахмисова, М. А. Прочность и деформация ограждающей конструкции с гибкими связями при температурных и силовых воздействиях / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова. – Чебоксары, 2022. – С. 72–79.

3. Температурно-влажностные деформации и воздействия на элементы наружной многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Современные вопросы механики сплошных сред – 2021: сборник статей по материалам III Международной конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 126–138.

4. Гибкие связи в многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, Е. Г. Гоник, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 30–37.

5. Ефремова, М. П. Экологическое предпринимательство за рубежом / М. П. Ефремова, Л. А. Сакмарова // Актуальные вопросы экономики: сборник научных трудов. – Чебоксары, 2020. – С. 71–74.

6. Петрова, В. В. Объемная кладка в фасадных системах зданий / В. В. Петрова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – С. 182–186.

7. Сакмарова, Л. А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции. – Чебоксары: 2018. – С. 88–96.

8. Сакмарова, Л. А. Ретроспективный анализ развития уровня комфорта жилого фонда г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Жилищное строительство. – 2017. – №12. – С. 14–19.

9. Сакмарова, Л. А. Исторический анализ развития уровня комфорта жилого фонда массовой застройки на примере г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции. – 2012. – С. 26–30.

10. Сакмарова, Л. А. Анализ градостроительного объекта на температурные и силовые воздействия / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 30–34.

11. Сакмарова, Л. А. Научное исследование и устойчивость многослойных наружных стен с жесткими связями / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 189–196.

12. Сакмарова, Л. А. Устойчивость многослойной ограждающей конструкции при силовых и температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции. – Чебоксары: 2023. – С. 64–71.

13. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.

14. Бахмисова, М. А. BIM-технологии и анализ междисциплинарных связей по дисциплинам в образовательной среде строительного факультета / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Социологические и педагогические аспекты образования: сборник трудов Международной научно-практической конференции / под ред. Л. А. Абрамовой, И. Е. Повернинова. – Чебоксары, 2019. – С. 88–93

15. Бахмисова, М. А. Информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Чебоксары, 2022. – С. 16–22.

16. Бахмисова, М. А. 3D-моделирование и 3d-печать как способы знакомства и стимулирования интереса обучающихся к профессии инженера / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 52–59.

17. Белова, Е. А. ТИМ на примере вкр бакалавров направления подготовки «строительство», профиль «проектирование зданий» / Е. А. Белова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 35–39.

18. Сакмарова, Л. А. Применение BIM технологий в образовательной среде строительного факультета Чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

19. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

20. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

21. Mičhallova E., Sakmarova L., Akhmetova S., Andreeva O. Aestheticization of the living environment as the basis of design activity of designers // International E-Journal of Advances in Education. 2021. Pp. 222–226.

22. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

23. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

24. Сакмарова, Л. А. Реализация профессионально-практической составляющей при подготовке выпускников строительного профиля / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 57–59.

25. Сакмарова, Л. А. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. Посвящается 150-летию со дня рождения П. А. Столыпина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2012. – С. 325–326.

26. Сакмарова, Л. А. Организация самостоятельной работы студентов профиля «ПГС» на примере дисциплины «архитектура зданий» с использованием сдо «MOODLE» / Л. А. Сакмарова // Организационно-методическое обеспечение образовательного процесса в современных условиях: материалы V Международной учебно-методической конференции. – 2013. – С. 95–99.

27. Сакмарова, Л. А. О необходимости использования системы дистанционного обучения «MOODLE» в образовательном процессе на примере строительного факультета / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 518–522.

28. Сакмарова, Л. А. Особенности становления и развития региональной системы технического образования чувашской республики / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2012. – №1. – С. 176–181.

29. Сакмарова, Л. А. Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 235–239.

30. Сакмарова, Л. А. Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова, С. А. Волков // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 229–235.

Сведения об авторах:

Сакмарова Лариса Алексеевна – Зав. кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, lara.sakmarova@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna – Head of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia, lara.sakmarova@mail.ru

Для цитирования:

Сакмарова, Л. А. Работа Центра по работе с одаренной молодежью ЧГУ им. И.Н. Ульянова на примере олимпиад для школьников «Строители будущего» и «Рисунк», проводимых на строительной факультете / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 245–252.

Citation:

Sakmarova L.A. The work of the Center for work with gifted youth of the I.N. ULYANOV CHSU on the example of the olympiads for schoolchildren "Builders of the future" and "Drawing", held at the construction faculty / L.A. Sakmarova, E.A. Belova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 245–252.

УДК [378-057.87:624]:004

## РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКИХ ОЛИМПИАД И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОНКУРСОВ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА

*Л.А. Сакмарова,*

*Е.А. Белова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** в статье рассматриваются меры государственной поддержки талантливой молодежи, разработка и реализация мер стимулирования особо одаренных молодых граждан в области образования, науки, техники и культуры, проведение смотров, конкурсов, олимпиад, фестивалей, выставок по различным направлениям творческой деятельности молодежи. Работа Центра по работе с одаренной молодежью Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова.

**Ключевые слова:** талантливая молодежь, особо одаренные молодые граждане, смотры, конкурсы, олимпиады, фестивали.

## THE ROLE OF STUDENT OLYMPIADS AND PROFESSIONAL COMPETITIONS IN TRAINING SPECIALISTS

**Abstract:** the article examines measures of state support for talented youth, development and implementation of measures to stimulate especially gifted young citizens in the field of education, science, technology and culture, holding reviews, competitions, olympiads, festivals, exhibitions in various areas of creative activity of youth. Work of the Center for Work with Gifted Youth of the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov.

**Keywords:** talented youth, especially gifted young citizens, reviews, competitions, olympiads, festivals.

### Введение

В соответствии с Указом Президента РФ от 6 апреля 2006 г. №325 «О мерах государственной поддержки талантливой молодежи» государственная поддержка молодых граждан в сфере образования, воспитания и развития включает в себя:

- разработку и осуществление мер, способствующих интеллектуальному, нравственному, физическому развитию молодых граждан, приобщению их к участию в культурной жизни общества;
- разработку и реализацию мер стимулирования особо одаренных молодых граждан в области образования, науки, техники и культуры;
- проведение смотров, конкурсов, олимпиад, фестивалей, выставок по различным направлениям творческой деятельности молодежи.

### Материал и методы исследований

Основными задачами олимпиад являются:

- проверка способности студентов к самостоятельной профессиональной деятельности;
- совершенствование умений эффективного решения профессиональных задач, развитие профессионального мышления, способности к проектированию своей деятельности и конструктивному анализу ошибок в профессиональной деятельности;
- стимулирование студентов к дальнейшему профессиональному и личностному развитию;
- повышение интереса к будущей профессиональной деятельности;
- развитие конкурентной среды в сфере среднего профессионального образования;
- повышение престижности специальности среднего профессионального образования;
- повышение роли работодателей в обеспечении качества подготовки специалистов среднего звена.

Усилить практическую направленность профессионального образования позволяют и конкурсы профессионального мастерства. Участие в конкурсе дает колоссальную практику студентам и четкие представления о выбранной профессии, формирует творческую самостоятельность, правильную самооценку и самоопределение в профессиональной среде.

Государство стремится уделять значительно внимание поддержке талантливой молодежи, участвующей в профессиональных конкурсах и олимпиадах, а также развитию данного направления деятельности образовательной среды, как фактора, способствующего ее совершенствованию. Среди комплекса мер, направленных на совершенствование системы высшего образования было определено «выстраивание системы конкурсов и олимпиад профессионального мастерства среди молодежи и молодых рабочих, что будет использоваться как механизм актуализации профессиональных и образовательных стандартов и программ, профессиональной ориентации детей и молодежи».

### Результаты и проблематика

Центр по работе с одаренной молодежью создан в ЧГУ им. И.Н. Ульянова 15 июля 2015 года. Основной целью Центра является создание на территории университета научно-образовательного пространства, обеспечивающего методическую и информационно-технологическую базу для выявления и сопровождения одаренных учащихся общеобразовательных организаций и студентов Университета.

Задачи центра:

- реализация мер популяризации среди молодежи научно-образовательной и творческой деятельности, стимулирование интереса к научно-исследовательской деятельности;
- организация, координация и развитие деятельности, направленной на выявление и поддержку одаренной и талантливой молодежи на всех этапах образования; внедрение современных моделей выявления, психолого-педагогического сопровождения талантливой молодежи;

## Материалы VII Международной (XIII Всероссийской) конференции

– создание необходимых условий для непрерывного индивидуализированного обучения одаренных учащихся и студентов на базе Университета, обеспечение реализации индивидуальных траекторий обучающихся;

– развитие олимпиадного движения в Университете по ряду образовательных областей: математика, физика, химия, информатика и ИКТ, робототехника, нанотехнологии, строительство, экономика, филология и др., которые возглавляют ведущие ученые Университета.

Таблица 1

Перечень Олимпиад, в которых участвуют обучающиеся строительного факультета

Наименование олимпиады	Количество студентов-участников				
	2019	2020	2021	2022	2023
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Всероссийская студенческая олимпиада «Строительная теплофизика (теплотехника)»	-	-	-	-	3
Отборочный этап на образовательный интенсив «Зеленый курорт: комплексное развитие архитектурно-ландшафтной среды прибрежной территории» акт-кластера «Таврида»	-	-	-	-	5
VI Международный конкурс молодых дизайнеров «Дизайн-Перспектива 2023»	-	-	-	-	3
Всероссийская студенческая олимпиада по Теплогазоснабжению и вентиляции	-	-	-	-	3
Третий всероссийский конкурс кадров для цифрового строительства BIM skills.	-	-	-	-	4
Открытая международная студенческая Интернет-олимпиада (ОИО – Open International Internet-Olympiad) по дисциплине «История России»	-	-	-	53	40
Открытая международная студенческая Интернет-олимпиада (ОИО – Open International Internet-Olympiad) по дисциплине «Русский язык»	31	91	67	87	89
XIII-ой Всероссийская (с международным участием) студенческая междисциплинарная Интернет-олимпиада инновационного характера «Информационные технологии в сложных системах»	88	57	124	66	
Открытая международная студенческая Интернет-олимпиада по дисциплине «Сопrotивление материалов»		19	33	47	
Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»	104		88	57	16
Всероссийская студенческая олимпиада «Строительство» 2022, ННГАСУ	1		3	5	3
Конкурс молодежных научно-исследовательских грантов				3	
Акселерационная программа «Стартап. Начало»				14	8

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Международный строительный чемпионат (World Construction Championship) (организован Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации совместно с Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом»)				8	5
Отборочный BIM-чемпионат СПбГАСУ по компетенции «Информационное моделирование зданий»				15	4
Девятая международная выставка-конкурс «ШапашкАРТ» 2022. Дизайн, архитектура, декоративно-прикладное искусство				5	
Межрегиональный конкурс «Асамла тере тенчи». Декабрь 2022				3	
Творческий конкурс «Зеленый чертеж», Онлайн-журнал ландшафтного мастерства «KURS GARDEN»				8	
Заключительный тур Всероссийской студенческой олимпиады «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень бакалавриата) г. Казань, КГАСУ			1	3	
<b>Итого</b>	<b>224</b>	<b>167</b>	<b>316</b>	<b>366</b>	<b>183</b>

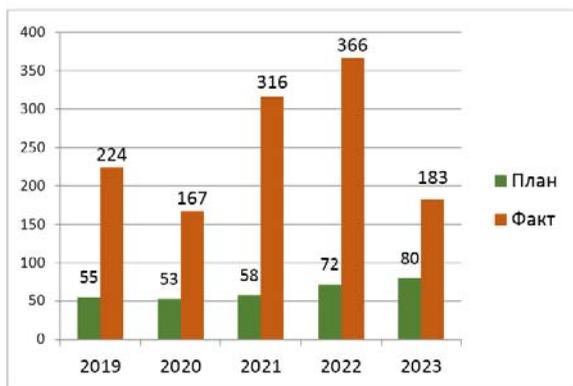


Рис. 1. Количество участников Олимпиад по годам

Участие в дистанционных олимпиадах и профессиональных конкурсах, которое также сопровождается призовыми местами, позволяет увеличить количество обучающихся, участвующих в реализации данной формы работы и способствует формированию «философии успеха» у большего количества студентов, так как привлечь к очным олимпиадам и конкурсам значительное количество участников не представляется возможным согласно положениям по их проведению.

В последние два десятилетия появилось большое количество новых типов зданий как по назначению, так по конструкциям и материалам. Созданы

новые стандарты и технологии безопасной жизнедеятельности людей, комфорта, энергоэффективности, экономии материалов и труда [1–12].

В России становится все более популярным проведение конкурсов по ТИМ-проектированию разных направленностей, как среди строительных организаций, так и среди студентов строительных вузов и техникумов.

Внедрение ТИМ в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. ТИМ – это инновационный подход к проектированию и строительству, основанный на создании трехмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [13–20]. Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник легче войдет в рынок труда, и приспособиться к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [21–30].

### Заключение

Таким образом, олимпиады и профессиональные конкурсы являются эффективным средством формирования знаний, умений и навыков обучающихся, необходимых для их личностного и профессионального самоопределения. Олимпиады и конкурсы стимулируют, и мотивирует личностное и интеллектуальное развитие молодого поколения, поддерживают одаренную молодежь, содействует их самоопределению и продолжению образования, развивают, и поддерживает интерес учащихся к познавательной деятельности. Олимпиады и конкурсы способствуют повышению интереса студентов к преподаваемым дисциплинам и модулям, развитию исследовательских умений, логического мышления, творческой активности, а в конечном итоге – совершенствованию качества подготовки будущих специалистов.

### Список литературы

1. Bakhmisova M.A., Plotnikov A.N., Sakmarova L.A., Petrov M.V. Development, strength check, calculation of the wind load of a multi-layer guarding structure // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. №197. С. 49–54.
2. Бахмисова, М. А. Прочность и деформация ограждающей конструкции с гибкими связями при температурных и силовых воздействиях / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова. – Чебоксары, 2022. – С. 72–79.
3. Температурно-влажностные деформации и воздействия на элементы наружной многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Современные вопросы механики сплошных сред – 2021: сборник статей по материалам III Международной конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 126–138.
4. Гибкие связи в многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, Е. Г. Гоник, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 30–37.
5. Ефремова, М. П. Экологическое предпринимательство за рубежом / М. П. Ефремова, Л. А. Сакмарова // Актуальные вопросы экономики: сборник научных трудов. – Чебоксары, 2020. – С. 71–74.

6. Петрова, В. В. Объемная кладка в фасадных системах зданий / В. В. Петрова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – С. 182–186.

7. Сакмарова, Л. А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции. – Чебоксары: 2018. – С. 88–96.

8. Сакмарова, Л. А. Ретроспективный анализ развития уровня комфорта жилого фонда г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Жилищное строительство. – 2017. – №12. – С. 14–19.

9. Сакмарова, Л. А. Исторический анализ развития уровня комфорта жилого фонда массовой застройки на примере г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции. – 2012. – С. 26–30.

10. Сакмарова, Л. А. Анализ градостроительного объекта на температурные и силовые воздействия / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 30–34.

11. Сакмарова, Л. А. Научное исследование и устойчивость многослойных наружных стен с жесткими связями / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник,

М. А. Бахмисова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 189–196.

12. Сакмарова, Л. А. Устойчивость многослойной ограждающей конструкции при силовых и температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник,

М. А. Бахмисова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции. – Чебоксары: 2023. – С. 64–71.

13. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.

14. Бахмисова, М. А. BIM-технологии и анализ междисциплинарных связей по дисциплинам в образовательной среде строительного факультета /

М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Социологические и педагогические аспекты образования: сборник трудов Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Абрамовой, И.Е. Поверинова. – Чебоксары, 2019. – С. 88–93

15. Бахмисова, М. А. Информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Чебоксары, 2022. – С. 16–22.

16. Бахмисова, М. А. 3D-моделирование и 3d-печать как способы знакомства и стимулирования интереса обучающихся к профессии инженера / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 52–59.

17. Белова, Е. А. ТИМ на примере вкр бакалавров направления подготовки «строительство», профиль «проектирование зданий» / Е. А. Белова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 35–39.

18. Сакмарова, Л. А. Применение BIM технологий в образовательной среде строительного факультета чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

19. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

20. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

21. Michalova E., Sakmarova L., Akhmetova S., Andreeva O. Aestheticization of the living environment as the basis of design activity of designers // International E-Journal of Advances in Education. 2021. Pp. 222–226.

22. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

23. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

24. Сакмарова, Л. А. Реализация профессионально-практической составляющей при подготовке выпускников строительного профиля / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 57–59.

25. Сакмарова, Л. А. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. Посвящается 150-летию со дня рождения П. А. Столыпина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2012. – С. 325–326.

26. Сакмарова, Л. А. Организация самостоятельной работы студентов профиля «ПГС» на примере дисциплины «архитектура зданий» с использованием сдо «MOODLE» / Л. А. Сакмарова // Организационно-методическое обеспечение образовательного процесса в современных условиях: материалы

V Международной учебно-методической конференции. – 2013. – С. 95–99.

27. Сакмарова, Л. А. О необходимости использования системы дистанционного обучения «MOODLE» в образовательном процессе на примере строительного факультета / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы

VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 518–522.

28. Сакмарова, Л. А. Особенности становления и развития региональной системы технического образования чувашской республики / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2012. – №1. – С. 176–181.

29. Сакмарова, Л. А. Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 235–239.

30. Сакмарова, Л. А. Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова, С. А. Волков // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 229–235.

Сведения об авторах:

Сакмарова Лариса Алексеевна – зав. кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, lara.sakmarova@mail.ru

Белова Екатерина Андреевна – магистрант ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, katya.vitleykina@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna – Head of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, lara.sakmarova@mail.ru

Belova Ekaterina Andreevna – postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, katya.vitleykina@mail.ru

Для цитирования:

Сакмарова, Л. А. Роль студенческих олимпиад и профессиональных конкурсов в подготовке специалиста / Л. А. Сакмарова, Е. А. Балова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. Чебоксары: Среда, 2024. – С. 253–260.

Citation:

Sakmarova L.A. The role of student olympiads and professional competitions in training specialists / L.A. Sakmarova, E.A. Belova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboксары: Sreda, 2024. P. 253–260.

УДК 378.1:624:004

## ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ) НА ПРИМЕРЕ ДПО СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА ЧУВГУ

*Л.А. Сакмарова,*

*С.В. Солин,*

*Е.А. Белова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** в настоящее время строительство становится, более цифровым, и специалисты в области цифрового обеспечения на протяжении всего жизненного цикла здания становятся очень востребованными. В статье рассматривается процесс реализации программы профессиональной подготовки повышения квалификации «Технологии информационного моделирования (ТИМ) в обеспечении жизненного цикла здания» в рамках национального проекта «Демография».

**Ключевые слова:** технологии информационного моделирования (ТИМ), информационная модель, жизненный цикл здания, цифровизация строительной отрасли, запрос на переподготовку специалистов.

## TEACHING INFORMATION ANALYSIS TECHNOLOGIES (TIM) USING THE EXAMPLE OF DPO OF THE CONSTRUCTION FACULTY OF CHUVSU

**Abstract:** construction is currently becoming more digital, and specialists in the field of digital support throughout the life cycle of a building are becoming very much in demand. The article discusses the process of implementing the professional development program "Information Modeling Technologies (TIM) in Ensuring the Life Cycle of a Building" within the framework of the national project "Demography".

**Keywords:** BIM, Building Information Model, information model, building life cycle, digitalization of the construction industry, demand for retraining of specialists.

### Введение

В настоящее время строительство становится, более цифровым, и специалисты в области цифрового обеспечения на протяжении всего жизненного цикла здания становятся очень востребованными.

В России и в Чувашской Республике идет активный переход на технологию информационного моделирования. С февраля 2023 года при госзаказах по 44-ФЗ все проекты должны быть выполнены с использованием BIM моделирования, что в свою очередь требует повышения квалификации и получения практических навыков у действующих проектировщиков

в области BIM моделирования. В Чувашской Республике основную часть опытных проектировщиков составляют люди предпенсионного возраста, а работоспособная и легко воспринимающая новые технологии часть – это молодежь последних курсов, оба эти контингента очень важны для отрасли и поэтому необходимо их подготовить к текущим реалиям [1–3].

### **Материал и методы исследований**

Запросы на переподготовку специалистов, знающих современные информационные технологии моделирования, неоднократно поступают от органов местного самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Республики. Но в связи с тем, что спрос на таких специалистов в разы превышает предложение на рынке Республики, дефицит огромный.

ТИМ-технологии (Технологии Информационного Моделирования в строительстве) – новая технология информационного сопровождения объекта. Информационное моделирование зданий уже не первый год активно используется во всем мире. Основными лидерами - разработчиками ТИМ(BIM)-технологий считаются компании: Autodesk (Revit, Autocad), Tekla, Graphisoft (ArchiCAD), Renga (АСКОН). Основным преимуществом ТИМ(BIM)-технологий является сокращение сроков создания и реализации проекта за счет оптимизации графика, четкого планирования и постоянного мониторинга затрат. В основе технологии лежит трёхмерная модель здания, где каждый элемент сооружения связан с информационной базой данных. При изменении какого-либо элемента, и т. п., происходит автоматическое изменение остальных связанных параметров и объектов, чертежей, спецификации и визуализаций.

Внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ) в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. ТИМ – это инновационный подход к проектированию и строительству, основанный на создании трёхмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [1–8]. Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник легче войдет в рынок труда, и приспособиться к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [9–11].

### **Результаты и проблематика**

Для решения этой задачи кафедра архитектуры и дизайна среды строительного факультета Чувашского государственного университета реализовала программу профессиональной подготовки повышения квалификации «Технологии информационного моделирования (ТИМ) в обеспечении жизненного цикла здания». Это программа проходила в рамках национального проекта «Демография» для социальной категории «Гражданин, ищущий работу».

Программа направлена на формирование компетенций в соответствии с трудовыми функциями ТИМ-специалистов обеспечивающих наполнение и целостность информационной модели на протяжении всего жизненного цикла здания. Опирается на профессиональный стандарт 16.032 «Специалист в области производственно-технического и технологического обеспечения строительного производства» [12–14].

Учебный план программы включает в себя изучение следующих модулей:

Таблица 1

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей, курсов), разделов, тем	Общая трудоемкость, ч	Контактные часы			СРС, ч	Формы контроля
			лекции	лабораторные работы	практические и семинарские занятия		
I	Технология информационного моделирования (ТИМ) в России. Основные требования Правительства РФ и своды правил для формирования и ведения информационно модели объекта капитального строительства	2	1			1	
II	Инструментарий программного обеспечения для создания и обработки информационной модели. Ведение электронного реестра организационно-технологической документации	10			6	4	
III	Направление «Архитектура»	15			10	5	
IV	Направление «Конструкции»	13			8	5	
V	Направление «Инженерные системы: водоснабжение и водоотведение»	11			6	5	
VI	Практическая работа по темам 1–5				3		
VII	Технологии информационного моделирования. Организация среды общих Данных. Формирование, ведение и регистрация исполнительной документации в электронном виде	16			10	6	
VIII	Итоговая аттестация	2			2		
	Итого	72	1		42	29	

Запросы на переподготовку специалистов, знающих современные информационные технологий, неоднократно поступают от органов местного самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Чувашской Республики.

С начала 2024 года обучение прошли около 240 работников строительной отрасли из таких организаций как: ООО «Классика-АРТ», ООО «Строительное управление 28», ООО «Монолитное строительство», ООО «Проектно-сметное бюро», ООО «Стройтрест 3», ООО «Институт каркасного проектирования СМКпроект», ООО «Регион-Трейддинг», ООО «Чувашпроект», ООО «Союзпроект», АО «ЧУВАШГРАЖДАНПРОЕКТ».

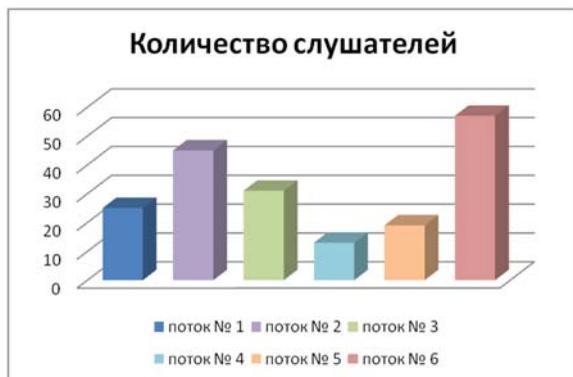


Рис. 1. Количество слушателей программы

Мониторинг показал увеличенный спрос на программу у проектировщиков рис.1. Как видно из следующих диаграмм основной процент слушателей, это представители проектных организаций (рис. 2).



Рис. 2. Распределение слушателей по группам обучающихся

В процессе обучения слушатели узнали о технологии ТИМ, разобрали несколько примеров правильного внедрения технологии в производственный процесс, остановились на типичных ошибках внедрения и способах их избежать. Каждый попробовал себя в роли основных участников ТИП процесса (ТИМ менеджер, ТИМ координатор, ТИМ мастер и ТИМ инженер), узнал их обязанности и, возможно, определился со своей ролью в ТИМ процессе своей организации.

На занятиях слушатели изучили программные комплексы по созданию информационной модели Revit и Renga. Были изучены такие разделы как, «Архитектурные решения», «Конструктивные решения», «Инженерные системы зданий».

В разделе «Архитектурные решения» была разработана информационная модель здания многоквартирного жилого дома и индивидуального многоквартирного жилого дома с учетом требований сводов правил. Научились выводить чертежи раздела АР, такие как, фасады, разрезы, планы этажей, 3-д вид и т.д.

В разделе «Конструктивные решения» на основании модели раздела АР научились конструировать изделия, такие как, плита перекрытия, колонна каркаса, армировать созданные элементы.

В разделе «Инженерные сети» построена информационная модель системы, выведены аксонометрический вид и план размещения оборудования, спецификация.

Также научились организовывать совместную работу специалистов разных разделов.

В процессе обучения слушатели программы научились не только пользоваться инструментами программного комплекса, но и на междисциплинарном уровне применять знания технологий ТИМ-моделирования для решения конкретных задач в области архитектурного проектирования [15–18].

### Заключение

В результате освоения программы профессиональной подготовки повышения квалификации «Технологии информационного моделирования (ТИМ) в обеспечении жизненного цикла здания» слушатели приобрели следующие компетенции, необходимые для профессиональной деятельности:

- создавать информационную модель здания;
- наполнять информационную модель на протяжении всего жизненного цикла здания;
- организовывать координацию всех разделов проектной документации;
- проверять целостность и работоспособность информационной модели здания;
- формировать отдельные виды исполнительной документации в электронном виде;
- вести и регистрировать отдельные виды исполнительной документации в электронном виде в составе информационной модели;
- владеть навыками работы с современными программами компьютерного проектирования Revit, Renga.

### Список литературы

1. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.
2. Бахмисова, М. А. BIM-технологии и анализ междисциплинарных связей по дисциплинам в образовательной среде строительного факультета / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Социологические и педагогические аспекты образования: сборник трудов Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Абрамовой, И.Е. Поверинова. – Чебоксары, 2019. – С. 88–93.
3. Бахмисова, М. А. Информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Чебоксары, 2022. – С. 16–22.
4. Бахмисова, М. А. 3D-моделирование и 3d-печать как способы знакомства и стимулирования интереса обучающихся к профессии инженера / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 52–59.

5. Белова, Е. А. ТИМ на примере вкр бакалавров направления подготовки «строительство», профиль «проектирование зданий» / Е. А. Белова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 35–39.

6. Сакмарова, Л. А. Применение BIM технологий в образовательной среде строительного факультета чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

7. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

8. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

9. Mičailova E., Sakmarova L., Akhmetova S., Andreeva O. Aestheticization of the living environment as the basis of design activity of designers // International E-Journal of Advances in Education. 2021. Pp. 222–226.

10. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

11. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

12. Сакмарова, Л. А. Реализация профессионально-практической составляющей при подготовке выпускников строительного профиля / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 57–59.

13. Сакмарова, Л. А. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. Посвящается 150-летию со дня рождения П. А. Столыпина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2012. – С. 325–326.

14. Сакмарова, Л. А. Организация самостоятельной работы студентов профиля «ПГС» на примере дисциплины «архитектура зданий» с использованием сдо «MOODLE» / Л. А. Сакмарова // Организационно-методическое обеспечение образовательного процесса в современных условиях: материалы V Международной учебно-методической конференции. – 2013. – С. 95–99.

15. Сакмарова, Л. А. О необходимости использования системы дистанционного обучения «MOODLE» в образовательном процессе на примере строительного факультета / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 518–522.

16. Сакмарова, Л. А. Особенности становления и развития региональной системы технического образования чувашской республики / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2012. – №1. – С. 176–181.

17. Сакмарова, Л. А. Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 235–239.

18. Сакмарова, Л. А. Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова, С. А. Волков // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 229–235.

Сведения об авторах:

Сакмарова Лариса Алексеевна – зав. кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, lara.sakmarova@mail.ru

Солин Сергей Владимирович – старший преподаватель кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, ssolin@yandex.ru

Белова Екатерина Андреевна – магистрант ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, katya.vitleykina@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna – Head of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia, lara.sakmarova@mail.ru

Solin Sergey Vladimirovich – senior lecturer of the Department of Architecture and Environmental Design of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “ChSU named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia, ssolin@yandex.ru

Belova Ekaterina Andreevna – postgraduate student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, Russia, katya.vitleykina@mail.ru

Для цитирования:

Сакмарова, Л. А. Обучение технологиям информационного моделирования (ТИМ) на примере ДПО строительного факультета ЧувГУ / Л. А. Сакмарова, С. В. Солин, Е. А. Белова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 261–267.

Citation:

Sakmarova L.A. Teaching information analysis technologies (TIM) using the example of DPO of the construction faculty of ChuvSU / L.A. Sakmarova, S.V. Solin, E.A. Belova// VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 261–267.

УДК [378-057.87:624]:004

## ОБУЧЕНИЕ ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНУ

*Л.А. Сакмарова,*

*Е.Е. Степанова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** ландшафтный дизайн – творческая деятельность, направленная на формирование предметно – пространственной среды приемами и средствами ландшафтной архитектуры, художественное конструирование деталей культурного ландшафта. Ландшафтное искусство – искусство создания антропогенных композиций с использованием природных и искусственных компонентов.

В Республике выявлен повышенный спрос в специалистах в области ландшафтного дизайна.

В статье рассмотрен процесс обучения по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовки «Ландшафтный дизайн» реализуемым Чувашским государственным университетом имени И.Н. Ульянова в рамках федерального проекта «Содействие занятости» национального проекта «Демография».

**Ключевые слова:** дизайн, ландшафт, ландшафтное искусство, благоустройство городской среды, переподготовка.

## LANDSCAPE DESIGN TRAINING

**Abstract:** landscape design is a creative activity aimed at forming a subject-spatial environment using landscape architecture techniques and means, artistic design of cultural landscape details. Landscape art is the art of creating anthropogenic compositions using natural and artificial components.

The Republic has identified an increased demand for landscape design specialists.

The article examines the training process under the additional professional retraining program "Landscape Design" implemented by the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov within the framework of the federal project "Employment Assistance" of the national project "Demography".

**Keywords:** design, landscape, landscape art, urban development, retraining.

### Введение

Потребность в реализации данной программы обусловлена возросшим спросом общественности к вопросам благоустройства городской среды. Ландшафтный дизайн – творческая деятельность, направленная на формирование предметно – пространственной среды приемами и средствами ландшафтной архитектуры, художественное конструирование деталей культурного ландшафта. Ландшафтное искусство – искусство создания антропогенных композиций с использованием природных и искусственных компонентов.

В Республике выявлен повышенный спрос в специалистах в области ландшафтного дизайна.

Запросы на подготовку специалистов знающих современные приемы дизайна интерьера постоянно поступают от органов местного самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Чувашской Республики (ЗАО «Чебоксарская фирма НПО «Монтажавтоматика», ООО «СЗ «СТРОЙТРЕСТ-7».)

### **Материал и методы исследований**

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова в рамках федерального проекта «Содействие занятости» национального проекта «Демография» проводит обучение по программе профессиональной переподготовки «Ландшафтный дизайн».

Цель реализации программы – дать основы теоретических знаний и сформировать практические навыки в сфере ландшафтного дизайна.

Программа направлена на формирование компетенций в соответствии с трудовыми функциями ландшафтного дизайнера и основана на подготовке специалиста, владеющего знаниями в художественно-проектных дисциплинах, обладающего навыками работы с использованием компьютерных технологий.

### **Результаты и проблематика**

Программа «Ландшафтный дизайн» основывается на требованиях Профессионального стандарта 10.010 «Ландшафтный архитектор», который включает трудовые функции:

- сбор, подготовка, обработка и документальное оформление исходных данных для проектирования;
- подготовка и выполнение отдельных видов работ по ландшафтному анализу территории;
- разработка отдельных элементов и фрагментов проекта объектов ландшафтной архитектуры в составе общей проектной документации
- графическое и текстовое оформление проектно-сметной документации.

Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки для выполнения нового вида профессиональной деятельности «Ландшафтный дизайн» включает:

- способность использовать изобразительные ресурсы в ландшафтном дизайне;
- способность к организации работ по разработке дизайн-проектов средовых объектов и систем;
- способность определять критерии и показатели художественно-проектных предложений;
- способность последовательно разрабатывать дизайн-проекты средовых объектов и систем;
- способность оформлять документацию по проектным работам;
- способность использовать цифровые технологии для создания дизайн-проекта средовых объектов и систем;
- способность выполнять поисковые эскизы изобразительными средствами и способами проектной графики; разрабатывать проектную идею,

основанную на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи;

– способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Объектами профессиональной деятельности являются:

Ландшафтно-архитектурное формирование среды населенных мест и межселенных территорий на основе функционально и эстетически осмысленного единства их антропогенных и природных составляющих, создание объектов ландшафтной архитектуры.

Анализ рынка образовательных услуг показывает, что реализация аналогичных программ, предлагается в основном в дистанционной или заочной форме, без контакта с ППС.

Данная программа проводится в очно-заочной форме с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, с привлечением квалифицированных преподавателей университета, а также приглашенных специалистов и действующих практиков проектных организаций.

Программа уникальна своей ресурсоемкостью и практикоориентированностью. Количество контактной работы с преподавателями составляет 166 часов, в том числе стажировка – 24 часа. Программа включает в себя прохождение стажировки на базе проектной организации ООО «Архитектурная фирма «Сфера» – фирма осуществляет деятельность в области архитектуры, связанную с созданием архитектурных объектов. Программу отличает уникальность образовательной модели – к итоговой аттестации привлекаются работодатели из практикующих архитекторов г. Чебоксары – Удяков С.Н. – директор ООО «Архитектурная фирма «Сфера», Мамуткин В.В. – Заместитель директора по архитектуре – главный архитектор АО «Чувашгражданпроект». Организация наставничества со стороны привлеченных к преподаванию практиков осуществляется Мамуткиным В.В. – заместитель директора по архитектуре – главный архитектор АО «Чувашгражданпроект», Цыпленков В.В. – главный архитектор проектов ООО «Архитектурная фирма «Сфера».

Учебный план программы включает в себя следующие модули.

Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей, курсов), разделов, тем	Всего часов	Контактные часы				Форма аттестации
			лекции	самостоятельная работа	практические занятия/семинары	Аттестация	
1.	Основы рисунка и живописи	20	4	8	8		Диф. зачет
2.	Ландшафтная графика. Скетчинг	42	4	14	24		Диф. зачет
3.	Теоретические основы ландшафтного дизайна	54	8	18	28		Диф. зачет
4.	Ландшафтное проектирование	56	8	14	34		Экзамен
5.	Компьютерные технологии	58	6	22	30		Экзамен
6.	Стажировка	24	4	8	12		Выполнение и защита отчета
7.	Итоговая аттестация	2				2	Защита проекта
	Итого	256	34	84	138		

Модуль «*Основы рисунка и живописи*» включает в себя изучение следующих тем: Основы рисунка; Основы живописи.

Модуль «*Ландшафтная графика. Скетчинг*» включает в себя изучение следующих тем: Ландшафтная перспектива, Антураж и стаффаж, свет и тень, Цвет в ландшафтном дизайне, Разработка ландшафтной композиции.

Модуль «*Теоретические основы ландшафтного дизайна*» включает в себя изучение следующих тем: История садово-паркового искусства, Концепция и стили, Элементы ландшафтной композиции, Ландшафтно-планировочная организация зеленых насаждений, Классификация зеленых насаждений в городах.

Модуль «*Ландшафтное проектирование*» включает в себя изучение следующих тем: Этапы ландшафтного проектирования, Состав и краткое содержание проектных материалов в ландшафтном дизайне, Строительные материалы в садово-парковом строительстве, Дендрология и растительное материаловедение, Цветоводство и растительное материаловедение, Проектная графика и профессиональная подача проекта.

Модуль «*Компьютерные технологии*» включает в себя изучение следующих тем: Интерфейс программы Realtime Landscaping Architect. Основные объекты ландшафтного проектирования, Интерфейс программ SketchUp и NanoCAD. Создание 3D моделей и чертежей, Настройка

материалов и источников света. Рендер, Оформление документации и детализация плана

Всего программу можно разделить на 4 укрупненных блока дисциплин (рис. 1):

- художественная часть (Основы рисунка и живописи, Ландшафтная графика. Скетчинг);
- проектная часть (Теоретические основы ландшафтного дизайна, Ландшафтное проектирование);
- компьютерные технологии;
- стажировка и итоговая аттестация.

Запросы на переподготовку специалистов, знающих современные информационные технологии, неоднократно поступают от органов местного самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Чувашской Республики.

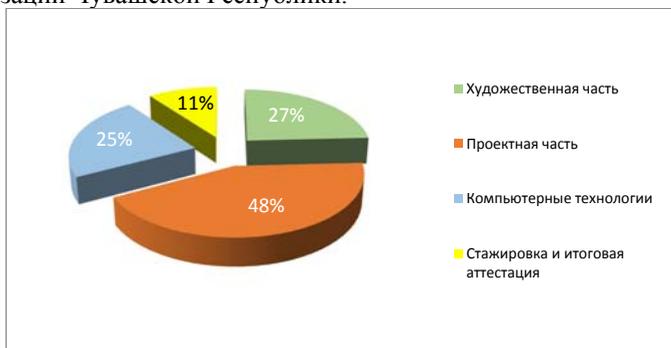


Рис. 1. Соотношение укрупненных блоков дисциплин к общей трудоемкости программы

Слушатель в результате освоения программы должен:

Знать:

- историю садово-паркового искусства и её основные этапы;
- стили в ландшафтном проектировании;
- принципы функционального зонирования участка;
- дендрологию растений, ботанические признаки разных видов древесных растений; разнообразие видового ассортимента древесных растений, используемых в озеленении центрального Черноземья; классификацию декоративных внутривидовых форм древесных растений и особенности ухода за ними;
- принципы ландшафтной композиции;
- состав проектной документации при разработке ландшафтных объектов.

Уметь:

- на основе анализа природных, социальных и экономических факторов определять наиболее рациональное использование методов, приемов и средств ландшафтного дизайна;
- составлять декоративные композиции из деревьев и создавать любые виды цветников в соответствии с законами композиции и особенностей растений.

– читать и разрабатывать проектную документацию по ландшафтным объектам, растительности и водным устройствам.

Владеть навыками:

- создания эскизов участков территорий;
- навыками по организации зонирования участка территории;
- подбора необходимых строительных материалов и стилистических приемов, применяемых в садово-парковом строительстве;
- произведения работ по озеленению существующих территорий;
- художественно-технической разработки ландшафтного проекта;
- подготовки и согласования с заказчиком проектного задания;
- создание рабочей документации для ландшафтного проекта в NanoCAD;
- создание визуализации в программных комплексах SketchUp и Realtime Landscaping Architect.

В результате освоения программы слушатель будет способен:

- создавать эскизы участков территорий;
- организовывать зонирование участка территории;
- осуществлять подборку необходимых строительных материалов и стилистических приемов, применяемых в садово-парковом строительстве;
- производить работы по озеленению существующих территорий;
- разрабатывать художественно-технический ландшафтный проект;
- подготавливать и согласовывать с заказчиком модели проектного задания;
- создание рабочую документацию для ландшафтного проекта в NanoCAD;
- создавать визуализации в программных комплексах SketchUp и Realtime Landscaping Architect.

В последние два десятилетия появилось большое количество новых типов зданий как по назначению, так по конструкциям и материалам. Созданы новые стандарты и технологии безопасной жизнедеятельности людей, комфорта, энергоэффективности, экономии материалов и труда [1–12].

Создание рабочей документации для ландшафтного проекта выполняется с применением технологий информационного моделирования (ТИМ). Внедрение ТИМ в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. ТИМ – это инновационный подход к проектированию и строительству, основанный на создании трехмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [13–20]. Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник легче войдет в рынок труда, и приспособится к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [21–30].

### **Заключение**

Обучающийся, освоивший программу, сможет определять наиболее рациональное использование методов, приемов и средств ландшафтного дизайна на основе анализа природных, социальных и экономических факторов; составлять декоративные композиции из деревьев и создавать любые виды цветников в соответствии с законами композиции и особенностей растений; читать и разрабатывать проектную документацию.

### Список литературы

1. Bakhmisova M.A., Plotnikov A.N., Sakmarova L.A., Petrov M.V. Development, strength check, calculation of the wind load of a multi-layer guarding structure // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. №197. С. 49–54.
2. Бахмисова, М. А. Прочность и деформация ограждающей конструкции с гибкими связями при температурных и силовых воздействиях / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова. – Чебоксары, 2022. – С. 72–79.
3. Температурно-влажностные деформации и воздействия на элементы наружной многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Современные вопросы механики сплошных сред – 2021: сборник статей по материалам III Международной конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 126–138.
4. Гибкие связи в многослойной ограждающей конструкции / М.А. Бахмисова, Е. Г. Гоник, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 30–37.
5. Ефремова, М. П. Экологическое предпринимательство за рубежом / М. П. Ефремова, Л. А. Сакмарова // Актуальные вопросы экономики: сборник научных трудов. – Чебоксары, 2020. – С. 71–74.
6. Петрова, В. В. Объемная кладка в фасадных системах зданий / В. В. Петрова, Л.А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – С. 182–186.
7. Сакмарова, Л. А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции. – Чебоксары: 2018. – С. 88–96.
8. Сакмарова, Л. А. Ретроспективный анализ развития уровня комфорта жилого фонда г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Жилищное строительство. – 2017. – №12. – С. 14–19.
9. Сакмарова, Л. А. Исторический анализ развития уровня комфорта жилого фонда массовой застройки на примере г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции. – 2012. – С. 26–30.
10. Сакмарова, Л. А. Анализ градостроительного объекта на температурные и силовые воздействия / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 30–34.
11. Сакмарова, Л. А. Научное исследование и устойчивость многослойных наружных стен с жесткими связями / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 189–196.
12. Сакмарова, Л. А. Устойчивость многослойной ограждающей конструкции при силовых и температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции. – Чебоксары: 2023. – С. 64–71.

13. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.

14. Бахмисова, М. А. BIM-технологии и анализ междисциплинарных связей по дисциплинам в образовательной среде строительного факультета / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Социологические и педагогические аспекты образования: сборник трудов Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Абрамовой, И.Е. Поверинова. – Чебоксары, 2019. – С. 88–93

15. Бахмисова, М. А. Информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Чебоксары, 2022. – С. 16–22.

16. Бахмисова, М. А. 3D-моделирование и 3d-печать как способы знакомства и стимулирования интереса обучающихся к профессии инженера / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 52–59.

17. Белова, Е. А. ТИМ на примере вкр бакалавров направления подготовки «строительство», профиль «проектирование зданий» / Е. А. Белова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 35–39.

18. Сакмарова, Л. А. Применение BIM технологий в образовательной среде строительного факультета чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

19. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

20. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

21. Mičhallova E., Sakmarova L., Akhmetova S., Andreeva O. Aestheticization of the living environment as the basis of design activity of designers // International E-Journal of Advances in Education. 2021. Pp. 222–226.

22. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

23. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

24. Сакмарова, Л. А. Реализация профессионально-практической составляющей при подготовке выпускников строительного профиля / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 57–59.

25. Сакмарова, Л. А. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. Посвящается 150-летию со дня рождения П. А. Столыпина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2012. – С. 325–326.

26. Сакмарова, Л. А. Организация самостоятельной работы студентов профиля «ПГС» на примере дисциплины «архитектура зданий» с использованием сдо «MOODLE» / Л. А. Сакмарова // Организационно-методическое обеспечение образовательного процесса в современных условиях: материалы V Международной учебно-методической конференции. – 2013. – С. 95–99.

27. Сакмарова, Л. А. О необходимости использования системы дистанционного обучения «MOODLE» в образовательном процессе на примере строительного факультета / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 518–522.

28. Сакмарова, Л. А. Особенности становления и развития региональной системы технического образования чувашской республики / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2012. – №1. – С. 176–181.

29. Сакмарова, Л. А. Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 235–239.

30. Сакмарова, Л. А. Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова, С. А. Волков // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 229–235.

Сведения об авторах:

Сакмарова Лариса Алексеевна – зав. кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, [lara.sakmarova@mail.ru](mailto:lara.sakmarova@mail.ru)

Степанова Елизавета Евгеньевна – ассистент кафедры «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, [stepanova\\_885@mail.ru](mailto:stepanova_885@mail.ru)

Sakmarova Larisa Alekseevna – Head of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia, [lara.sakmarova@mail.ru](mailto:lara.sakmarova@mail.ru)

Stepanova Elizaveta Evgenyevna – Assistant of the Department of "Architecture and Environmental Design" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "ChSU named after I.N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, [stepanova\\_885@mail.ru](mailto:stepanova_885@mail.ru)

Для цитирования:

Сакмарова, Л. А. Обучение ландшафтному дизайну / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 268–277.

Citation:

Sakmarova L.A. Landscape design training / L.A. Sakmarova, E.E. Stepanova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 268–277.

УДК [378-057.87:624]:004

## **ОБУЧЕНИЕ ДИЗАЙНУ ИНТЕРЬЕРА**

*Л.А. Сакмарова,*

*Е.Е. Степанова*

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный  
университет имени И.Н. Ульянова»  
г. Чебоксары, Россия

**Аннотация:** *потребность в обучении дизайну интерьера обусловлена возросшим спросом общественности к вопросам разработки современных интерьеров жилых и общественных пространств, формирования доступной и безопасной среды, удобных и функциональных помещений. В Республике выявлен повышенный спрос в специалистах в области дизайна интерьера.*

*В статье рассмотрен процесс обучения по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовки «Дизайн интерьера» реализуемым Чувашским государственным университетом имени И.Н. Ульянова в рамках федерального проекта «Содействие занятости» национального проекта «Демография».*

**Ключевые слова:** *дизайн, интерьер, переподготовка.*

## **TRAINING INTERIOR DESIGN**

**Abstract:** *the need for interior design training is due to the increased public demand for the development of modern interiors of residential and public spaces, the formation of an accessible and safe environment, comfortable and functional premises. The Republic has identified an increased demand for specialists in the field of interior design. The article examines the training process under the additional professional retraining program "Interior Design" implemented by the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov within the framework of the federal project "Employment Assistance" of the national project "Demography".*

**Keywords:** *design, interior, retraining*

### Введение

Потребность в обучении дизайну интерьера обусловлена возросшим спросом общественности к вопросам разработки современных интерьеров жилых и общественных пространств, формирования доступной и безопасной среды, удобных и функциональных помещений. В Чувашской Республике выявлен повышенный спрос в специалистах в области дизайна интерьера.

Запросы на подготовку специалистов, знающих современные приемы дизайна интерьера, постоянно поступают от органов местного самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Чувашской Республики.

### Материал и методы исследований

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова в рамках федерального проекта «Содействие занятости» национального проекта «Демография» проводит обучение по профессиональной программе профессиональной переподготовки «Дизайн интерьера».

Цель реализации программы - дать основы теоретических знаний и сформировать практические навыки в сфере проектирования дизайна интерьера. Обучающийся, освоивший программу, должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность: повышению качества профессиональной подготовки, развитию у слушателей личностных и профессиональных качеств, а также формированию общих и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями по данной специальности.

### Результаты и проблематика

Программа «Дизайн интерьера» основывается на требованиях профессионального стандарта 10.028 «Архитектор-дизайнер», который включает трудовые функции:

- разработка текстовой и графической частей рабочей документации по отдельным объектам архитектурной среды;
- подготовка к выпуску рабочей документации по отдельным объектам архитектурной среды;
- разработка эскизных архитектурных, дизайнерских и ландшафтно-планировочных решений отдельных объектов и систем объектов комплексного проекта архитектурной среды;
- оформление, комплектование и согласование графической и текстовой частей проектной и рабочей документации по отдельным объектам и системам объектов архитектурной среды;
- предпроектный анализ участка проектирования архитектурной среды;
- создание эскизного (концептуального) проекта архитектурной среды;
- разработка проектных решений и оформление текстовой и графической частей комплексного проекта архитектурной среды.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу, являются предметно-пространственная и архитектурная среда, удовлетворяющая утилитарные и эстетические потребности человека (техника и оборудование, транспортные средства, интерьеры, полиграфия, товары народного потребления); художественное исполнение

объектов графического дизайна, дизайна среды, промышленного дизайна, арт-дизайна; преподавание художественных дисциплин (модулей).

Анализ рынка образовательных услуг показывает, что реализация аналогичных программ, предлагается в основном в дистанционной или заочной форме, без контакта с ППС.

Данная программа проводится в очно-заочной форме с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, с привлечением квалифицированных преподавателей университета, а также приглашенных специалистов и действующих практиков проектных организаций.

Программа уникальна своей ресурсоемкостью и практикоориентированностью. Количество контактной работы с преподавателями составляет 166 часов, в том числе стажировка – 24 часа. Программа включает в себя прохождение стажировки на базе проектной организации ООО «Архитектурная фирма «Сфера» – фирма осуществляет деятельность в области архитектуры, связанную с созданием архитектурных объектов. Программу отличает уникальность образовательной модели – к итоговой аттестации привлекаются работодатели из практикующих архитекторов г. Чебоксары – Удяков С.Н. – директор ООО «Архитектурная фирма «Сфера», Мамуткин В.В. – Заместитель директора по архитектуре – главный архитектор АО «Чувашгражданпроект». Организация наставничества со стороны привлеченных к преподаванию практиков осуществляется Мамуткиным В.В. – заместитель директора по архитектуре – главный архитектор АО «Чувашгражданпроект», Цыпленков В.В. – главный архитектор проектов ООО «Архитектурная фирма «Сфера».

Учебный план программы включает в себя следующие модули:

Таблица 1  
Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей, курсов), разделов, тем	Общая трудоемкость, ч	Контактные часы			СРС, ч	Формы контроля
			лекции	лабораторные работы	практические и семинарские занятия		
I	Основы рисунка и живописи	24	4		10	10	Диф. зачет
II	Основы композиции	28	4		10	14	Диф. зачет
III	Цветоведение и колористика	24	4		10	10	Диф. зачет
IV	Теоретические основы дизайна интерьера	24	4		12	8	Зачет
V	Материаловедение и технология отделочных работ	14	2		6	6	Зачет
VI	Основы перспективы	16	2		8	6	Зачет
VII	Проектирование интерьеров	40	6		24	10	Экзамен
VIII	Компьютерные технологии	60			40	20	Экзамен
IX	Стажировка	24	2		16	6	Отчет, Диф. зачет
X	Итоговая аттестация	2			2		Защита проекта
	Итого	256	28		138	90	

Модуль «*Основы рисунка и живописи*» включает в себя изучение следующих тем: Основы рисунка; Основы живописи.

Модуль «*Основы композиции*» включает в себя изучение следующих тем: Виды, категории и средства композиции; Композиция в интерьере.

Модуль «*Цветоведение и колористика*» включает в себя изучение следующих тем: Цвет и цветовые гармонии; Цвет в интерьере.

Модуль «*Теоретические основы дизайна интерьера*» включает в себя изучение следующих тем: История дизайна; Стил в архитектуре и интерьере; Основы эргономики и антропометрии.

Модуль «*Проектирование интерьеров*» включает в себя изучение следующих тем: Планировочное решение интерьера; Функциональное зонирование помещений; Свет и цвет в интерьере; Оборудование и оснащение интерьера; Проектная графика и профессиональная подача проекта.

Модуль «*Компьютерные технологии*» включает в себя изучение следующих тем: Введение в 3D графику, базовые методы работы с 3D объектами; Основы panоCAD; Работа в Blender. Интерфейс; Работа в Blender. Редактируемые поверхности; Работа в Blender. Работа с материалами; Работа в Blender. Освещение и окружающая среда.

Модуль «*Стажировка*», Модуль «*Итоговая аттестация*» предусматривают знакомство с организацией и выполнение итоговой работы.

Всего программу можно разделить на четыре укрупненных блока дисциплин (рис. 1):

- художественная часть (Основы рисунка и живописи, Основы композиции, Цветоведение и колористика);
- проектная часть (Теоретические основы дизайна интерьера, Проектирование интерьеров, Основы перспективы);
- компьютерные технологии;
- стажировка и итоговая аттестация.

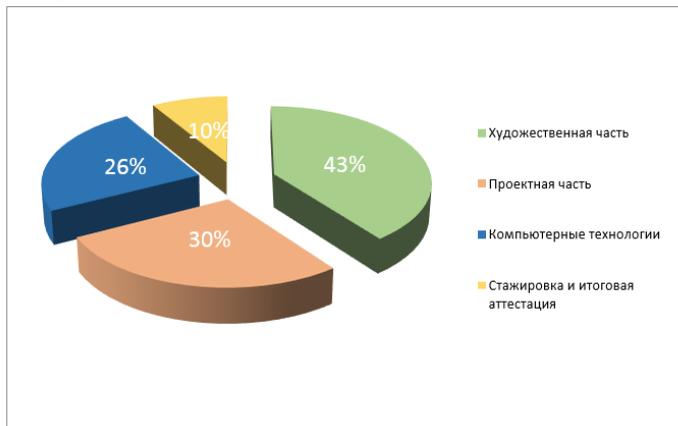


Рис. 1. Соотношение укрупненных блоков дисциплин к общей трудоемкости программы

Запросы на переподготовку специалистов, знающих современные информационные технологии, неоднократно поступают от органов местного

самоуправления и руководителей проектных и проектно-строительных организаций Чувашской Республики.

С каждым годом количество слушателей данной программы растет:

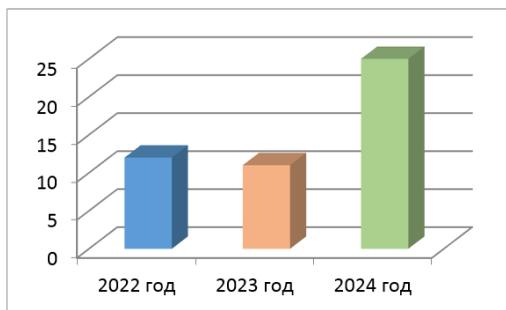


Рис. 2. Количество слушателей программы за 2022–2024 гг.

В последние два десятилетия появилось большое количество новых типов зданий как по назначению, так по конструкциям и материалам. Созданы новые стандарты и технологии безопасной жизнедеятельности людей, комфорта, энергоэффективности, экономии материалов и труда [1–12].

Создание рабочей документации для дизайн-проекта интерьера выполняется с применением технологий информационного моделирования (ТИМ). Внедрение ТИМ в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. ТИМ - это инновационный подход к проектированию и строительству, основанный на создании трехмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [13–20]. Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник легче войдет в рынок труда, и приспособится к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [21–30].

#### **Заключение**

В результате освоения программы слушатель будет:

**Знать:**

- общие схемы решения интерьеров жилого пространства;
- стили и направления в дизайне интерьеров жилых помещений;
- этапы и технологии проектирования интерьеров.

**Уметь:**

- анализировать и определять требования к дизайн-проекту;
- самостоятельно выбрать оптимальное решение при разработке проекта жилого интерьера;
- осуществлять расчет объема строительных и отделочных материалов;
- подготавливать и согласовывать с заказчиком модели дизайн-проекта;

**Владеть:**

- инструментами рисования и прикладным программным обеспечением для создания – эскизов, чертежей, визуализации и графического

моделирования в современных программных комплексах трехмерного моделирования;

– навыками подбора отделочных материалов и предметов интерьера.

Исходя из вышеперечисленного можно понять, что специальность «Дизайн интерьера» никогда не потеряет актуальности. Человечество непрерывно продолжает строить новые здания, в которых необходимо обустроить каждое помещение. Сделать это надо так, чтобы все посетители и жильцы ощущали себя комфортно и могли спокойно заниматься рабочими и бытовыми вопросами.

### Список литературы

1. Bakhmisova M.A., Plotnikov A.N., Sakmarova L.A., Petrov M.V. Development, strength check, calculation of the wind load of a multi-layer guarding structure // Lecture Notes in Civil Engineering. 2022. №197. С. 49–54.

2. Бахмисова, М. А. Прочность и деформация ограждающей конструкции с гибкими связями при температурных и силовых воздействиях / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова. – Чебоксары, 2022. – С. 72–79.

3. Температурно-влажностные деформации и воздействия на элементы наружной многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Современные вопросы механики сплошных сред – 2021: сборник статей по материалам III Международной конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 126–138.

4. Гибкие связи в многослойной ограждающей конструкции / М.А. Бахмисова, Е. Г. Гоник, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 30–37.

5. Ефремова, М. П. Экологическое предпринимательство за рубежом / М. П. Ефремова, Л. А. Сакмарова // Актуальные вопросы экономики: сборник научных трудов. – Чебоксары, 2020. – С. 71–74.

6. Петрова, В. В. Объемная кладка в фасадных системах зданий / В. В. Петрова, Л.А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – С. 182–186.

7. Сакмарова, Л. А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции. – Чебоксары: 2018. – С. 88–96.

8. Сакмарова, Л. А. Ретроспективный анализ развития уровня комфорта жилого фонда г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Жилищное строительство. – 2017. – №12. – С. 14–19.

9. Сакмарова, Л. А. Исторический анализ развития уровня комфорта жилого фонда массовой застройки на примере г. Чебоксары / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции. материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции. – 2012. – С. 26–30.

10. Сакмарова, Л. А. Анализ градостроительного объекта на температурные и силовые воздействия / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 30–34.

11. Сакмарова, Л. А. Научное исследование и устойчивость многослойных наружных стен с жесткими связями / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 189–196.

12. Сакмарова, Л. А. Устойчивость многослойной ограждающей конструкции при силовых и температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, Е. Г. Гоник, М. А. Бахмисова // Современные вопросы механики сплошных сред – 2023: сборник статей по материалам IV Международной конференции. – Чебоксары: 2023. – С. 64–71.

13. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.

14. Бахмисова, М. А. BIM-технологии и анализ междисциплинарных связей по дисциплинам в образовательной среде строительного факультета / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Социологические и педагогические аспекты образования: сборник трудов Международной научно-практической конференции / под ред. Л.А. Абрамовой, И.Е. Поверинова. – Чебоксары, 2019. – С. 88–93

15. Бахмисова, М. А. Информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции / ред. колл.: А.В. Агафонов [и др.]. – Чебоксары, 2022. – С. 16–22.

16. Бахмисова, М. А. 3D-моделирование и 3d-печать как способы знакомства и стимулирования интереса обучающихся к профессии инженера / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 52–59.

17. Белова, Е. А. ТИМ на примере вкр бакалавров направления подготовки «строительство», профиль «проектирование зданий» / Е. А. Белова, Л. А. Сакмарова // Химия. Экология. Урбанистика. – 2024. – №3. – С. 35–39.

18. Сакмарова, Л. А. Применение BIM технологий в образовательной среде строительного факультета чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

19. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

20. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл – 2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 года). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

21. Mičhallova E., Sakmarova L., Akhmetova S., Andreeva O. Aestheticization of the living environment as the basis of design activity of designers // International E-Journal of Advances in Education. 2021. Pp. 222–226.

22. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

23. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентностный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

24. Сакмарова, Л. А. Реализация профессионально-практической составляющей при подготовке выпускников строительного профиля / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 57–59.

25. Сакмарова, Л. А. Проблемы формирования довузовской системы непрерывного архитектурно-строительного образования / Л. А. Сакмарова // Университетское образование: сборник статей XVI Международной научно-методической конференции. Посвящается 150-летию со дня рождения П. А. Столыпина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2012. – С. 325–326.

26. Сакмарова, Л. А. Организация самостоятельной работы студентов профиля «ПГС» на примере дисциплины «архитектура зданий» с использованием среды «MOODLE» / Л. А. Сакмарова // Организационно-методическое обеспечение образовательного процесса в современных условиях: материалы V Международной учебно-методической конференции. – 2013. – С. 95–99.

27. Сакмарова, Л. А. О необходимости использования системы дистанционного обучения «MOODLE» в образовательном процессе на примере строительного факультета / Л. А. Сакмарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции / ред. колл.: Н. С. Соколов (отв. ред.), Д. Л. Кузьмин (отв. секретарь), А. Н. Плотников, Л. А. Сакмарова, А. Г. Лукин, В. Ф. Богданов, В. И. Тарасов. – 2014. – С. 518–522.

28. Сакмарова, Л. А. Особенности становления и развития региональной системы технического образования чувашской республики / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2012. – №1. – С. 176–181.

29. Сакмарова, Л. А. Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 235–239.

30. Сакмарова, Л. А. Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве / Л. А. Сакмарова, Е. А. Белова, С. А. Волков // Инновационные технологии в инженерных системах: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 229–235.

Сведения об авторах:

Сакмарова Лариса Алексеевна – зав. кафедрой «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, lara.sakmarova@mail.ru

Степанова Елизавета Евгеньевна – ассистент кафедры «Архитектуры и дизайна среды» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, stepanova\_885@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna, Head of the Department of Architecture and Environmental Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Cheboksary State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia, lara.sakmarova@mail.ru

Stepanova Elizaveta Evgenyevna, Assistant of the Department of "Architecture and Environmental Design" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "ChSU named after I.N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, stepanova\_885@mail.ru

Для цитирования:

Сакмарова, Л. А. Обучение дизайн интерьера / Л. А. Сакмарова, Е. Е. Степанова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 277–285.

Citation:

Sakmarova L.A. Training interior design / L.A. Sakmarova, E.E. Stepanova // VI International (XII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 277–285.

УДК 721

**ИНТЕРЬЕР В ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ  
«АРХИТЕКТУРНЫЙ РИСУНОК» НАПРАВЛЕНИЯ  
ПОДГОТОВКИ 07.03.01. «АРХИТЕКТУРА».  
НАЧАЛО РАЗНООБРАЗНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Л. А. Слагаева-Яровикова*

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
технологический университет»  
г. Йошкар-Ола, Россия

***Аннотация:** в статье рассматривается важность дисциплины «Академический рисунок, Архитектурный рисунок» в профессиональной подготовке современных специалистов в области архитектуры, проблемы и методы их решения в организации обучения будущих архитекторов.*

***Ключевые слова:** архитектор, рисунок, натура, интерьер, перспектива, глазомер, художники.*

**INTERIOR IN THE STUDY OF THE DISCIPLINE "  
ARCHITECTURAL DRAWING" DIRECTIONS  
OF TRAINING 07.03.01. "ARCHITECTURE".  
THE BEGINNING OF A VARIETY OF CONSTRUCTION**

***Annotation:** the article discusses the importance of the discipline "Academic drawing, Architectural drawing" in the professional training of modern specialists in the field of architecture, problems and methods of their solution in the organization of training for future architects.*

***Keywords:** architect, drawing, nature, interior, perspective, artists.*

Любое строительство начинается с планирования, проекта, архитектурных зарисовок. Значит очень важно архитектору-дизайнеру показать заказчику своё умение, причём наглядно, будущее не только внешнего вида строения, а главное, что будет внутри дома. Сколько планируется комнат, их практическое назначение, и естественно эстетика внешнего и внутреннего вида. Поэтому умение изображать интерьеры очень важный момент при получении заказа на любой объект. Особо значимыми остаются заказы на жилые дома, где сочетаются различные жизненные функции. Главное в том, что формирование внутреннего пространства и вещной среды зависит от живущего в нём человека, от образа его жизни. И где одна комната планируется для нескольких функций. Удобство, комфорт и красота – цели, которые должны быть достигнуты в результате планировки. В дизайне современного интерьера предпочтение отдаётся обилию света и свободного пространства. Архитектор также может посоветовать, чем это пространство заполнить – какой мебелью, и даже как её расставить [7].

Поделюсь некоторыми моментами профессиональной подготовки будущих архитекторов. Без их профессионализма не обойдётся ни один человек – крыша над головой нужна каждому, и причём – качественное жильё, да ещё и красивое, как снаружи, так и внутри(интерьер).

В силу специфики профессиональной подготовки современных специалистов в области архитектуры основой процесса обучения на начальных курсах является академическая художественно – изобразительная деятельность. Одним из основных видов такой деятельности является архитектурный рисунок с натуры. Правильно организованная работа оказывает положительное обучающее воздействие на студентов, способствует самостоятельному получению знаний и умений, развивая у них независимость, инициативность и творческую активность [3].

Хотя ФГОС высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 07.03.01. Архитектура №509 от 08.09.2017 г. и доп.08.02.2021 г. одинаковый для всех документ [12], но в разных Вузах, готовящих архитекторов для овладения академическим рисунком, ставятся лишь примерно одинаковые цели и задачи: Курский, Южно-Уральский университет, Московский и т. д. А в головном вузе – Московском Архитектурном на дисциплины рисунка выделяется самое большое количество часов [9]. И это несомненно сказывается на качественном профессионализме выпускников.

В связи с введением дополнительных курсов по истории страны с 2023/24 учебного года, сокращено время на обучение Академическому и архитектурному рисунку в 1-м семестре до 2-х часов в неделю, во 2-м – 3 часа, в 3-ем -3 час и, 4-ом семестрах по 2 часа – как видите – остаточный принцип. На старших курсах рисунка как такового не предусмотрено.

В 3-м семестре согласно рабочей программы дисциплины (модуля) Б.1.1.8. «Академический рисунок. Архитектурный рисунок» запланированы рисования с натуры интерьеров: рабочей аудитории, лестницы, вестибюля, коридора, общественных зданий. В качестве самостоятельной работы студенты выполняют рисунки интерьеров жилых комнат. Что же такое-«интерьер»? Это внутренний вид комнат и домов, один из сложных видов рисования, и начинают его с определения линии горизонта, со знакомства с основами линейной перспективы. Это точная наука, как изображать на плоскости предметы видимого мира в соответствии с кажущимся изменением их величины [4].

По этой причине вводим термин «*Перспектива*» (от латинского «*perspice*») в переводе означает «смотреть сквозь, правильно видеть». «Трудно сразу понять и заучить законы перспективы, конструкцию и законы светотени. Должен соблюдаться принцип постепенности и последовательности» (Н.Н. Ростовцев). Главное не теория перспективы, а приемы построения, при рисовании с натуры, прежде всего, следует пользоваться так называемой наблюдательной перспективой -развитым глазомером.

Рассматривая теорию линейной перспективы, необходимо ознакомить студентов с такими понятиями и терминами, как *линия горизонта, линия схода, точка схода, картинная плоскость*.

На рисунке в перспективе элементы переднего плана передаются детально, а на заднем – только намечаются, текстура материала едва

угадывается, что создает эффект удаления. Если на рисунке есть затененные детали, желательно для каждой из них использовать свою шкалу тонов [1].

В учебном рисунке каждое задание, каждая постановка должна давать студенту определенную сумму знаний и практических навыков. Не желательно студентам с малой профессиональной подготовкой ставить несколько задач одновременно. Необходимо строго осуществлять принцип последовательного обучения от простого к сложному [5].

Наброски и зарисовки интерьера в учебной практике нацелены на углубление знаний и навыков в искусстве рисования будущих архитекторов. Изображение интерьеров способствует развитию глазомера, чувства глубины и масштабности пространства. Рисунок интерьера заставляет преодолевать плоскость листа бумаги, достигать иллюзорности и глубины в изображении. Как утверждает акад. РАХ и РАО Б.М. Неменский, основная мысль овладения языками пластических искусств как способом мышления, т.е. рисунок к концу обучения должен стать таким же привычным, естественным способом выражения мысли, как родной язык, как прямохождение [5]. И это очень важно уметь будущему архитектору.

Свои чувства через рисунок интерьера выражали многие художники. Голландия- страна, где впервые интерьер заявил о себе как о самостоятельном жанре в XVII в работах П. Янсена, А. Ван Остаде, Я.В. Дельфтского.

Распространение жанра интерьера в русском искусстве датируется началом XIX века, и его представителями были: А.Г. Венецианов, Е.Ф. Крендовский, А.В. Тыранов, Г.В. Сорока, А. Мокрицкий, Л.Я. Плахов и др.

Из современников, которые изображали картины, включая интерьеры, можно отметить: В.А. Серова, Л.Д. Жилинского, Б.М. Неменского, Л.Ф. Лутфуллина, Ю.П. Кугача, А.Н. Самохвалова, Т. Яблонскую и т.д.

Рассмотрим последовательность работы над интерьером.

### *1. Исходная точка зрения.*

При изображении интерьера, задача усложняются, чем в натюрморте, так как предметы расположены на разных уровнях, на значительном расстоянии друг от друга, на горизонтальной плоскости пола и вертикальных поверхностях стен: мебель картины, и т.п. Воспроизведение интерьера затруднено еще и тем, что он испытывает на себе «давление архитектуры, замкнутого пространства, лимитированного строгим каркасом и кубатурой».

*Основная задача:* решение перспективы, освещения и тональных отношений. Цель рисунков интерьера – это выявление характерных особенностей наблюдаемой природы, показ назначения изображаемой части помещения и воспроизведение своих впечатлений.

Выбор природы и точки зрения также важен, как и дальнейшая работа над ней. В изображении интерьера необходимо выбрать такую точку зрения, с которой бы хорошо воспринимались большие массы помещения, а свет имел бы определенное направление, создавая интересные световые контрасты. Следует учитывать, что при ярком солнечном освещении, идущем от окон, или при направленном искусственном свете появляются

падающие тени, которые способствуют зрительному поглощению мелких деталей и целостности тонального восприятия интерьера.

Выбранная точка зрения должна не изменяться в течение всего процесса изображения выбранной природы. Точка зрения диктует какие части интерьера окажутся в композиционном центре.

Соответственно, целенаправленное наблюдение природы, подчиняющего себе предметы обстановки, позволит в дальнейшем грамотно изобразить интерьер.

2. *Композиция интерьера* начинается с выбора формата листа бумаги: горизонтальный, вертикальный и редко – квадратный [4]. Поиск наиболее выразительного фрагмента интерьера, определение композиционно-смыслового центра. В процессе компоновки рекомендуем часть интерьера, особенно мебель, не включать, чтобы достичь цельности. С этой позиции следует воспользоваться на первых порах таким приемом как видоискатель. Он выполняется студентом самостоятельно. Нужно взять небольшой лист бумаги и на нем вырезать окошко в пропорциональном соотношении сторон рамки. Затем близко поднести к глазу и смотреть на объект изображения, передвигая в нужном направлении [1].

Рисунок начинается с изображения общих масс всех групп предметов, например, перекрытий, лестниц, мебели, архитектурных деталей, одновременно отмечая местоположение каждого из них.

3. Следующий этап – *передача перспективных сокращений* помещения и предметов в нём и их *основных пропорций*. Каким бы сложным по конфигурации ни был интерьер, его всегда можно, как правило, привести к известным геометрическим объектам, которые имеют в плане квадрат, прямоугольник, круг. Такое приведение к простым формам является хорошо зарекомендовавшим себя композиционным приемом, издавна используемым старыми мастерами. Поэтому умение хорошо рисовать геометрические фигуры в перспективе облегчит рисование интерьеров с природы. Студенты к этому времени должны знать, как строится фронтальная и угловая перспектива.

4. Глубина пространства передается, не только точным перспективным построением интерьера, но и включением в рисунок *тоновых отношений* светотени. При этом, обратить внимание студента на то, как распределяются светлые и темные пятна на плоскости и каково их композиционное расположение. Направление линий штриховки должно соответствовать направлению изображаемых плоскостей в пространстве. Тон штриховки должен учитывать и удаление объектов от рисующего. Напомнить правила воздушной перспективы.

5. Заканчивая работу над рисунком интерьера, предложить *проверку общего впечатления* от изображения. Посмотреть на рисунок издали, и проверить, как согласуются между собой архитектурное пространство интерьера и его наполненность по тону, не «лезут» ли вперед по тону предметы дальнего плана, не являются ли рефлексы такой же силы тона, как и света, воспринимается ли цельным и законченным весь рисунок. Законы психологии зрительного восприятия говорят о том, что не все предметы, окружающие человека, воспринимаются одинаково. Предметы, находящиеся в центре поля зрения, мы видим более четко и ясно, чем остальные. Следовательно, учитывая закономерности восприятия,

студент должен и в рисунке помочь зрителю выделить главное, смягчив второстепенное [8].

Наброски и зарисовки интерьера рекомендуется начинать графитным карандашом и лишь, затем применять другие художественные материалы и техники.

Таким образом, мы считаем, что разработанная поэтапная методика обучения студентов рисованию с натуры интерьеров разных функциональных зон образовательного учреждения способствует тому, что такие изображения становятся успешной деятельностью в плане предпроектной работы [3].

Начинать рисунок конкретного интерьера лучше на практическом занятии (время выполнения – 4 академических часа), после чего работы выставляются на всеобщее обозрение. Обсуждение рисунков начинается с определения цельного уровня для всей группы и выявления недостатков, характерных для большинства работ. Затем обсуждение проходит по каждому рисунку, начиная с лучших, в них отмечаются достоинства и недостатки авторского предложения. Таким образом, студент имеет возможность проанализировать не только свою работу, но и работу сокурсника, сравнить свою работу с другими и определить, какое место он занимает в этом своеобразном конкурсе.

Также важно помнить о психологической составляющей души человека, как поётся в песне «Дом, как известно всем давно – это не стены, не окно, даже и стулья со столом – это не дом... Дом – это там, где Вас поймут, там, где надеются и ждут...». Интерьер очень грамотно и со вкусом обставленный, и может быть из дорогостоящих материалов: золота-слоновой кости, но если там нет внутреннего мира и человеческого тепла, то цели такой интерьер не достигает.

Подводя итоги, отмечаем, что теоретическое и практическое изучение интерьера для будущих архитекторов 07.03.01. «Архитектура» очень нужный раздел, который будущему архитектору и дизайнеру очень пригодится в планировании и строительстве любых зданий разного назначения, где зарисовки-рисунки играют первоочередную роль

### Список литературы

1. Беда, Г. В. Основы изобразительной грамоты / Г. В. Беда. – Москва, 1989.
2. Глазычев, В. Л. О дизайне / В.Л. Глазычев. – Москва, 1970.
3. Елистратова, А. Е. Методика обучения проектированию интерьера образовательного учреждения / А. Е. Елистратова. – Нижний Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2014.
4. Иконников, А. В. Основы архитектурной композиции / А. А. Иконников, Г. П. Степанов. – Москва, 1971.
5. Неменский, Б. М. Познание искусством / Б. М. Неменский. – Москва: Изд-во УРАО, 2000.
6. Нестеренко, О. И. Краткая энциклопедия дизайнера / О. И. Нестеренко. – Москва, 1994.
7. Питерских, А. С. Дизайн и архитектура в жизни человека: учебник 7 кл. / А. С. Питерских, Г. Е. Гуров; под ред. Б. М. Неменского. – Москва: Просвещение, 2019.

8. Полевщикова, Т. И. Тетрадь по дисциплине «Основы рисунка» / Т.И. Полевщикова. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2012.

9. Рабочие программы по рисунку разных вузов, готовящих архитекторов-2022/2023; 2023/2024 уч. годы.

10. Ростовцев, Н. Н. Академический рисунок / Н. Н. Ростовцев. – 3-е изд., доп. и пере раб. – Москва: Просвещение; Владос, 1995.

11. Сергеев, А. М. Архитектурная графика и основы композиции / А. М. Сергеев. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015.

12. ФГОС высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 07.03.01. Архитектура №509 от 08.09.2017 г. и доп.08.02.2021 г.

Сведения об авторах:

Слагаева-Яровикова Людмила Анатольевна – канд. пед. наук, доцент ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» г. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: SlagaevaYarovikovaLA@volgatech.net

Slagaeva-Yarovikova Lyudmila Anatolyevna Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia. E-mail: SlagaevaYarovikovaLA@volgatech.net

Для цитирования:

Слагаева-Яровикова, Л. А. Интерьер в изучении дисциплины «Архитектурный рисунок» направления подготовки 07.03.01. «Архитектура». Начало разнообразного строительства / Л. А. Слагаева-Яровикова // VII Международная (XIII Всероссийская) конференция Строительство и застройка: жизненный цикл – 2024. – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 286–291.

Citation:

Slagaeva-Yarovikova L.A. Interior in the study of the discipline "Architectural drawing" directions of training 07.03.01. "Architecture". The beginning of a variety of construction // VII International (XIII All-Russian) Conference Construction and development: life cycle – 2024 (CDLC – 2024). Cheboksary: Sreda, 2024. P. 286–291.

*Научное издание*

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ЗАСТРОЙКА:  
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ – 2024**

Материалы VII Международной  
(XIII Всероссийской) конференции  
(Чебоксары, 20–21 ноября 2024 г.)

**CONSTRUCTION AND DEVELOPMENT:  
LIFE CYCLE – 2024 (CDLC – 2024)**

Materials of the VII International  
(XIII All-Russian) Conference  
(Cheboksary, November 20–21, 2024)

Том 2

Ответственный редактор *А. Ю. Александров*  
Компьютерная верстка *Е. В. Кузнецова*  
Дизайн обложки *М. С. Фёдорова*

Подписано в печать 25.12.2024 г.

Дата выхода издания в свет 28.12.2024 г.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 16,97. Заказ К-1399. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»  
428005, Чебоксары, Гражданская, 75, оф. 12  
+7 (8352) 655-731  
info@phsreda.com  
https://phsreda.com

Отпечатано в Студии печати «Максимум»  
428005, Чебоксары, Гражданская, 75  
+7 (8352) 655-047  
info@maksimum21.ru  
www.maksimum21.ru